

**ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**  
**ПРИРОДНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ГЕОГРАФІЇ**

І.В. Хом'як

## **ІСТОРІЯ ЕКОЛОГІЇ**

Навчальний посібник

для підготовки здобувачів  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
галузі знань: 10 Природничі науки  
спеціальності: 101 Екологія  
за освітньо-професійною програмою: Екологія

УДК 574  
X 76

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені  
Івана Франка  
(протокол № 13 від 29.06.2023р.)*

**Рецензенти:**

**Олександр КРАТЮК** – доктор біологічних наук, професор кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу Поліського національного університету;

**Наталія БАРДЮГ** – доктор педагогічних наук, професор, директор комунального закладу позашкільної освіти "Обласний еколого-натуралістичний центр" Житомирської обласної ради;

**Діана ГАРБАР** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи Житомирського державного університету імені Івана Франка.

X76

Хом'як І.В. Історія екології: Навчальний посібник: Житомир: Видавництво ЖДУ імені Івана Франка, 2023. 310 с.

Навчальний посібник із курсу «Історія екології» побудовано на основі найновіших наукових досліджень історичних матеріалів про розвиток екологічних знань та науки екології. Навчальний посібник із «Історії екології» розрахований на здобувачів спеціальності «101 Екологія» та більш широке коло читачів.

УДК 574

© Хом'як І.В., 2023  
© ЖДУ імені Івана Франка, 2023

## ЗМІСТ

Передмова	6
1. Екологія як наука	8
2. Періодизація розвитку екології	11
3. Дописемний етап розвитку екологічних знань	14
3.1. Еволюція людини та її відносин із навколишнім середовищем	14
3.2. Людина сучасного типу та довкілля	19
3.3. Історія відносин <i>Homo sapiens sapiens</i> із навколишнім середовищем	21
4. Екологічні знання в античному світі	25
4.1. Екологічні та природоохоронні ідеї Месопотамії	25
4.1.1. Система відносин із навколишнім середовищем в Шумері	25
4.1.2. Система відносин із навколишнім середовищем в Ассирії	28
4.1.3. Система відносин із навколишнім середовищем в Вавилоні	33
4.2. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавньої Індії	34
4.2.1. Система відносин із навколишнім середовищем в драведський період	35
4.2.2. Система відносин із навколишнім середовищем в Харапській державі	37
4.2.3. Система відносин із навколишнім середовищем в арійський період	38
4.2.4. Система відносин із навколишнім середовищем в ведичний період	39
4.2.5. Регулювання відносин із довкіллям в буддійській традиції	40
4.3. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавнього Китаю	42
4.3.1. Система відносин із навколишнім середовищем епохи Шан	44
4.3.2. Система відносин із навколишнім середовищем епохи Чжоу і Чжаньго	44
4.3.3. Система відносин із навколишнім середовищем епохи Цінь та Хань	45
4.4. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавнього Єгипту	45
4.4.1 Система відносин із навколишнім середовищем в додинастичному Єгипті	45
4.4.2 Відносини із довкіллям в Ранньодинастичний період та часи Стародавнього царства	46
4.4.3 Система відносин із навколишнім середовищем в Стародавньому царстві	46
4.4.4 Система відносин із навколишнім середовищем в Середньому царстві	48
4.4.5 Система відносин із навколишнім середовищем в Новому царстві	48
4.5. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавньої Греції	55
4.5.1 Історія відносин із навколишнім середовищем в архаїчний період	56
4.5.2 Екологічні ідеї натурфілософів мілетської школи	56
4.5.3 Екологічні ідеї натурфілософів елейської школи	59
4.5.4 Екологічні ідеї натурфілософів атомістичної школи	59
4.5.5 Екологічні ідеї школи софістики	60
4.5.6. Екологічні ідеї натурфілософії скептицизму	60
4.5.7. Екологічні ідеї в роботах Аристотеля й Теофраста	60
4.6. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавнього Риму	65
4.6.1. Екологічні ідеї в роботах Тита Лукреція Кара	66
4.6.2. Екологічні ідеї в роботах Гая Плінія Старшого	67
4.6.3. Екологічні ідеї в роботах Клавдія Галлена	67
4.7. Екологічні та природоохоронні ідеї доколумбової Америки	68
4.7.1. Система відносин із навколишнім середовищем Майя	68
4.7.2. Система відносин із навколишнім середовищем ацтеків	69
4.7.3. Система відносин із навколишнім середовищем інків	71
4.8. Екологічні ідеї в усній традиції європейців і народів від середньовіччя до сучасності	72
5. Екологічні ідеї Середньовіччя	75
5.1. Екологічні та природоохоронні ідеї Візантії	75

5.2. Екологічні та природоохоронні ідеї Київської Русі	77
5.3. Екологічні та природоохоронні ідеї норманських народів	78
5.4. Екологічні та природоохоронні ідеї Середньовічної Європи	80
5.4.1. Екологічні ідеї Фредеріка II	81
5.5. Екологічні та природоохоронні ідеї арабського світу	83
5.6. Екологічні та природоохоронні ідеї в межах схоластики	89
5.6.1. Екологічні ідеї Альберта Великого	90
5.7. Екологічні та природоохоронні ідеї в середньовічних псевдонауках	93
6. Екологічні ідеї епохи Відродження	100
6.1. Наукові ідеї в роботах Миколи Кузанського	102
6.2. Наукові ідеї в роботах Ніколи Коперника	103
6.3. Наукові ідеї в роботах Джордано Бруно	104
6.4. Наукові ідеї в роботах Теофраста Парацельса	105
6.5. Наукові ідеї в роботах Леонардо да Вінчі	107
7. Екологічні знання на етапі становлення науки	109
7.1. Досягнення біологічних досліджень в 16 столітті	110
7.2. Досягнення біологічних досліджень в 17 столітті	115
7.3. Досягнення біологічних досліджень в 18 столітті	129
8. Зародження екології як окремого наукового напрямку	168
8.1. Передумови виникнення екології як окремої природничої науки	168
8.1.1. Карл Ліней	168
8.1.2. Олександр фон Гумбальт	173
8.1.3. Х'юетт Ватсон	180
8.1.4. Чарльз Дарвін	187
8.2. Перехід від екології видів до екології угруповань	197
8.2.1. Євгеніус Вармінг та Андреас Шимер	197
8.2.2. Альфред Воллес	197
8.2.3. Карл Мебіус	199
8.3. Виникнення назви екологія	204
8.4. Виокремлення екології в самостійну наукову дисципліну	207
8.5. Формування основних екологічних шкіл та напрямків	208
8.5.1. Скандинавсько-Балтійська екологічна школа	208
8.5.2. Лісівнича екологія	211
8.5.3. Рання Центральноєвропейська та Південноєвропейська традиція	213
8.5.4. Німецько-російська екологічна школа	214
8.5.5. Американсько-Британська екологічна школа	219
8.5.6. Швейцарсько-Французька екологічна школа	233
8.6. Основні екологічні теорії та напрямки	239
8.6.1. Енергетика екосистем	239
8.6.2. Динаміка екосистем	235
8.6.3. Класифікація екосистем	235
8.6.4. Екологія окремих груп організмів	258
8.6.5. Моделювання та прогнозування екосистем	259
8.6.6. Екологія людини	240
8.6.7. Біосферологія	243
8.6.8. Астроекологія	254
8.6.9. Прикладна екологія	259
9. Розвиток екології в умовах кризи відносин із довкіллям	265
9.1. Передумови кризи із довкіллям	265
9.2. Римський клуб	266

9.3. МАН UNESCO	268
9.4. Програма сталого розвитку	270
9.5. Сучасні екологічні програми	271
9.5.1. Оселищна концепція	275
9.5.2. Створення панєвропейських екомережі (Смараглова мережа)	276
10. Сучасна екологія	278
10.1. Вектори розвитку екологічної науки в ХХІ столітті	278
10.2. Перспективні напрямки екології майбутнього	279
11. Екологія сучасної України	282
11.1. Українські вчені в історії світової екології	282
11.1.1. Київська школа	282
11.1.2. Львівська школа	283
11.1.3. Біогеоценозна південно-східна школа	283
11.1.4. Лісівнича школа	284
11.2. Перспективи української екологічної науки	284
Література	286

## ПЕРЕДМОВА

У сучасному світі практично немає такого місця і часу, де б хтось не згадував екологію. Екологія стала найпопулярнішою із наук, витіснивши із п'єдесталу пошани наймоднішу науку XX століття фізику. Однак, усяка річ, як стає надміру популярною серед загалу, дуже часто переверчується до невпізнанності. Чому так стається? Головна причина в нашій людській природі. Ми намагаємося стверджувати перед собою і людьми, що є експертами найвищого гатунку у тому, про що говоримо і говорити здебільшого про те, про що говорить більшість. Це породило поширення помилкових уявлень про екологію, подібне до пожежі в сухому степу чи вибухової ланцюгової реакції атомного розпаду.

З іншого боку, проблеми, розв'язання яких наприкінці XX століття, було покладено на екологію, стали глобальними і надзвичайно важливими. Адже, мова іде про одну із загроз нашому виживанню. В демократичному суспільстві сучасного типу, рішення, щодо реакції на певні загрози, покладене на арифметичну більшість громадян. Саме тому, ця більшість має бути обізнана і зацікавлена в прийнятті рішення. Однак, вона не може бути достатньо компетентна в суті проблеми і способах її подолання. Ми не можемо створити цивілізацію, де 3 мільярди 919 мільйонів людей є висококваліфікованими екологами. Саме тому, здорова демократична процедура передбачає принцип делегування. Однак, тут ми спостерігаємо методологічний збій. Населення, обираючи кому делегувати свої повноваження для вирішення проблем, не користується, жодним критерієм крім популярності. Це прописано в наших генах – типових соціальних, ієрархічних, напівтурнірних приматів. Об'єктивна оцінка компетентності вимагає забагато розумових зусиль та навичок блокування свого мавпячого «Я». Це занадто енергозатратний процес, який наш економний мозок весь час намагається обійти. Абсолютно об'єктивна оцінка людини людиною – річ в реальності недоступна. Саме тому, люди делегують свої повноваження тим, кого їм навіть за допомогою методів маркетингу найняті кимось політтехнологи. Вони ж застосовують найбільш дієві засоби, вдаряючи по найбільш глибокими та найбільш вразливим позиціям свідомості виборця. Найчастіше, це пов'язано із опосередкованими страхами «егоїстичного гену» та бажаннями отримати усе, не доклавши й краплини зусиль. З цієї причини, більш сексуально привабливий за стандартами ієрархічної групи напівтурнірних тварин кандидат, що розповідає казки про «халяву», має набагато більше шансів ніж більш компетентний, що програє йому в такій привабливості. Винятки трапляються лише в тому випадку, коли «групи впливу» приймають зважене рішення просувати компетентного фахівця і дають команду виборцю обрати його через контрольовані ними інформаційні потоки (ЗМІ, кишенькових блогерів, тощо).

Усі ці мавпячі перегони призводять до того, що виборцю, на якому лежить тягар прийняття рішення, про екологію говорять частіше не професіонали, а журналісти, політики та інші просто популярні люди. Часом, це роблять люди, які лише називають себе екологами, не маючи при цьому, ні фахової підготовки, ні досвіду практичної діяльності. Багато хто, спекулюючи популярністю екології та пізнаваністю цього слова, свідомо чи неусвідомлено намагається підняти вище на нашій мавпячій ієрархічній драбині свого «егоїстичного гена».

Така ситуація становить величезну загрозу для майбутнього людства. Адже, делеговані повноваження отримують не компетентні та відповідальні фахівці, а нонкомпози з хворобливою залежністю від популярності. Якщо потрібно буде приймати відповідальне рішення, то навіть маючи його, вони на одну шальку терезів покладуть свій рейтинг, а на другу ймовірні загрози. І рейтинг завжди переважить. Отже, некомпетентний політик, поневолений своїм небажанням втратити популярність, краще заявлятиме «не дивіться угору», ніж почне працювати, як того вимагають обставини.

Як прокласти місток між громадою та наукою? Як популяризувати певні наукові та практичні ідеї і як примусити громаду делегувати свої повноваження компетентним фахівцям із високою репутацією? Це ключова задача нашої цивілізації, без вирішення якої, вона з великою ймовірністю загине. Одним із таких містків є історія науки. Це особлива галузь пізнавальної діяльності людини. Її задача вказувати на вектори розвитку науки, їхні зв'язки із історією людства

та потенціал на виконання його запитів. Пропонований навчальний посібник «Історія екології» стане в нагоді, як для майбутніх чи вже підготовлених фахівців, так і для широкого загалу, не залежно від степені його занурення в проблеми біології чи охорони довкілля. Більш точно цей підручник слід було б називати «історія екологічних знань». Адже, він розглядає період часу ще до виникнення науки, як такої. Однак, без цього було б неможливо повністю розкрити, ні напрям руху екологічної науки, ні її значення. Це своєрідна спроба колупнути саму суть питання: «Що таке екологія?»

Навчальний посібник створений за серією публікацій із історії екології в журналі «Bulletin of the Ecological Society of America», створених за участі Френка Егертона (Frank N. Egerton) та за досвідом проведення власних екологічних досліджень.

## 1. ЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА

В україномовному середовищі люди частіше вживають слово «екологія» в означенні стану навколишнього середовища. Тому ми можемо почути такі вирази «добра екологія», «погана екологія», «берегти екологію», «порушення екології». Масовість цієї підміни понять поширюється не лише на законодавство, а й на науку. Мова іде не лише про такі химерні новотвори, як «екологічна культурологія» чи «екологічне мистецтвознавство». Мода на додавання означення «екологічний» до будь якого виду занять і продукту діяльності людини заповонила наш інформаційний простір. З жалем мушу констатувати, що невірне визначення поняття «екологія» проникає в підручники та наукові роботи. Англomовне середовище виявилось більш захищеним від такої підміни понять. Тут поняття «ecology» (укр. екологія) та «environment» (укр. навколишнє середовище) залишаються автономними. Проблема в тому, що у нас екологами називають, як дослідників взаємодії біоти із її навколишнім середовищем, так і професійних та громадських захисників природи. В англomовній традиції екологів-дослідників називають «ecologist», природоохоронців «conservationist» або «environmentalist».

Що ж насправді є екологією? Екологія – це наука, розділ біології, яка займається дослідженнями взаємодії біосистем надорганізмового рівня організації із їхнім навколишнім середовищем. Перш ніж ми проаналізуємо кожен елемент цього визначення, давайте повернемося до згаданих на початку розділу фраз і побачимо якого химерного і дурнуватою значення вони набувають: «добра наука про зв'язки із довкіллям», «погана наука про зв'язки із довкіллям», «берегти науку про зв'язки із довкіллям», «порушення науки про зв'язки із довкіллям». Тому, той хто каже що біля паперової фабрики «погана екологія», а в гущавині пралісу «хороша екологія», заявляє, що всі кваліфіковані екологи перебралися жити й працювати із робітничого поселення в ліс.

Щоб зрозуміти суть якогось предмету потрібно почати із його визначення. Французькому мислителю Рене Декарту приписують такий вираз: «Вчений має сумніватися у всьому. Вчений не має сумніватися лиш в тому, що він у всьому має сумніватися. Вчений має досліджувати лише те, чому може дати визначення».

Однак, мало просто запам'ятати визначення предмету чи явища, його потрібно розбрати на складники і проаналізувати їхню суть та взаємодію. З одного боку, ми можемо потонути в болоті визначення частин визначень, а із іншого, ми не маємо альтернативного шляху для об'єктивного пізнання речей. Ключовим елементом визначення екології є поняття «наука». Наука – це один із підходів людства до вивчення властивостей оточуючого світу та самого себе. Ми пізнаємо світ, перетворюючи у власній свідомості доступну інформацію про нього на спрощені конструкції – моделі. Однак, ми ніколи не матимемо усієї необхідної інформації про частинку оточуючого світу, тому наша свідомість найшла оригінальний вихід – домальовувати не побачене. Коли наш далекий предок бачив тінь від якогось невідомого предмету в чагарях, то його свідомість домальовувала до цієї тіні леопарда і це на певному етапі еволюції дало нам неабияку перевагу. Саме вміння добудовувати в свідомості не до кінця відомі нам речі, разом із інтелектом та соціально-комунікативними здібностями зробило нас одним із домінуючих та ключових видів нашої планети. Однак, вміння робити такі реконструкції реальності мають побічні наслідки. Мова не лише про природні когнітивні збої. Ми почали сприймати світ лише частково таким як він є. Інше ми самі собі напридумували. В окремі моменти життя придумана, далека від реальності картина світу витісняла справжню дійсність. Це призводило до багатьох шкідливих та небезпечних речей. З одного боку, це сильно гальмувало суспільний розвиток, а з іншого призводило до занепаду та зникнення багатьох локальних цивілізацій. Таку хибну але надзвичайно поширену світобудову можна звести до двох ключових проблем: перетворення одиночного досвіду на універсальний закон і віра в непорушність авторитету. Справа в тому, що під тиском певного нейрогуморального фону, в нас окремі поведінкові акти закріплюються навічно. Зав'язав перед полюванням ремінець на руку і забив оленя із першого пострілу або плюнула через ліве плече і назбирала купу грибів у лісі – якщо це трапиться на певному фоні із гормонів та нейромедіаторів, це починає сприйматися



як закономірність. І вже ти не виходиш на полювання без ремінця на зап'ясті чи не йдеш до лісу по гриби не поплювавши через ліве плече. Це лише випадковість, яка має мікроскопічну поміч у вигляді плацебо (ти дещо впевненіший в успіху після дотримання ритуалу), але для тебе це вже святий закон. Після цього може багато раз не щастити на полюванні із ремінцем на зап'ясті, але мозок вже закріпив модель поведінки і знайде купу способів, як заставити нас забути про неуспіх і, як пояснювати кожен наступний успіх цим ритуалом. Оскільки, закріплення таких стереотипів когнітивно хибної поведінки в різних людей формується по різному, то ми могли спостерігати тих, хто ставиться до ритуалів прохолодно і тих, хто є фанатичним їхнім прихильником. Якщо хтось із другої групи є досить харизматичною особистістю, то він стає точкою кристалізації нової релігії. Справа в тому, що будучи ієрархічними напівтурнірними приматами ми зважаємо, насамперед на соціальний авторитет людини. Таким чином, суб'єктивна модель світу подана цим авторитетом, сприймається як непорушна істина. Однак, така модель не була ефективною.

Першою поставили її під сумнів в арабській імперії (Халіфату). Розвиток багатьох випадків пізнавальної діяльності в галузі природничих та точних досліджень заклали основи для науки. Коли арабські торговці вийшли за межі свого первинного ареалу їхня міфологічна картина світу почала тріскатися. Вони бачили інші традиції, інші знання, інші технології. Оцим розколом скористалися численні арабські дослідники. Ще в 641 році халіф Уорамар ібн аль-Хаттаб наказав спалити Олександрійську бібліотеку, тому що її книги ніби то заперечували «Коран». А вже в 8 століття в Багдаді було створено Бет аль-Хікма (укр.. Будинок Мудрості араб. *الحكمة ب یت*). По всьому доступному арабам світу збиралися книги. Була утворена бібліотека «Хізанат аль-Хікма». Дослідницька діяльність побудована навколо Уорамар ібн аль-Хаттаб та Хізанат аль-Хікма обганяла досягнення епохи відродження на пів тисячоліття. Однак, нездатність розділити релігійну і світську владу призвели до численних конфліктів і радикалізації та консервуванню релігійної міфологічної свідомості. 12 лютого 1258 року Будинок Мудрості був зруйнований, а книги із Хізанат аль-Хікма, були втоплені в річці Тигр. Пройшло кілька століть, перш ніж Європа відкрила для себе світ, і так само як у Халіфаті у неї розколовся релігійно-міфологічний світогляд. Ніщо не становить такої загрози для будь якої релігії, як пізнання світу, за межами описаними в «священних текстах». Починаючи від Галілео Галілея та Роджера Бекона, все більше мислителів піддавали сумніву можливість перенесення одиночного досвіду на закон та непохитність релігійних авторитетів і їхніх, не підтверджених фактами заяв про божественне одкровення. Сформувався новий підхід до пізнання світу – моделювання реальності на основі багаторазово повторюваного досвіду в жорстко визначених умовах. Саме це було основою суперечки Галілео Галілея із його опонентами. Він стверджував, що якщо якийсь явище багаторазово спостерігається із певною математичною точністю, то воно є законом природи. Його опоненти заперечували приблизно так: «Якщо кулька впала із Пезанської вежі 100 разів за певний час, то це ще не доказ, що так буде на 101-ий раз». Однак, метод Галілея показав свою дієвість на практиці. І хоч досі зустрічаються маргінали, які його заперечують, вони роблять це, використовуючи технічні засоби побудовані саме з його допомогою. Цей метод називається науковим методом і саме він є основою для екології.

Для того, щоб дати можливість нашій свідомості пізнавати світ ми розділяємо його на умовно різні частини. Кожна із цих частин може бути досліджена за допомогою наукового методу. Таким чином, ми маємо різні науки, які досліджують оці умовно виділені частини Всесвіту. Рухаючись від більш загального до більш конкретного, ми можемо визначити місце екології в цій умовній класифікації наук. Найбільш загальною наукою, яка описує Всесвіт є математика. Вона вміщує в себе усі моделі явищ, які ми спостерігаємо в реальному світі і ті, які в ньому ніколи не були чи будуть виявлені. Окремим випадком математики, які стосуються матеріального світу є фізика. В тому випадку, коли мова йде про властивості речовин та їхнім перетворенням, тоді дослідження проводяться частиною фізики, яку ми називаємо хімією. Оскільки, життя є системою перетворення упорядкованих та самовідтворюваних хімічних реакцій, то біологія є розділом хімії, який їх досліджує. Ці складні фізико-хімічні хімічні системи ми називаємо біосистемами. Їх можна класифікувати, розділивши на ієрархічні групи – рівні організації. Наприклад, клітинний, тканинний, органів, систем органів, організмів, популяцій, біоценозів, екосистем, біосфери. Усю

біологію можна розділити на дві організаційно відмінні частини: біологія систематичних груп і біологія рівнів організації життя. До першої частини належать такі розділи, як біологія рослин (ботаніка), біологія тварин (зоологія), біологія вірусів (вірусологія), біологія приматів (приматологія). До другої входять відповідно до рівнів організації життя: молекулярна біологія, цитологія, гістологія, ембріологія, фізіологія, анатомія, морфологія, екологія. В реальності такий розподіл дуже умовний і кожен розділ біології має зони перекриття усіма іншими розділами.

Як зрозуміло із визначення, екологію цікавлять відносини якоїсь надорганізмової системи із її оточенням (навоколишнім середовищем, довкіллям). Мова іде про організми певного виду (аутекологія); популяції (демекологію); угруповання організмів певної систематичної чи функціональної групи (синекологія в тому числі: для рослин – фітоценологія, грибів – мікоценологія, тварин – зооценологія, мікроорганізмів – мікроценологія, паразитів – паразитологія); екосистем (екосистемологія), біосфери (біосферології). Навколишнім середовищем для біосистеми є усі елементи (фактори або чинники) неживої природи та інші біосистеми усіх рівнів організації життя. Ці фактори можуть бути частиною необхідних ресурсів для біосистеми, виконувати регулюючу чи обмежуючу функцію або становити пряму чи опосередковану загрозу. Наприклад, інші живі істоти, можуть бути пов'язані трофічним (пов'язаним із харчуванням), хоричним (пов'язаним із розмноженням), топічним (пов'язаним із місцеперебуванням або формуванням якості довкілля), соціальним (пов'язаним із спілкуванням, розмноженням та взаємодією із організмами свого виду) факторами.

Таким чином, екологія як розділ біології, зосереджена на дослідженні системи взаємодії надорганізмових систем із довкіллям. Вона складається із теоретичної та прикладної частин. Однак, усі вони мають своєю ціллю саме дослідження, а не якісь інші види діяльності. Тому, коли учнів загальноосвітньої школи виводять на прибирання шкільного подвір'я від сміття, то це не екологічна акція, а асенізаційна. Екологія – це дослідницька діяльність. Навіть у вирішенні практичних питань еколог є дослідником, а не прибиральником чи менеджером.

## 2. ПЕРІОДИЗАЦІЯ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ

У попередньому розділі ми дали визначення науки і приблизні терміни її появи. Однак, ми не починатимемо розмову про історію екології з часів Галілео Галілея чи з моменту запровадження в 1866 році Ернстом Гекелем слова «екологія». Така історія буде неповною та обірваною, а знайомство із нею не виконає своєї освітньої мети. Адже, вивчаючи історію будь чого, звичайно, якщо ви не подорожуєте у неіснуючому часі, не важливо зазубрювати дати, імена персоналій та визначення подій. Така історія нас нічому не навчить. Історія потрібна не для знання минулого, а для розуміння сьогодення. Тому, ми в першій половині цієї книги будемо знайомитися не із історією екологічної науки, а із історією екологічних знань.

Знання – це поширена річ серед багатьох живих організмів. З часів виникнення Всесвіту власний перехід від Буття до Небуття можна було відтермінувати лише в один спосіб – бути стійким до змін із внутрішніх причин або через тиск навколишнього середовища. В бурхливому хаосі речовин та енергій стратегія виживання «стійкість» тривалий час залишалася єдиною можливою.

Однак, з часом Всесвіт став неоднорідним і у ньому з'явилися місця, де діяло правило «золотої середини» або, як ми його в екології називаємо «закон оптимуму». Тут кількість речовини була такою, що молекули могли зустрічатися досить вчасно але рухатися вільно. Адже, більшість космосу це пустка, де шанси зустріти хоч якийсь атом протягом мільйонів років були мінімальні. В ньому є, звичайно, й місця, де атоми стиснуті між собою так, що до ніякої свободи вибору не проштовхаєшся. І лише в дуже невеликій кількості місць, на поверхнях небесних тіл чи в планетарних туманностях, могли утворюватися численні комбінації складних речовин. Те саме із енергією. В одних місцях буяла її шалена кількість, яка руйнувала будь-яку молекулу одразу після виникнення, а в інших її було так мало, що молекули і атоми застрякали на місці, стаючи не здатними на хімічні реакції. Однак, були місця, де цієї енергії було якраз в міру. Як ми пам'ятаємо з попереднього розділу, життя – це впорядковані самоорганізовані складні хімічні реакції. Отже, життя могло виникнути лише на тих ділянках космічного простору, де були оптимальні кількості речовини та енергії. В чому ж його адаптаційні переваги, з точки зору шансів на виживання? Адже, на відміну від неживої природи воно може жити в дуже обмеженому за величиною факторів просторі. Життя отримало дві переваги, додавши до стратегії «стійкість» стратегію «кількість». Щоб вижити, живій істоті потрібно бути не лише стійкої до внутрішніх та зовнішніх змін. Вона як індивідуум може загинути, але її копії можуть жити далі. Таким чином, стратегія «кількість» передбачає виживання не певного об'єкту, а його копій. Чим більше їх буде, тим більше шансів на виживання.

Стратегія виживання «кількість» вимагала постійного ускладнення структури живих організмів. З часом, крім підсистем відповідальних за точність відтворення та його частоту, почали з'являтися ті, які намагалися передбачити можливі зміни в навколишньому середовищі. Ці реакції спочатку були прописані досить жорстко і від народження й до смерті не можна було внести жодних змін. Наприклад, зустрівся із чимось неприємним у своєму довкіллі – синтезує захисну оболонку. Але, ці алгоритми були дуже односторонніми і не завжди дуже доречними. Тому, коли з'явилися ті, що могли більш активно реагувати на зміни в довкіллі, вони отримали еволюційну перевагу. Так, інфузорія туфелька, відчувши в воді присутність кристалика солі, намагатиметься від нього відпливти а, відчувши їжу, навпаки, наблизитися. Тисячоліття за тисячоліттями алгоритми реакції на зміни в навколишньому середовищі ускладнювалися та вдосконалювалися. Так розвивалася стратегія «гнучкість». Наприклад, перед куркою і вороном поставили дощечку, за яку рухалася приманка. Курка бігла туди, де сховалася приманка, а ворон туди, де вона могла з'явитися. Це ознака того, що тварина в своєму розумі створила модель світу із приманкою, собою коханою та дошкою. Ця модель в її мозку почала жити своїм життям і ворон побачив в уяві, що приманка має з'явитися із протилежного кінця дощечки. Потім, він, прийнявши до уваги побачене в уяві, почав реалізовувати його на практиці. Так почала формуватися свідомість, коли ми створюємо уявні моделі оточуючого світу, робимо на їхній основі прогнози, і

діємо відповідно до цих прогнозів. Зараз важко сказати, коли саме і у кого саме вперше з'явилася свідомо поведінка. Адже, з одного боку, ми не маємо повноцінної змоги дослідити поведінку багатьох вимерлих видів людей. А їх було не менше 12, згідно із думкою деяких дослідників 16. З другого боку, важко встановити межу, за якою прояви стратегії «гнучкість» переростали в свідомість. Більш за все, тут ми маємо справу із еволюційною та якісною неперервністю – еволюційним та якісним континуумом свідомості.

Щоб створювати необхідні для виживання моделі, ми маємо заповнювати їх інформацією про реальні об'єкти навколишнього світу. Ця інформація є знаннями. Якщо бути повністю чесним, то будь які знання про навколишній світ сприяють нашому виживанню. Більш того, знання – це єдина система і дуже часто, для того, щоб отримати інформацію про щось одне, ми маємо знати щось інше. Наприклад, знання про структуру ДНК не можливо було б отримати без рентгеноструктурних даних. А їх в свою чергу не можна було б отримати без експериментів Івана Пулюя із X-променями, а їх без знань електрики... Таким чином, знання людства можна уявити у вигляді сфери. З цього маємо два висновки. Перший, що часто ми не можемо просунути в одній галузі, поки не підтягнемо інші. Другий, що чим більше знань ми матимемо, тим з більшою кількістю невідомого зіткнемося. Адже, чим більший об'єм сфери тим більша її площа поверхні. А поверхня сфери знань – це і є та межа, на якій ми тримаємо відчуття свого незнання.

З якого моменту слід розпочинати історію про витоки екологічних знань? Будь яка точка відліку поставлена із моменту виникнення перших живих клітин буде умовною. Вже стародавні бактерії могли реагувати на зміни в навколишньому середовищі. Вони за допомогою таксису рухалися відповідно до наявності в довкіллі чогось корисного чи шкідливого. Адже, стратегії «кількість» та «гнучкість» виникли в живих організмах майже синхронно, лише із невеличкою затримкою останньої. Як тільки відбувся перехід від простого поділу коацервату на кілька аналогічних частин до керованого поділу клітини, інформація про довкілля отримала свою цінність. Вона «жорстко» прописувалася в клітині, як результат хаотичного збільшення варіантів реакцій відфільтрований доборою. В результаті змінювалися шанси на виживання та створення плодючого потомства в одних і знижувалися або не змінювалися в інших. Шанс на виживання не означав гарантованої загибелі чи виживання особини. Він лише вказував на ймовірність цього. Однак, коли мова іде про тривалий час та велику кількість особин, то рано чи пізно тих, хто має низькі шанси не стане, а ті, хто мав високі шанси процвітатиме, збільшуючись чисельно і поширюючись. Чи можемо таку прописану в клітинах інформацію щодо реакції на довкілля вважати екологічними знаннями? Візьмемо для прикладу дослідження *Listeria monocytogenes* групою вчених під керівництвом Моніки Ехлінг-Шульц (Monika Ehling-Schulz's) та Матіаса Меллера (Mathias Müller) із Інституту тваринництва та генетики Венського ветеринарного університету. Вони заражали три різні лінії мишей цими бактеріями. Штами з організму тварин демонстрували суттєві відмінності за низкою показників. Потім учені ізолювали бактерій на деякий час та знову проаналізували їхній метаболізм. Для цього використовувалася інфрачервона спектроскопія із перетворенням Фур'є. Хемометричний аналіз метаболічних фінгерпринтів бактерій показав специфічні сліди генотипу господаря та адаптацію бактеріального патогену. Бактерії не лише прилаштувалися до відмінностей організму господаря, але й «пам'ятали» про ці зміни. Лише після тривалого культивування в стандартних лабораторних умовах ця пам'ять стиралася.

Однак, між цими «знаннями» і нашими є ряд глибоких відмінностей. По перше, протягом життя така особина не змінює своїх реакцій. Бактерія, яка рухається в рідкому середовищі, здатна реагувати на зміну концентрації певної речовини, але реакція завжди буде однотипною незалежно від обставин. Тут зміни проявляють себе на рівні штамів бактерій, а не протягом життя окремих особин. З іншого боку це не є інформацією про відносини інших особин із навколишнім середовищем, що є справжніми екологічними знаннями. Тому, ми починатимемо не з будь якої точки після виникнення на Землі стратегії «гнучкість», а із точки появи на її поверхні перших людей. Таким чином, це буде історія людських екологічних знань.

Отже, ми розглядатимемо історію екологічних знань та історію екологічної науки від моменти появи перших людей до нашого часу. При цьому, слід враховувати, що на різних

ділянках нашої планети розвиток екологічних знань відбувався не одночасно і з різною швидкістю. Протягом історію людства були часи, де в одній ділянці планети панували дописемні знання первісних мисливців та збирачів, на іншій – релігійні погляди епохи середньовіччя, а на іншій діяла екологія, як наука. Більш того в нашому мультикультурному суспільстві в одному під'їзді можуть жити люди, які оперують різними підходами до збору і обробки інформації про взаємодію біосистем та довкілля.

Ми спеціально робимо сильні спрощення та узагальнення, щоб простежити еволюційні зміни в екології. При цьому ні на мить не забуваємося про існуючу мультикультурність та нерівномірність. В загальному періодизація історії має вигляд хронології відображеній в таблиці 1. Докладніше про кожен із періодів розглянемо в наступних розділах.

Таблиця 1. Періодизація розвитку системи екологічних знань.

<b>Історичний період</b>		<b>Приблизний час</b>
<b>Загальна назва періоду</b>	<b>Географічна або історична епоха</b>	
Дописемний період	Епоха мисливців та збирачів	2,8 млн. років до н. е – 8 тис. до н. е.
	Епоха перших землеробів	8 тисяч років до н.е. – 4 тис. до н. е.
Стародавній світ	Епоха Стародавнього Межиріччя	4 тис. до н. е. – 539 р до н. е
	Епоха Стародавньої Індії	3 тис. до н. е. – 6 ст. н.е.
	Епоха Стародавнього Китаю	4 тис. до н. е. – 220 р. н.е.
	Епоха Стародавнього Єгипту	3 тис. до н. е. – 30 р. н.е.
	Епоха Стародавньої Греції	3 тис. до н. е. – ≈600 р. н.е.
	Епоха Стародавнього Риму	753 р. до н. е. – 476 р. н.е.
	Епоха Доколумбової Америки	1200 р. до н. е. – 1533 р. н. е.
Середньовіччя	Епоха арабського середньовіччя	7 ст. н.е. – 12 лютого 1258 р. н. е.
	Епоха китайського середньовіччя	220 р. н. е. – 1234 р. н. е.
	Епоха європейського середньовіччя	476 р. н.е. – 1410 р. н. е.
Відродження	Епоха європейського Відродження	1410 р. н. е. – 1789 р. н. е.
Становлення сучасної науки		1630-1866
Екологія як окрема науки		1866-1968
Екологія в період піку екологічної кризи		1968-1992
Сучасна екологія		1992 і до нашого часу

### 3. ДОПИСЕМНИЙ ЕТАП РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ

#### 3.1. Еволюція людини та її відносин із навколишнім середовищем

Історія людини починається із появу першого представника роду *Homo* – людини умілої (*Homo habilis*). Ця подія відбулася близько 2,6-2,5 млн. років тому. Цьому передувала серія змін серед гомінід, які зробили розумові та комунікативні здібності особин основою для їхнього виживання. Близько 13 мільйонів років тому серед представників родини *Hominidae* поширилася мутація NOTCH2NL. Вона була присутня у всіх предків сучасних представників людиноподібних мавп за винятком орангутангів. Однак, подвоєння ділянки гену NOTCH2NL ніяк себе тривалий час не виявляло. Це був один із багатьох «сплячих генів» – еволюційний мотлох, що здебільшого не спричиняє, ні шкоди, ні користі. Цей ген у наших предків продрімав до 3-4 млн. років до н.е., не породжуючи ніяких змін в анатомії та фізіології. У горил, шимпанзе та бонобо він спить і досі. У представників майбутнього роду *Homo* цей ген прокинувся і став активним. Він спричиняв затримку трансформації спеціальних стовбурових клітин (прогеніторних) під час їх перетворення на нейрони. Це призводило до значного збільшення та ускладнення мозку. Більш за все, спочатку це викликало тяжку хворобу, яка супроводжувалася головними болями, нервовими розладами, погіршенням зору, тощо. Однак, коли ця небезпечна хвороба зустрілася із ще однією, тривалим незростанням кісток черепа, то ріст вже мозку не спричиняв тяжких захворювань, хоча й вимагав більшої турботи про дитинчат. Таким чином, ген почав поширюватися серед популяцій тодішніх гомінідів.

Із африканських австралопітеків (*Australopithecus afarensis*), які на той час були постійно двоногими та здатними до обробки каменя заради отримання знарядь (*Kenyanthropus platyop*) у 2,8 млн. році виникли люди вмілі (*Homo habilis*). Потім лінія людського роду багато раз розгалужувалася, вищеописаний ген ще кілька раз подвоювався і з часом виникла сучасна людина – *Homo sapiens*. На сьогодні усі інші гілки вимерли (можливо більше 13 видів). Ці види жили в дещо відмінних умовах середовища і адаптовувалися до нього у різний спосіб.

Людина уміла створила олдовайську культуру. Про її діяльність в межах цієї культури ми знаємо небагато. В основному про знаряддя праці та походження матеріалів, з яких вони зроблені, про розміщення стоянок, про житло. Вони часто для виготовлення знарядь замість гальки обробляли шматки кварцу. При цьому, як зауважують археологи, їх приходилось приносити ці шматки за 10-15 км. Оскільки, деякі із шимпанзе теж часом обробляють камінь для власних потреб, то усвідомлена заготівля матеріалу для знарядь вказує на серйозну відмінність між першими людьми та іншими гомінідами. Житла людини умілої завжди розміщувалися біля водойм (частіше річок). Це пов'язується із невмінням транспортувати воду. Це стало однією із причин того, чому частіше за все початковим матеріалом для знарядь олдовайської культури була галька. Австралопітеки, які теж належать до цієї культури використовували лише матеріал, що знаходився безпосередньо біля їхньої стоянки. Саме тому вибірковість і складність добування матеріалів для виготовлення знарядь стала тією межею, яка відділила соціально-психологічні характеристики людей і їхніх предків.

*Homo habilis* найбільше виявляли екологічні знання під час полювання та збирання їстівних рослин, грибів та залишків тварин. Їх не можна повною мірою назвати кочівними мисливцями та збирачами. За твердженням Глін Айзек (Glynn Isaac), кожна група мала свій сталий район полювання – своєрідну базу, яку вони покидали заради пошуку їжі (Isaac, 1978). Після полювання та збирання вони приносили усе здобуте на місце стоянки, де обробляли його та ділили між усіма учасниками групи.

Слід зауважити, що різні стратегії добування їжі, навіть для мисливців і збирачів, передбачають різну форму взаємодії із довкіллям. Це все ми можемо розглядати в моделі «ресурси»-«забруднення» (рис.1). Постійне перебування на одному місці призводить до трансформації довкілля через виснаження ресурсів та забруднення середовища. Це не набуває загрозливих для громади масштабів лише у випадку, коли існує баланс між кількістю споживачів

та запасами території. Якщо людська спільнота невелика, то ресурси, які вона споживає встигають відновитися, а забруднення включитися в природні цикли утилізації та переробки. Однак, якщо кількість населення зростає, або територія, яким воно володіє скорочується, то настає екологічна криза. Коли таке стається, існує декілька варіантів розвитку подій. Перший сценарій – це зниження чисельності населення, через погіршення умов середовища. Другий – зникнення спільноти. Третій – спроба змінити місце перебування, іншими словами, кочовий спосіб життя.

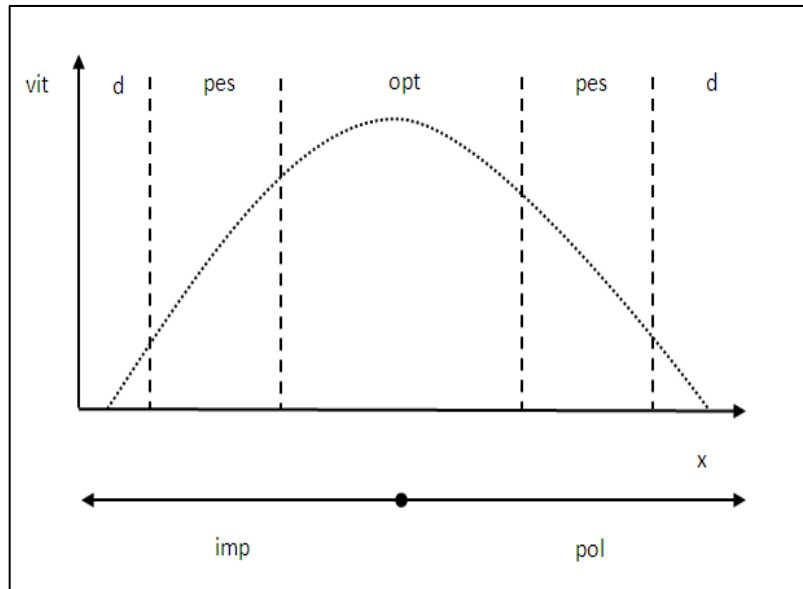


Рис. 1. Умовні позначення: vit – показник життєвості людських популяцій, x – показник фактору, d – зона загибелі, pes – зона песимуму, opt – зона оптимуму, imp – виснаження ресурсів, pol – забруднення.

В антропології існує кілька теорій, які виникли в результаті дискусії розпочатої Глін Айзек. Їх можна об'єднати в три групи. Перша належить вищеназваній авторці. Вона називається теорія «центральної точки кормів» (Central Forage Point). Друга теорія робить аналогію із поведінкою шимпанзе. Вона передбачає контроль певного району, в межах якого є сталі маршрути для збору та полювання, але місце для відпочинку та виготовлення знарядь обирається в різних але найзручніших для цього локалітетах. Згідно третьої теорії все це відбувається навмання в межах певного ареалу.

Соціальна структура тодішніх спільнот була досить складною, що дозволяло їм не лише харчуватися недоїдками, залишеними іншими хижаками, а й самим час від часу успішно польовати. Знахідки решток забитих ними та з'їдених крупних тварин чітко вказують на спільну складно організовану працю. Крім того, це дозволяє припустити існування контактів між окремими спільнотами. На жаль ми маємо занадто мало решток скелетів людей цієї епохи, щоб робити повноцінні висновки про характер цих зустрічей (співвідношення таких явища, як дружній обмін, шлюбне партнерство, конкуренція, ворожнеча).

Серед тварин вбитих їхніми знаряддями полювання є водні кози, гну, свині, зебри та спрингбоки. Однак, аналіз кісток *Homo habilis* вказує на те що вони отримували все ще недостатньо білків та кальцію. Співвідношення між кістками тварин знайденими на стоянках та станом скелету людей умілих, дозволяє припустити гіпотезу, що вони більш за все підбирали недоїдки за великими хижаками, які найкраще м'ясо встигали об'їсти. Разом із тим більшість знарядь праці були пов'язані не з полюванням, а із викопуванням коріння та розбиттям горіхів (Susman, 1991)

Близько 1,8 млн. років до нашої ери *Homo habilis* породив дві інші гілки інших людей людину працюючу (*Homo ergaster*) та людину прямоходячу (*Homo erectus*). На сьогодні щодо їхньої спорідненості та розділення на окремі види ведеться суперечка, обумовлена недостатністю палеонтологічного матеріалу. Їхня поява призвела до зміни конкуренції за основні ресурси. Тому,

в час, коли ми починаємо фіксувати знахідки пов'язані із цими двома видами, то перестаємо знаходити рештки *Homo habilis*.

У більшості джерел вважається першим гомінідом, який активно розселявся за межі Африки є *Homo erectus*. Однак, якщо розглядати *Homo ergaster*, як окремий вид то саме він першим вийшов за межі рідного континенту. Одні вважають, що ця подія трапилася близько 1 мільйону років тому. Однак, останні знахідки на Кавказі та в Китаї відносять цю дату до 2 млн. років. Причиною міграції стало зростання населення, яке перевищувало ресурсну базу. Розумові здібності та соціальність цих видів була дещо вищою, а отже виживало більше кількість людей. Поглиблення жорсткої конкуренції заставляло рухатися на незаселені території. Міграційний маршрут більш за все пролягав через південну частину Червоного моря та вздовж долини Нілу. Однак, на сьогодні немає жодних археологічних доказів цьому.

Збільшення розмірів мозку вимагало збільшення кількості енергії, які отримував *Homo ergaster* із їжею. За підрахунками С. Aiello та Jonathan C. K. Wells вони перевищували потребу *Australopithecus afarensis* на 39% (30% у чоловіків та 54% у жінок). При цьому, кишківнику зріс відносно небагато. Отже, енергетичні потреби компенсувалися за рахунок більш ефективною їжею тваринного походження. Полювали за допомогою активного полювання, засідок та відбирання решток за хижакими. Він став більш витривалим бігуном. Саме ця риса характеризує увесь рід Людина, в тому числі і нас з вами, як мисливців. Також, *Homo ergaster* умів захищати свою здобич від хижаків або відбирати її у них. Поширення цього виду Африкою та Євразією вплинуло через зменшення чисельності крупних трав'янистих на природні екосистеми саван та рідколісся плейстоцену. Також, цей вид людей був більш прив'язаний до водойм ніж сучасні африканські мисливці. Це пов'язано із відсутністю у них технологій використання та зберігання жиру із здобичі. Разом із тим, в їжу широко використовувалися рослини (насіння, горіхи, коріння, бульби), мед та безхребетні.

На відміну від своїх попередників *Homo ergaster* та *Homo erectus* збиралися в набагато більші групи. Інколи, їхня чисельність переважала 100 осіб (в середньому діапазон чисельності групи 70-116 осіб). Вони були першими соціальними мисливцями-збирачами із сталим активним полюванням. Типова поведінка конкурентного співробітництва, як у інших приматів та гомінід савани, починає відходити. Вона виявляється не досить ефективною для такого способу життя.

Спостерігається відмінності в соціальних ролях чоловіків і жінок. Це супроводжувалося виразним статевим анатомічним диморфізмом. Організоване полювання стає переважно чоловічим заняттям, хоча і не виключало участі жінок. За 97 слідами знайденими в Кенії мисливські групи були зроблені групою із 20 чоловіків. Однак, останні частіше займалися збором рослин та безхребетних (Willems, Schaik, 2017). Це могло привести зміни соціальних відносин між жінками та чоловіками. Мисливці і збирачі ділилися здобиччю між собою. Це могло призвести до перетворення чоловічо-жіночої дружби в опортуністичні моногамні пари. Більш за все фактором статевого добору стали успіхи чоловіка в полюванні.

Із досить різноманітної групи людей прямоходячих (*Homo erectus*), які поширилися усюю Африкою та Євразією, виокремився вид людини попередника (*Homo antecessor*). Він мав деякі анатомічні та поведінкові відмінності від інших поширених тоді видів. З одного боку, величина цих відмінностей була в межах варіації еректусів, а із іншого його відносини із довкіллям були іншими. Можна припустити, що це пов'язано із його масовим поширенням Європою, чого не робили інші представники роду *Homo*. В Іспанії (печерний комплекс Атапуерка) знайдено велику кількість кісток їхніх жертв, але це не зменшило кількість загадок, пов'язаних із цим видом. В величезних сміттєвих купах, які вказують на тривале перебування груп людей на цьому місці, знаходять велику кількість кісток оленів, коней, носорогів та інших. Ці кістки були не лише обгризені але й розколоти (кістковий мозок – високопоживна речовина і з давніх часів вона приваблює людей). Разом із тим посеред кісткових відходів знайдено 11 скелетів людей. При цьому усі вони є дітьми та підлітками. За словами Хосе де Кастро ця група не мала дефіциту їжі, який за звичай призводить до виникнення ритуального канібалізму. Екосистеми навколо комплексу печер мали родючі ґрунти і розвинуту рослинність здатну забезпечувати проживання великої кількості крупних трав'янистих. Судячи із сміттєвих куп кісток, ці люди не голодували.



Однак, вони з'їдали дітей. Зазвичай при ритуальному канібалізмі рештки тіл не викидаються на смітники. Можливо, це були представники сусідніх племен чи ми маємо справу із ритуалом, який не потребує особливого поховання з'їдених жертв або прирівнює їх з'їдених інших тварин.

Дослідження проведені над рештками кісток мисливської здобичі вказують на те, що серед неї присутня велика кількість вимерлих тварин. Зараз важко сказати, що стало причиною вимирання – кліматичні зміни в наступні роки чи людська діяльність. Можливо активне полювання стало одним із багатьох факторів, що спричинили їхнє зникнення. Серед цих вимерлих тварин слід відзначити кущисторогого оленя, лань *Dama vallonetensi*, вимерлий підвиду благородного оленя *Cervus elaphus acoronatus*, вимерлий зубр *Bison voigstedtensi*, вимерлий носоріг *Stephanorhinus etruscus*, вимерлий кінь *Equus stenorionis*, вимерла лисиця *Vulpes praeglacialis*, вимерлий ведмідь *Ursus dolinensis*, вимерлий вовк *Canis mosbachensis*. Є кілька різновидів решток, які важко ідентифікувати на рівні виду: плямиста гієна, кабан, мамонти, мавпи і рисі. Ми бачимо, що хижі вживалися в їжу на рівні із травоядними. Ця традиція практично зникла пору енеоліту і існує локально в кількох країнах сходу (поїдання собак в Китаї, Казахстані та Кореї). Найчастіше вживаною здобиччю були олені.

Сліди залишені на кістках та їхнє розміщення вказує на те, що діяли саме мисливські гурти, які вбивали та перетягували здобич, щоб поділитися з усією групою, а не кожен індивід, який добував їжу сам собі. Це свідчить про соціальну співпрацю та розподіл праці. Соціальна структура людини-попередника ймовірно кардинально ускладнилася. У них з'являється варіант гену *FOXP2*, який контролює мову у сучасних людей та неандертальців. Також, стало помітно, що на залишках кісток, впольованих *Homo antecessor*, є сліди від інших хижаків. Це вказує на те, що тепер людина стала більш успішним мисливцем. І, коли її предки доїдали те, що залишилося за хижаками, то зараз вже хижаки доїдають за нею.

Інші види тварин, присутні як здобич, не так часто. Наприклад, часом зустрічалися залишки панцирів черепах. Це були своєрідні консерви, із яких можна було отримати м'ясо в нестабільний період невдалого полювання. Це дозволяє поставити під сумнів гіпотезу про відсутність голоду. Можливо, все ж існували періоди, коли їжі ставало недостатньо і *Homo antecessor* не лише їли черепах, а й дітей свого виду.

Палеонтологічні знахідки дозволяють досить повно простежити процедуру канібалізму. Людські тіла були ефективно використані, і це може бути причиною того, чому більшість кісток роздроблені або іншим чином сильно пошкоджені. Повних черепів немає, зазвичай відсутні елементи обличчя та задньої частини черепа, коли зрізають прикріплення м'язів на обличчі та основі черепа. Інтенсивна зміна обличчя, ймовірно, мала на меті отримати доступ до мозку. Ймовірно, було травмоване тім'я голови, що призвело до шрамів від удару на зубах біля лінії ясен. Кілька фрагментів черепа демонструють лущення. На ребрах також є порізи вздовж прикріплення м'язів, що відповідає видаленню шкіри, а також є порізи вздовж ребра, що може бути пов'язано з видаленням нутрощів. М'язи потилиці були відрізані, а голова та шия, ймовірно, відірвані від тіла. Хребці часто розрізали, обдирали, перекусували. М'язи на всіх ключицях відпиляли, щоб від'єднати плече. Стегнову кістку розстрожили, ймовірно, щоб витягти кістковий мозок. Руки та ноги по-різному виявляють відокремлення, порізи або лущення, ймовірно, в результаті розчленування.

Загалом, в основному були підготовлені більш м'ясні ділянки, а решта вибракована. Це свідчить про те, що вони різали людей з метою харчування, але на обличчі зазвичай помітно більше порізів, ніж на обличчях тварин. Коли це спостерігається в доісторичних зразках сучасної людини, це зазвичай інтерпретується як доказ екзоканібалізму, форми ритуального канібалізму, коли хтось їсть когось із не своєї соціальної групи, наприклад ворога із сусіднього племені. Але, під час огляду доказів канібалізму у 1999 році іспанський палеонтолог Йоланда Фернандес-Хальво та її колеги натомість приписали відносну кількість порізів на обличчі у зразку *Homo antecessor* різко контрастній структурі м'язових прикріплення між людьми та типовими предмети здобичі тварин (тобто для зняття шкіри з людського обличчя просто потрібно було більше надрізів, або м'ясники були менш знайомі з зняттям шкіри з людей). У 2019 році іспанський палеоантрополог Хесус Родрігес та його колеги стверджували, що демографічну ситуацію краще пояснити тим, що

одноплемінники (вже мертві через природні причини, війну чи нещасний випадок) просто уникають марнування їжі, особливо враховуючи високий рівень смертності молоді в сучасних групах мисливців і збирачів.

Рослинна їжа була присутня в меншій мірі. Тут в ту пору були сформовані зарості оливкових, мастикових, букових, фундукових та каштанових дерев. Посеред трав'яних ландшафтів зустрічалися ягоди, які вживалися, як їжа або ліки. Кількість доступної рослинної їжі зростала із наближенням міжльодовикового періоду.

На сьогодні триває дискусія про володіння цього виду вогнем. З одного боку, немає жодних доказів того, що він міг володіти вогнем і готувати їжу. Зношування на корінних зубів вказує на більш часте споживання більш абразивної та механічно складної їжі, ніж пізніші європейські види. Наприклад, мова іде про сире, а не варене м'ясо та коріння, бульби, кореневища, тощо. Оскільки, використання вогню вперше зафіксовано ще в *Homo ergaster*, то важко сказати, чи ця технологія була втрачена і потім знову здобута, ми маємо справу із локальними відмінностями на Іберійському півострові, чи у нас просто недостатньо знахідок, щоб стверджувати, що дійсно *Homo antecessor* не використовував вогонь. Щодо останніх, то є кілька залишків вуглинок за межами печери та обпалені кістки тварин, які є недостатніми доказами і можуть бути лише наслідками пожеж. З технологією використання вогню чи без неї *Homo antecessor* став домінуючим хижаком, який своєю діяльністю прямо чи опосередковано міняв оточуючі ландшафти. Якщо генетичні зміни мовного апарату супроводжувалися покращенням комунікації, то в цього виду мали активно розвиватися екологічні знання необхідні для тогочасного мисливця.

Близько 700 тисяч років до нашої ери в Африці сформувалася гайдельберзька людина (*Homo heidelbergens*). Близько 400 тисяч років до нашої ери вони покинули батьківський материк і почали розселюватися Євразією. Практично одразу від них відділилися в Європі неандертальці, в Азії денісівці. За сто тисяч років на території її прабатьківщини виникла сучасна людина, яка їх повністю витіснила або замінила.

Гейдельберзька людина, більш за все, їла крупну дичину частіше, ніж попередники. При цьому, м'ясо стало важливим компонентом дієти. Загалом раціон може бути різноманітним — наприклад, жителі Терра Амата, в основному їли оленів, а також слонів, кабанів, козлів, носорогів і зубрів. В африканських місцях зазвичай знаходять бичачі та кінні кістки. Збільшення м'ясного прожитку може свідчити про розвиток стратегії групового полювання в середньому плейстоцені. Наприклад, у Торральбі та Амброні тварин, можливо, загнали в болота перед тим, як їх убити, що призвело до оточення та перегону великою групою мисливців у скоординованій та організованій атаці. Експлуатація водних середовищ, як правило, недостатня, незважаючи на те, що деякі ділянки знаходяться в безпосередній близькості до океану, озер або річок.

Ймовірно, також часто споживали рослини, включно з сезонними, але масштаби їхнього використання невідомі, оскільки вони не скам'яніють так добре, як кістки тварин. Якщо припустити, що дієта містить багато нежирного м'яса, людині знадобилося б споживання великої кількості вуглеводів, щоб запобігти отруєнню білками, наприклад, споживаючи у великій кількості кореневища, кору дерев, ягоди чи горіхи.

Для захисту від негоди в льодовикову епоху використовувалося житло. Чітких доказів про використання вогню не знайдено. У Європі є докази споруджених житлових споруд. Це були хатини з міцним фундаментом, побудовані в місцях, переважно захищених від погоди. Вони були поширені в кромерському міжльодовиковому періоді. Найдавнішим прикладом є кам'яний фундамент віком 700 000 років із Пржезлетіце, Чеська Республіка. Це житло, ймовірно, мало склепінчастий дах із товстих гілок або тонких жердин, що підтримувався фундаментом із великих каменів і землі. Вважається, що інші подібні житла існували під час або після Гольштейнського міжльодовикового періоду, який розпочався 424 000 років тому. Вони, ймовірно, були зайняті взимку, і, маючи в середньому лише 3,5 м × 3 м (11,5 футів × 9,8 футів) у площі, вони, ймовірно, використовувалися лише для ночівлі, тоді як інші дії (включаючи пожежну службу), здається, виконувалися на вулиці. Технологія менш постійного намету, можливо, існувала в Європі в нижньому палеоліті. Такі адаптації дозволили розширити ареал поширення виду на північ в інтергляціалі або не кочувати на південь в льодовиковому періоді.

Гейдельберзька людина мали сучасну людиноподібну під'язикову кістку (яка підтримує язик) і кістки середнього вуха, здатні точно розрізняти частоти в діапазоні нормальної людської мови. Судячи з смуг на зубах, вони, здається, були переважно правшами, а праворукість пов'язана з латералізацією функції мозку, яка, зазвичай, пов'язана з обробкою мови у сучасних людей. Отже, припускають, що це населення розмовляло якоюсь ранньою формою мови. Це дозволяло не лише бути успішним колективним мисливцем, а й ускладнювало їхні світоглядні концепції. Наприклад, ускладнилися поховальні обряди. Чисельно гейдельберзькі люди жили невеликими групами до 50 особин. Можна припустити, що їхні знання про екологію пов'язаних із людьми видів були набагато глибшими та докладнішими.

Близько півмільйона років тому на півночі від гейдельберзької людини відділилися дві споріднені гілки – неандертальці та денісівці, а на півдні, в Африці, 200 тисяч років тому з'явилася сучасна людина розумна. Неандертальці і денісівці виглядали ідеально адаптованими до умов середовища свого ареалу. Вони мали великий досконалий мозок із добре розвинутими зоровими ділянками. Це робило їх вправними мисливцями і точними майстрами по виробництві кам'яних знарядь праці. Свій універсальний кам'яний ніж, конструкція якого не мінялася протягом сотень тисяч років, вони робили за кілька годин, не роблячи практично жодного зайвого руху. В той же час представники нашого виду могли потратити на аналогічну роботу 1-2 дні, при цьому роблячи багато зайвих надломів та зіпсувавши купу заготовок. Черговий дубляж ділянки NOTCH зробив нашу увагу дещо розсіяною.

Одним із механізмів адаптації неандертальців до умов середовища був надзвичайно високий рівень тестостерону. З одного боку, це консервувало розвиток соціальних відносин та технологій. Отже, рівень виживання цих людей, викликаний соціальними змінами не зростав. Тиск на природу залишався сталим. Неандертальці вперто полювали переважно на крупну здобич, використовуючи пряме зіткнення із ними та практикувати різні форми канібалізму. У зв'язку із цим стояли певні системи табу, які обмежували використання дрібної здобичі, зростання частки рослинної їжі та використання металевих зброї. Другим фактором є зниження кількості зачатків у неандертальських жінок, викликаний тим само тестостероном. Ці два фактори контролювали чисельність населення, а отже його тиск на навколишню природу.

### **3.2. Людина сучасного типу та довкілля**

Сучасна людина виникла в Африці і швидко поширилася континентом. Ця подія відбулася 200-250 тисяч років тому і Східній частині материка. Найдавніші знахідки було зроблено в долині річки Омо (Ефіопія). За традиційними уявленнями антропологів та археологів близько 60-70 тисяч років до нашої ери (рис. 2). Спочатку розселення було направлене вздовж Індійського Океану. За п'ять тисяч років люди заселили усе його північне узбережжя і острови між Євразією та Австралією (Clarkson, et all. 22014). Європа заселялася другою хвилею, коли близько 45 тисяч років до нашої ери людина вирушила на північ у землі зайняті неандертальцями та денісівцями. Близько 25 тисяч років до нашої ери людина рухаючись вздовж тихоого океану потрапила в Північну а потім і Південну Америки. Вже після останнього зледеніння ареал сучасної людини поширився аж до Північного льодовитого океану. Окремі райони Північної Америки та острови в Атлантичному і Тихому океанах заселялися в історичну епоху від п'яти до однієї тисячі років до нашої ери.

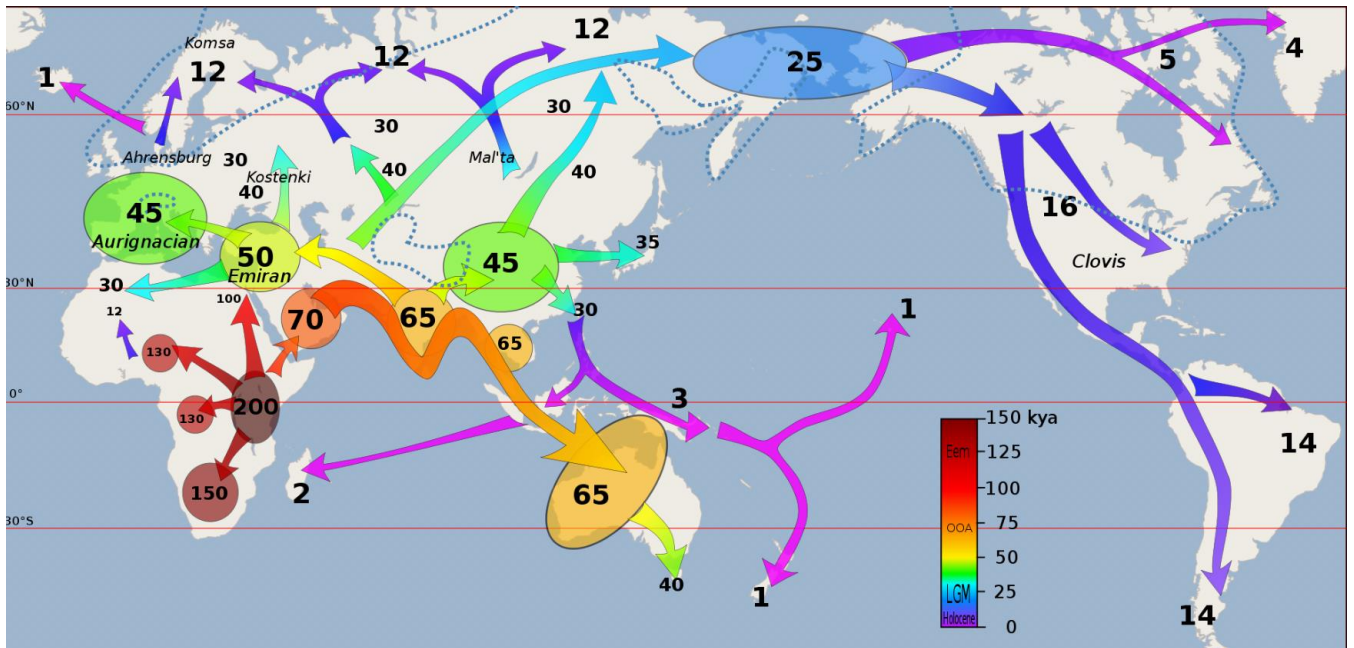


Рис. 2 Традиційна схема поширення сучасної людини  
 ([https://en.wikipedia.org/wiki/Human#/media/File:Early\\_migrations\\_mercator.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Human#/media/File:Early_migrations_mercator.svg))

Однак, сучасні відкриття ставлять під сумнів такі темпи розподілу (Armitage, et all. 2011). Наприклад у 2019 році на території Греції було знайдено фрагмент черепа сучасної людини вік якої 210 тисяч років. Ми можемо припустити, що до катастрофічного виверження вулкану Тоба (острів Суматра, Індонезія) в  $73 \pm 4$  тисячному році до н.е. людина жила переважно в Африці, але час від часу невеликими групами виходила за її межі. Виверження було такої сили, що на тривалий час наступила вулканічна зима. Велике число людей, рослин і тварин було знищено на більшій частині світу та розпочався черговий малий льодовиковий період. Виверження тривало кілька тижнів і у повітря було викинуто тисячі квадратних кілометрів попелу. Це зашкодило біоті в радіусі на кілька тисяч кілометрів. Навіть сучасні люди, які перебували на той час в Африці зазнали катастрофічного впливу. Вважається, що їхня чисельність знизилася до 2 тисяч осіб. За словами вченого з Іллінойського університету Стенлі Емброуза людство пройшло через горловину пляшки, сильно збіднивши свою генетичну різноманітність. Деякі окремі популяції шимпанзе більш генетично різноманітні ніж усе людство в цілому із усіма візуально відмінними расами. Однак, інші види людини, що жили в Євразії зазнали ще більшої шкоди. Стартуючи із екваторіальної Африки сучасна людина мала чудові шанси на швидке розселення та колонізацію звільнених від них територій. Оскільки, Океанія, Південна та Східна Азія постраждали від вулкану Тоба насамперед сюди були направлені перші хвилі міграції.

Ще однією сприятливою причиною для успішного розселення світом сучасної людини, було її вміння та гнучкість щодо пристосування до умов середовища. Неандертальці та денісівці не мали такої гнучкості та залишалися консервативними щодо способу життя та добування їжі. Ми можемо припустити, що були зіткнення між сучасними людьми та неандертальцями, але не вони стали основною причиною для зникнення останніх. Високий рівень тестостерону спричиняв низьку народжуваність серед неандертальців, що було досить логічним у жорстких умовах півночі. Тож, коли якась територія звільнялася від певної неандертальської групи, то вона не могла бути одразу зайнята їхніми співплемінниками. Сучасна людина розмножувалася в рази активніше. Саме тому *Homo sapiens* займали вивільнені в результаті катастрофи, епідемії чи нещасних випадків території. Якщо там перебувало невелике плем'я неандертальців, то воно було асимільовано. Часто ініціаторами асиміляції були неандертальські жінки. В ті часи панували матрилінійні та матрилокальні зв'язки. Родовід вівся по жіночій лінії і умовний «чоловік» часто переходив жити до родичів умовної «жінки». Крім того племена часто ставилися вороже до сусідів і були досить сильно ізольовані. За твердженнями деякого із антропологів, генетичні відмінності в ті часи між сусідніми племенами були набагато сильнішими ніж між теперішніми географічно

віддаленими расами. Однак, жінки мали змогу за потреби переходити в інші племена. Саме у такий спосіб неандертальські жінки переходили в кроманьйонські спільноти. Однак, між сучасною людиною і неандертальцями вже сформувався репродуктивний бар'єр – лише 7% статевих контактів між кроманьйонцем та неандерталкою завершувалися народженням живого і здорового потомства. Ці дані в подальшому будуть уточнюватися, але на сьогодні відомо, що ми отримали від автохтонних неандертальців ряд генів. Їх в європеїдних рас на сьогодні біля 3%. Сучасні дані вказують на те, що ці гени могли мігрувати практично всім ареалом сучасної людини і бути перенесеним навіть на південь від Сахари (Ackermann, Maskau, Arnold, 2015). Серед них вища стійкість до застудних хвороб, що сприяло розселенню кроманьйонців на північ, світле волосся, світліша шкіра, сірі або блакитні очі, тощо.

Сучасна людина, розселившись кількома материками проявляла значну екологічну гнучкість. Її здобич та джерела їжі були більш різноманітними, що в свою чергу знижувало тиск на певні види крупних травоядних. З другого боку, здатність до нарощування кількості населення могло призводити до локальних втрат ресурсів. Це спонукало до постійної міграції на незаселені території.

### 3.3. Історія відносин *Homo sapiens sapiens* із навколишнім середовищем

Історію відносин сучасної людини із довкілля можна розділити на дві частини: прокроманьйонську та постнеолітичну. Племена прокроманьйонського типу вели мисливсько-збиральницький напівкочовий спосіб життя, аналогічний до інших представників роду *Homo*. Однак, наблизившись до льодовика та добре до нього адаптуючись, спосіб життя дещо видозмінився. Все було обумовлено тим, що в при льодовикових степах та лісотундрі, знаходилася величезна кількість крупної здобичі. В той час, коли неандертальці «по чесному» намагалися вбити здобич у прямому поєдинку, кроманьйонці проявляли гнучкість та хитрість. Це частіше зберігало життя мисливцям та формувало сталість у забезпеченні групи їжею. Тварин заганяли в вузькі ущелини, долини річок із крутими схилами та яри і там убивали із безпечної відстані. Кожне таке полювання забезпечувало родоплемінну групу їжею на кілька тижнів або й місяців. Справа в тому, що на відміну від сучасних мисливців та збирачів, які розташовані в основному в екваторіальних та тропічних широтах, кроманьйонці мали змогу протягом тривалого часу зберігати свою здобич. Адже, льодовиковий період провокував довгі зими та вічну мерзлоту. Таким чином, отримане на полюванні м'ясо протягом тривалого часу могло зберігатися в їстівному стані. Вивільнений час, спричинив серед племен кроманьйонців культурний бумх. Це відбивалося не лише на можливості експериментувати із засобами лову, а й займатися мистецтвом. Як образотворче мистецтво, так і музика набувають в ці часи небувалого розквіту. Наприклад, на одній із стоянок було знайдено кісткову флейту, здатну відтворювати звуки в дві октави. З'являються й інші цікаві артефакти. Під час дослідження стоянки в районі сіл Збраньки та Клинець (стоянка «Клинець 2») було знайдено мнемонічну «дощечку» – праобраз сучасного символічного письма.

Такі стабільні відносини між людиною та довкіллям зберігалися протягом останнього зледеніння в Європі. Можливо, після того як можливості для експансії були б вичерпані, людство увійшло б в кризу відносин із довкіллям, але це не сталося, бо льодовиковий період закінчився. Це була справжня катастрофа для кроманьйонського населення. Традиційна здобич зникла разом із трансформацією екосистем. Це призвело до руйнування соціальних традицій і культури, та активного пошуку нових способів виживання. З'явилися ще більш винахідливі способи лову, розраховані на дрібну швидку дичину. Все більшу частку їжі почали займати різні фрагменти рослин. Саме зосередженість на рослинах призвела до першої спроби освоїти землеробство. Це сталося близько 8 тисяч років до нашої ери на території Передньої Азії. Якби не зміни клімату, які зробили північну Африку та передню Азію більш посушливими та прохолодними регіонами, людство освоїло б землеробство на дві тисячі років раніше. Але в умовах невеликого повернення до льодовика (малий льодовиковий період), землеробська традиція жевріла лише в невеличких

оазах річок Йордан, Тигр та Євфрат, щоб потім разом із неолітичною революцією повністю змінити відносини людини із її навколишнім середовищем.

Неолітична революція і наступні фундаментальні зміни у відносинах людини і довкілля поширилися не на усі спільноти водночас. Велике число дрібних племен залишалися жити первісним життям мисливців і збирачів, подібним до того, що проживали більшість сучасних людей ще до 8 тисячоліття до н.е. Велика частка цих племен порушила свій життєвий уклад лише в період від епохи великих географічних відкриттів і аж до середини XX століття. На сьогодні, дуже мало груп людей продовжують вести такий повністю «первісний» спосіб життя.

Етнологічні та етнографічні дослідження сучасних племен мисливців і збирачів стали другим джерелом інформації про екологічні знання цієї тривалої епохи. Ці знання склалися із двох компонентів: досвіду мисливців і збирачів, який передається під час навчання з покоління в покоління та релігії. Релігія таких племен включає в себе елементи, магії, анімізму та тотемізму. Релігія – це певна форма адаптації соціуму до умов середовища. В простих соціальних групах вона включає в себе лише ось ці елементи плюс культ предків, жорстко пов'язаний із ними Коли соціальна група ускладнюється, тоді наслідуючи її змінюється і демонологічна структура релігії. Так замість пантеїстичних духів, які живуть в різних речах з'являються антропоморфні божества. Коли міста-держави об'єднуються між собою цей антропоморфний пантеон вишиковується в певну ієрархію родового типу. А коли виникає абсолютна соціальна ієрархія, тоді з'являється монотеїзм або дуже жорстка ієрархія демонологічного пантеону. Наприклад, описуючи дохристиянські вірування древлян та русичів, Нестор описує їхніх богів як грецький пантеон. Оскільки, між ним і епохою, коли на Русі панували дохристиянські вірування, пролягали півтора століття. Уявіть що ви описуєте вірування численних племен не маючи достатньої кількості свідчень. Більш за все руські боги в яких вірять сучасні неоязичники, були витвором фантазії в якому об'єдналися норманські та грецькі пантеони. Сучасні етнографічні розвідки не знаходять залишків їхньої присутності. В той же час магія, анімізм та тотемізм постійно присутні в напівізолюваних спільнотах Полісся та Карпат нашого часу.

Крім екологічних знань, які дозволяють їм здобувати їжу, адаптуватися до мінливих умов середовища та захищатися від небезпек, мисливці та збирачі мали певні обмеження, які мали значення в довготривалій стратегічній перспективі. Мова йде про обмеження, які виражаються в тотемах та табу. Наприклад, уся «конституція» племен ака, мбуті, ефе лісового масиву Ітурі (Центральна Африка) за словами ). Жан-П'єр Алле зводиться до 18 пунктів:

1. Богохульство;
2. Боягузтво на полюванні;
3. Використання для полювання капканів;
4. Вирубування великих дерев;
5. Відмова в допомозі пораненому чи заблукалому;
6. Жорстоке поводження із дітьми;
7. Забруднення води;
8. Зіпсування їжі;
9. Крадіжки;
10. Магія;
11. Неповага до батьків та старших;
12. Нерозумне знищення тварин;
13. Обмова.
14. Перелюб;
15. Побиття дружини;
16. Побиття чоловіка;
17. Поїдання яєць;
18. Убивство;

Вони «моляться» тропічному лісу і приносять йому свої жертви (під час їжі загортають в листок шматок і кладуть між гіллям). Головним принципом їхнього життя є «відноситись до природи так як хочеш, щоб вона відносились до тебе».

Також, важливе значення мають тотемні (священні) організми. Щодо них існують заборони на полювання чи збір, обмеження щодо цього або спеціальні ритуали. Наприклад, у племені банту під таку заборону потрапляли бик, крокодил, лев і блакитна антилопа. Їх не можна було не тільки вбивати а й роздивлятися. Так під час антиколоніального повстання у Кенії (1952-1956 роки) було зірвано великий наступ повстанців із загону «лісових бійців». Вони вірять в те, що якщо дорогу перейде блакитна антилопа, то нею не варто йти, а задуману роботу не слід виконувати. Тому, коли на шляху повстанців з'явилась ця тварина, вони повернули назад, не вийшовши на свої позиції біля столиці.

Отже, на цьому етапі розвитку екологічних знань головну роль відігравали певні міфологічні уявлення та досвід мисливців та збирачів. Ці уявлення почали зазнавати трансформації під час формування перших сільськогосподарських спільнот. Перехід відбувся в 8000 до н.е. на території між Туреччиною та Іраком. Перша знахідка, яка про це свідчила була зроблена у північному Іраку, (Ярмо) в 1948 році. Ярмо – це невисокий пагорб, де американський археолог Роберт Дж. Брейдвуд виявив залишки дуже стародавнього селища, причому фундаменти будинків були з тонкими стінами з утрамбованої глини, а будинок поділявся на маленькі кімнати. У ці будинки, мабуть, вмістилося б від ста до трьохсот чоловік. Тут було відкрито дуже давні сліди ведення сільського господарства. У нижніх, найдавніших шарах, що виникли за 8 тис. років до н.е., знайшли кам'яні інструменти для обробки ячменю та пшениці, а також кам'яні посудини для води. Посуд із обпаленої глини розкопали лише у вищих шарах. (Кераміка була значним кроком уперед, бо у багатьох районах глина зустрічається набагато частіше каменю і з нею незрівнянно легше працювати.) Знайдено також і залишки одомашнених тварин. Ранні хлібороби Ярмо утримували кіз та собак. Пагорб Ярмо розташоване на підніжжі гірського ланцюга, де повітря, піднімаючись вгору, охолоджується і йде дощ. Це дозволяло древнім землеробам отримувати багаті врожаї, необхідні для прогодування населення, що постійно збільшувалося. Однак біля підніжжя гір, де дощі випадають удосталь, ґрунтовий шар тонкий і не дуже родючий. На захід і південь від Ярмо лежали рівнини із багатими ґрунтами, чудово придатними для сільськогосподарських культур. Згодом, цю широка смугу родючих ґрунтів, яка йшла від місця, із сучасною назвою Перська затока, аж до Середземного моря назвали Родючим Півмісяцем. На півдні вона відокремлювалася Аравійською пустелю, що була надто сухою, піщаною та кам'янистою для сільського господарства. Її просторова форма нагадувала величезний півмісяць довжиною понад 1600 км, за що й отримала свою назву.

Цю першу землеробську культуру сформували дві групи племен мисливців збирачів, які раніше між собою мало контактували. Про це свідчить останній генетичний аналіз їхніх решток (Marchi, 2022). Виникає запитання чи могло землеробство виникнути, як результат контакту між цими двома групами? Одна із цих груп була місцевою та досить генетично різноманітною. Останнє явище обумовлене тим, що вона зберегла свою високу чисельність через льодовик та катастрофічні зміни, а також через те, що вона знаходилася на межі ареалів кількох популяцій сучасної людини. Друга група попередньо (вона відділилася близько 25 тисяч років до н.е.) проживала в Європі. Через вплив льодовика вона була малочисельною та генетично відносно одноманітною. Танення льодовика та трансформація місцевих екосистем, була справжньою катастрофою, яка спонукала не лише до зміни способу життя, а й до міграцій. Тому, вплив зустрічі двох груп племен сучасної може мати різні причини впливу на виникнення сільського господарства.

Перша із них – це активний розвиток технологій на стику культур. Ми спостерігаємо це протягом усієї історії розвитку нашої цивілізації. Її основні кроки вперед відбувалися саме в місцях зустрічі різних культур. Ділянки віддалені від кордонів, зайнятих якоюсь культурою, більш консервативні. Те саме відбувається на територіях ізольованих від великих шляхів переміщення людей та товарів. У зв'язку із цим можна припустити, що це була територія, де зустрічалися північні людські культури із азійськими та африканськими. При цьому, це могла бути екотонна контактна зона різних племен, а не зустріч в наслідок міграції. В таких умовах місцеве населення було більш відкрите до нових ідей. Оскільки, дичини та традиційних рослин було менше, а кількість населення зростає, то пошук нових способів добування їжі був актуальним.

Друга версія, щодо впливу контакту європейської та азійською є землеробство як наслідок контакту вищеназваних культур. Прихід чужинців на території Передньої Азії створило підвищений тиск на традиційні харчові ресурси. Цей перехід зробила місцева група, на яку тиснули більш активні прибульці; мігранти, які не мали якісних угідь для полювання та збиральництва; одночасно обидві групи чи ті, які були їхнім об'єднанням? На сьогодні це невідомо, але останній варіант найбільш ймовірний. Ми знаємо із генетичних досліджень, що першими землеробами були саме метисизовані особини. Можливо такі спільноти були більш відкритими не лише до шлюбів між прибульцями та автохтонами, а й до нових ідей.

Оскільки, з ряду причин харчові ресурси в дикій природі скорочувалися, то виникла серйозна продовольча криза для місцевого населення. Водночас велика кількість злаків навколо створювала альтернативне джерело їжі. Разом із тим, злаки досить проблемний продукт для споживання його в їжу в необробленому вигляді. На сьогодні відомо випадки, коли окремі групи видів людини переходили переважно на злаки. Головною проблемою при цьому є стирання зубів. Оскільки, стоматологія в кам'яному віці, ще не могла вставляти штучні коронки на заміну стертих, то втрата цілісності зубів в більшості 25-30 літніх людей, була справжньою проблемою. Однак, використання камінних знарядь та вогню для пом'якшення зерна частково вирішили цю проблему. Як виявилось, що збір зерна дикорослих злаків набагато вигідніший ніж полювання та пошуки інших видів рослин. Звичайно мисливські та збиральницькі традиції не зникли протягом наступних тисячоліть, але основою для їжі стали саме злаки. Першими стали ті, які мають найбільш м'які зернівки та найдоступніші із них. Наприклад, злаком номер один тривалий час були родичі теперішнього буряну мишію (*Setaria*). Однак, перехід до такого способу господарювання мав ряд проблем, які потрібно було вирішити за допомогою впровадження нових технологій. Їх можна звести до двох груп: транспортування та зберігання. Злаки, які мають привабливі зернівки під час транспортування у вигляді снопів більшість із них втрачали. Зріле зерно мишію дуже легко осипається і лише невелика частка була принесена до житла. Цю проблему вирішили за рахунок переходу до видів, які можна було транспортування на далекі відстані. Мова іде насамперед про ячмінь. Разом із тим, його зернівки потрібно було обмолочувати. Ця процедура супроводжувалася розсіюванням зернівок, які проростали навколо житла. Це стало ще одним способом вирішення проблеми транспортування. Вирощені біля поселення злаки не потрібно було транспортувати на далекі відстані. Це давало більші урожаї на меншій території, що економило ресурси і час. Проблема зберігання урожаю згодом вирішила кераміка.

Перехід до землеробства не вирішив, ні соціальних проблем, ні у відносинах із довкіллям. Оскільки, різні ділянки мали різну родючість ґрунтів, то на основі цього виникає жорстке протистояння за землю та за збереження урожаю. Це в поєднанні із тяжкою працею вплинули на здоров'я та благополуччя населення. Рештки скелетів із цієї епохи демонструють враження опорно-рухового апарату через постійне перенесення важких вантажів. Крім того, більшість чоловічого населення страждало і гинуло від насильства. Найбільше ушкоджень зазнавав лицевий відділ черепа, що вказує на жорстокість поєдинків між людьми.

Здавалось би, що перехід до землеробства і тваринництва має знизити тиск людини на дику природу. Однак, найбільш продуктивні екосистеми були знищені та замінені на сільськогосподарські угіддя, а розведення кіз повністю порушили відновлення лісових екосистем. Оскільки, на пасовища було відведено найменш продуктивні землі, то часто основною їжею для кіз були молоді паростки дерев. Це повністю змінили оточуючі ландшафти. Оскільки, лісові екосистеми є стабілізаторами мезоклімату та водного режиму річок та підземних вод, то скорочення їхніх площ та порушення цілісності структури заклали підвалини для наступної катастрофи відносин з довкіллям. До цього слід додати про руйнування існуючих запобіжників у вигляді тотемів та табу. Саме із цієї причини, зміни клімату, які прийшли за кілька сотень років після формування землеробських поселень, повністю знищили новоутворену цивілізацію та зупинили поширення сільського господарства. Ця пауза в розвитку відносин людства із довкіллям існувала протягом майже двох тисяч років.



## 4. ЕКОЛОГІЧНІ ЗНАННЯ В АНТИЧНОМУ СВІТІ

### 4.1. Екологічні та природоохоронні ідеї Месопотамії

Пом'якшення клімату в 6-4 тисячолітті до нашої ери призвело до того що залишки землеробської культури почали незворотно поширюватися світом. Можна було спостерігати два основних напрямки руху землеробських технологій – північний (вздовж долини Дунаю) та східний (паралельний до північного узбережжя Індійського океану. Від оцих двох культурно-технологічних магістралей у різні боки сільське господарство поступово охоплювало увесь світ. Незважаючи на те, що землеробство та скотарство породило велике число негативних явищ (загострення міжплемінних конфліктів, тяжкі умови життя, загрози епідемій тощо), воно сприяло розвитку технологій. Це обумовлено із переходом від малих консервативних соціальних груп до великих родо-племінних поселень, які згодом переросли в міста-держави. В таких умовах, з'явилися люди, які отримали можливість не просто звільнитися від тяжкої щоденної праці, а й забезпечувати себе та свою родину впровадженням інноваційних технологій. Все більш широкого вжитку набувало виробництво металів – спочатку міді, а потім бронзи. Мінялися і сільськогосподарські технології (обробітку ґрунту, приручення та способів використання домашніх тварин). Одним із найперших великих «технологічних хабів» стала Месопотамія – околиці межиріччя Тигру та Євфрату.

Розквіт Межиріччя був пов'язаний із ще одним технологічним нововведенням. Інновацією, яка спричинила перехід від родово-племінних поселень до міст із організованою бюрократією та виразним розподілом професійної діяльності стала іригація посівів. Справа в тому, що під час першої спроби створення землеробської культури, відбувалася жорстка прив'язка до узбережжя річок. Повернення похолодання призвело до скорочення ареалу землеробства в межах невеликих оаз. Відновлення його поширення також ішло долинами річок. В таких умовах не було можливості сконцентрувати в одному місці більше кількох сотень жителів. В найбільш сприятливих умовах мова йшла про кілька тисяч. Наприклад, трипільська цивілізація знаходилася в оптимальних агро-кліматичних умовах. Однак, найбільші її поселення містили до 25 тисяч жителів (с. Тальянки, 2 700 будинків, на площа 450 га), по 10 тисяч жителів (с. Доброводи, площа 250 га та с. Майданецьке 1575 будинків на площі 270 га). Ці поселення були сформовані в 3800-3700 роках до нашої ери. В кліматичних умовах Передньої Азії, такі поселення функціонувати не змогли б. Однак, використання штучного поливу дозволили цим містам ставати справжніми неолітичними мегаполісами. Наприклад, в місті державі Ур проживало 65 тисяч жителів, що відповідає 0,1% усього населення планети. Саме місто займало площу 317 га, а агломерація, яка його забезпечувала 9000 га.

**4.1.1. Система відносин із навколишнім середовищем в Шумері.** Перехід від окремих міст до перших держав виник через бажання окремих міських еліт поширити свою владу на сусідні міста. Нові підходи до землеробства створювали надлишки продуктів, які дозволяли утримувати групи населення не пов'язані із сільськогосподарським виробництвом. Збільшується число служителів культу, ускладнюються і формалізується релігійна процедура. У племен мисливців вождь здебільшого брав участь у полюванні, будучи його організатором та лідером. Шаманом часто ставала людина із шизотиповим або obsesивно-компульсивним розладом особистості. Як стверджує доктор Роберт Сапольски в своєму циклі лекцій «Біологія поведінки людини», що плем'я мисливців могли утримати одного шамана, але коли кандидатів на цю «посаду» ставало більше, то плем'я від них позбавлялося. Утримувати декілька шаманів групі первісних мисливців було незручно та не до снаги. Інша ситуація була в містах Месопотамії. Тут релігійна практика стала доступною для значного числа людей. Нею займалися не лише містяни із схильністю до магічного світогляду, а й ті, хто бачив релігійні ритуали більш привабливими ніж тяжка праця на полі. Те саме відбулося із представниками влади. Керувати такою значною кількістю людей одному вождю вже було не до снаги. Почала вибудовуватися владна ієрархія та численний бюрократичний апарат. Для того, щоб підтримати соціальну нерівність, яка ставала все

більше очевидною, та здійснювати заходи безпеки щодо сусідніх міст і агресивних кочівників, сформувалася група професійних силовиків.

Зміна структури суспільства відобразилася в релігії. З точки зору екології релігія – це спосіб соціуму адаптуватися до певних умов середовища. Мається на увазі не лише до природного середовища а й соціального. Наприклад, ритуальний канібалізм на островах між Євразією та Австралією – це форма релігійної практики, яка обумовлена відсутністю білкової їжі на цих островах. З приходом людини на цю територію 50-60 тисяч років тому та збільшенням її чисельності, відбулося повне винищення крупної фауни. Виникла загроза голоду чи, частіше, наслідків білкового голодування. Від поширеної в тропіках хвороби квашіоркор гине щороку до двох з половиною мільйонів дітей. Однак, цього не спостерігається серед Маорі, які практикують канібалізм. Він є для них частиною анімістичного світогляду, який скеровує до певних способів поводження із покійниками. Це є аналогом того як ведуть себе деякі печерні тварини. Вони, перебуваючи в умовах дефіциту їжі, під час кожної линьки з'їдали свою шкіру. У випадку із деякими тропічними племенами релігійна практика, яка регулює поводження із покійником, давала їм змогу зменшувати дефіцит білка. Анімістичні та тотемістичні правила буття племені були основними регуляторами відносин із довкіллям. Так, у сучасних племен мисливців лісів Іттурі 50% табу стосувалися соціальних відносин, по 10 релігійної практики та правил особистої поведінки і 30% відносин із оточуючою дикою природою. Аналіз релігійних та законодавчих документів Шумеру вказує на те, що регуляція поведінки, пов'язаної із довкіллям, практично зникає. Спільнота зосереджується на відносинах між людьми та на обґрунтуванні існуючої соціальної ієрархії. Найстарішим зведенням правил є закони Ур-Намму. Це найстаріший збірник правил, складений шумерським царем Ур-Намму, засновником III династії Ура, приблизно в 2100-2050 рр. до н. е. шумерською мовою (рис. 3).



Рис. 3. Глиняна табличка із законами Ур-Намму (за матеріалами [https://en.wikipedia.org/wiki/Code\\_of\\_Ur-Nammu#/media/File:Ur\\_Nammu\\_code\\_Istanbul.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Code_of_Ur-Nammu#/media/File:Ur_Nammu_code_Istanbul.jpg))

Ці закони зосереджені на реорганізації армії, податкової системи, встановлення норми жертвоприношень, врегулювання системи зважування та вимірювання, а також описують його легітимність правління Ур-Намму з точки зору релігії, так його успішності у політиці, внутрішній та зовнішній. Останнім кодексом шумерів були Закони Липіт-Иштара (рис. 4). Вони були покликані закріпити існуючі економічні відносини в умовах посилення приватної власності, що викликали появу нових прецедентів у відносинах особистості та держави. Приклади законів Липіт-Иштара, що збереглися до нашого часу, стосуються правил і порядку найму робочої сили та майна, сімейного права і права спадкування, різних аспектів володіння приватною власністю, відносин у земельному та борговому праві. У законах Липит-Иштара не робилося різниці між рабом-військовополоненим, купленим рабом і рабом-боржником, не передбачалося жодної різниці у правовому відношенні між амореями та рештою населення Шумера і Аккада. Аналіз вказує на те, що закони були складені з урахуванням насамперед інтересів населення міст Ніппура, Ура та Ісіна.



Рис. 4. Глиняна табличка із кодексом Липит-Иштара (за матеріалами [https://en.wikipedia.org/wiki/Lipit-Ishtar#/media/File:Steele\\_-\\_Code\\_of\\_Lipit-Ishtar.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Lipit-Ishtar#/media/File:Steele_-_Code_of_Lipit-Ishtar.jpg)).

З іншого боку, через жорстку залежність урожаю від умов середовища, землероби мали б якось визначати умову взаємодії життя культурних рослин і довкілля. Це було зроблено лише частково. Спільнота жерців розвинула систему соціального паразитизму на цій тематиці. Вони усе пояснювали поведінкою антропоморфних божеств, які вимагали жертв за свої «послуги». У такому випадку екологічні знання відходили на другий план. Головне було знати деталі ритуалів та більше жертвувати. Один із релігійних текстів пише:

«Боги відчули запах,  
Боги відчули апетитний запах,

Боги, як мухи, зібралися над жертвою.»

Екологічні проблеми були справжньою загрозою для землеробських спільнот побудованих на іригації. Їх можна об'єднати в три блоки: засолення ґрунтів через постійний полив, зміни русла річки через замулення та його прискорення через активний обробіток ґрунту в долині річок.

Більш залежними від екологічних знань були пастухи. Оскільки, вони використовували виключно природні пасовища, то були вимушені бути добре обізнані з деякими властивостями екосистем, їхньою динамікою, поведінкою диких тварин, тощо. Усі їхні знання зберігалися в усній традиції, аж поки в кінці 13 на початку 12 століття до нашої ери Мойсей та Ісус Навин не записали їх. Ці п'ять книг Тори стали основою для усіх авраамічних релігій – іудаїзму, християнства та ісламу. В них можна простежити залишкові екологічні знання отримані від предків, які переважно були пастухами. Згідно із міфологією цих книг прабатько євреїв Авраам походив із шумерського міста Ур. В перших книгах Тори спостерігається різниця в авторському ставленні до землеробів та пастухів, на користь інших. Згідно із ними Авраам був вимушений покинути Ур і подорожувати різними державами східного Середземномор'я (Ханаан, Єгипет, тощо). Поєднання землеробства із кочівним способом життя було б не просто, тому пов'язані із ним семітські племена практикували торгівлю та тваринництво. Це сприяло розвитку уявлень про взаємодію живих організмів із навколишнім середовищем та загрозу екологічних катастроф для тогочасних міст-держав.

**4.1.2. Система відносин із навколишнім середовищем в Ассирії.** Ассирія – це держава-імперія, яка була розташована на півночі Месопотамії. Вона існувала в період із 24 століття до н.е. й до 605 року до н.е. Це утворення є унікальним для цивілізацій цієї епохи. Ассирія існувала протягом 18 століть. Вона виникла із міста-держави Ашур в бронзову добу, пережила катастрофу бронзового віку та стала першою в історії людства імперією вже в залізному віці. За усю свою історію Ассирія мала статус залежної області від інших держав або підкоряла їх собі. Її історія завершилася в 605 році в битві біля Каркеміша. Тут зішлись армії Давнього Єгипту та Вавилонського царства. Вавілон здійснював постійний тиск на Ассирію. Скориставшись її програвом мідійцям (захоплення ними Ашуру в 612 році до н.е.), вони захопили Ніневію. Сирійці відступили до Харану і надіялися на допомогу єгипетського фараона Нехао II. Однак, Навуходоносор II форсував Євфрат і в серії невеликих боїв, в тому числі в місті Каркеміш, розгромив єгиптян. Це не лише відкинуло Єгиптян аж до Гази а й поставило крапку і тисячолітній історії Ассирії.

Ассирія за своїми відносинами із природою була типовою месопотамською спільнотою. Вона опиралася на зрошувальне землеробство та була надміру урбанізована. Більшість населення було зосереджено в містах державах. Наприклад, Ніневех розрісся від 30 до 100 тисяч жителів. Відмінність від Шумеру полягала в тому, що тут іригація здійснювалася не стільки від головних річок, скільки від гірських струмків та колодязів. Це було обумовлено впливом географічного положення та близькості до гір на клімат, який був менш спекотний та посушливий, але більш прохолодний.

На прикладі Ассирії та Вавилону ми можемо спостерігати як трансформуються міфологічні уявлення про навколишній світ. Усю людську історію ці уявлення є антропоцентричними. У первісних мисливців та збирачів домінували анімізм, магія та тотемізм, який за своєю суттю був своєрідним різновидом анімізму. Згідно із положеннями першого людина є рівною до інших об'єктів довкілля (особливо живих істот), які теж мають душу. При цьому, як людина, так і окремі духи природи часто є зооморфними істотами. Однак, людина зуміла і тут обійти пантеїстичний принцип рівності. Їй на допомогу приходять магію, яка наділяє людину ексклюзивними можливостями вивищення над рештою світу. З появою сільськогосподарської практики анімізм поступово відходить на задній план, хоч і не зникає повністю. Слід визнати, що навіть під час сучасних етнографічних розвідок у віддалених районах Полісся і Карпат ми зустрічаємо залишкову анімістичну демонологію. Релігія орачів та пастухів передбачала існування численних антропоморфних надістот. Їх пов'язують з певними важливими для сільського господарства та побуту явищами. Однак, коли сільськогосподарські спільноти концентруються навколо міст відбувається певна централізація божеств. Із певної множини відповідальних за природні явища, заняття чи побутові дії богів обирається головний. Наприклад, в шумерів були: бог неба Ан,

богиня землі Ки, бог повітря Енلیل, бог води Енки. Коли місто Ур перетворюється на мегаполіс бронзового віку, тоді в ньому центральним божеством стає бог місяця Нанна (рис. 5). Засновник III династії Ур-Намму побудував для цього божества величезний зикурат, який став центральною релігійною спорудою столиці Шумеру та Аккаду (рис. 6).



Рис. 5. Бог місяця Нанна в стародавньому Урі (Джерело:

[https://uk.wikipedia.org/wiki/Нанна\\_\(місячне\\_божество\)#/media/Файл:Kudurru\\_Melishipak\\_Louvre\\_Sb23\\_n02.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/Нанна_(місячне_божество)#/media/Файл:Kudurru_Melishipak_Louvre_Sb23_n02.jpg)).



Рис. 6. Зикурат бога місяця Нанна в стародавньому Урі. (Джерело:

[https://uk.wikipedia.org/wiki/Ур#/media/Файл:Ziggarut\\_of\\_Ur\\_-\\_M.Lubinski.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ур#/media/Файл:Ziggarut_of_Ur_-_M.Lubinski.jpg)).

Ще однією особливістю месопотамських релігій є дуалізм їхніх божеств. В анімістичних уявленнях мисливців збирачів ці відмінності не були виразними. За допомогою магії можна було отримати собі помічника для певної справи, але, навіть у цьому випадку добрими або злими були вчинки практикуючого мага, а не духа, якого той використовує. Винятком може бути ставлення до померлих людей. З часу виникнення перших уявлень про життя після смерті і до сьогодні спостерігається дві тенденції ставлення про покійників. З одного боку, це турбота про їхнє буття після завершення життя, яка проявляється в присутності в похованні необхідних для життя предметів. З іншого боку, страх перед покійником породжує ритуали пов'язані із його убезпеченням. Сюди відноситься ритуальний канібалізм, зв'язування покійника, його спалювання та інші акти. Наприклад, у бронзовому віці в різних ділянках ойкумени з'являється традиція перевезення покійника через річку. Річка, що відділяє живих від мертвих зустрічається в багатьох

міфологічних системах. Навіть там, звідки ми не маємо писемних згадок, спостерігаються археологічні докази цієї процедури. Наприклад, із часів панування ямної культури і до Київської Русі на території Полісся поселення і некрополь розділялися невеличкою річкою.

Справжній дуалізм щодо обраних божеств починається лише в епоху перших об'єднань міст. Це відбувається із двох причин. Першою є вплив стихії, за яку відповідає певне божество, на життя і добробут місцевого населення. Друга, пов'язана із наявністю певного божества у ролі головного покровителя ворожого міста-держави.

«Богом екології» у давніх шумерів був Ду-музи, який відповідав за гармонію вічно живої природи. Пізніше у вавилонян він називався Таммуз. Саме із цим божеством пов'язують міфологічні положення про воскресіння, на які пізніше будуть базуватися їхні етичні імперативи.

У більшості шумерських міст головним божеством був Енлиль. Головним його містом був Ниппур. Це був бог землеробства, якого найчастіше згадували сьомого місяця року. Однак, коли міста держави та перші царства перетворюються на імперії з тиранами на чолі, відбувається нова трансформація релігійної практики. Так, на півдні Месопотамії бог землеробства Енлиль уступає лідерські позиції Мардуку. Тепер з'являються не лише боги природних явищ, побуту та ремесел, але і люди, які стають богами. Правителі імперських утворень стають рівними богам міфічними істотами. Таким чином, ми спостерігаємо релігію мисливців та збирачів, де людина була рівною іншим живим істотам, але могла порушити паритет за допомогою магії, далі з'являються численні антропоморфні божества (часто із тваринними елементами) і нарешті будь-яка людина може стати богоподібною або людські лідери можуть стати богами. Структура міфології, зокрема співвідношення між класичним анімізмом та ступеню антропоморфізму божеств чітко корелює із ставленням до довкілля.

Центральним божеством Ассирії був бог Ашшур, який водночас був головним богом ассирійської столиці (рис. 7). Це божество прийшло до ассирійців із шумерської епохи. Саме тому храм на горі Епіх називався шумерською Е-харсаг-кур-курра (Будинок гори земель). Це своєрідний аналог Енлиля. Оскільки, частка полювання та збиральництва на півночі Месопотамії була вища, тому від бога землеробства він трансформувався в бога мисливця. Від попередника залишилася його прихильність до биків – тотемних тварин землероба.



Рис. 7. Бога ассирійців Ашшур. (Джерело: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Ашур#/media/Файл:Ashur\\_god.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ашур#/media/Файл:Ashur_god.jpg))

Ассирійські жерці наділили його всіма відповідними характеристиками повелителя Всесвіту, творця та організатора космосу і зробили отцем богів. Його головним жерцем став цар Ассирії. Коли Ассирія захоплювала якийсь народ, то першим, що вона робила – це розповідали про могутність Ашура і про його перемогу над місцевими богами. Разом із тим насильно культ Ашура (ашуризм) не нав'язувалися. Після взяття під контроль вавилонських земель вони запозичили чудово розроблену міфологію, пов'язану із світобудовою. Єдине, що вони зробили, то

це замінили Мардука на Ашура. Ця система міфів перекочувала також в авраамічні релігії і залишилася аж до наших днів у дещо модернізованому вигляді.

Також, в асирійській традиції з'являється дерево життя – поширений у багатьох світових релігіях архетип (рис. 8). Його розповсюдження може мати два пояснення. Перше, це контакти між різними народами в бронзовому та залізному віці. Друге, це те, що релігія, як форма адаптації соціуму до довкілля, в подібних умовах утворює подібні архетипи. Це дерево може носити, як світоглядний, так і магічний зміст. Оскільки, певних текстових доказів щодо будь якої з двох гіпотез, немає, то все залежить від суб'єктивного бачення коментатора.



Рис. 8. Асирійське дерево життя.

(Джерело: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ashur\\_\(god\)#/media/File:Symbolic\\_scene\\_-\\_king\\_Ashurnasirpal.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Ashur_(god)#/media/File:Symbolic_scene_-_king_Ashurnasirpal.jpg))

Ранній етап розвитку Ассирії супроводжувався системою ставлення до довкілля, яка не відрізнялася від поширених у ті часи на території Месопотамії. Однак, через загострення антропоцентричного світогляду із богоподібним чоловіком у головній ролі та агресивну державну імперську політику відбувалися певні зміни. Ставлення до навколишньої природи стало ще більш споживацьким. При цьому, механізми запобігання завданню шкоди природі або експлуатація природних ресурсів розрахована на тривалу перспективу не передбачалася, ні на рівні міфології, ні на рівні законодавства. Структура асирійської цивілізації динамічно зміщувалася в сторону класичного мілітаризованого рабовласницького суспільства.

Як пов'язане ставлення до довкілля із соціальною структурою? Тут працюють два феномена впливу на формування екологічної етики: наслідування та дезадаптація. Згідно із першим принципом, людина часто переносить спостережувані моделі ставлення людей одне до одного на своє ставлення до оточуючого світу. Це проявляється не лише на рівні дитячої поведінки, коли, спостерігаючи, як батьки ставляться до певної людини, дитина починає аналогічно поводитися із нею. Звичайно, дитяча психіка найбільш чутлива до наслідування моделей поведінки оточуючих між собою, але і в дорослому віці це не зникає. Пропагована офіційна модель відносин між людьми в релігії чи законодавстві більшістю громадян переноситься на міжособистісні стосунки. Якщо в країні почати відрубувати руки за крадіжки, то усе чого цим можна буде добитися це отримати країну із великою кількістю одноруких злодіїв. Як асирійський цар ставився до підданих, так і кожен, хто мав хоч мінімальне домінування над іншими, ставився до них. Інколи, це йшло навіть у розріз із чинним законодавством. Наприклад, одним із засобів збільшення військової потуги було застосовано колонізацію із обміном права

приватної власності землі на службу в асирійській армії. Це були вільні громадяни, які ставали до лав завойовницької армії заради отримання земельних ділянок і переселенці-колоністи в прикордонних областях, які ставали «резервом першої черги» у разі небезпеки нападу чи потреби в нападі на сусідів. Ці колоністи мали ексклюзивне право звертатися із скаргами про порушення їхніх земельних прав напяму до царя. І незважаючи на те, що гнів царя за порушення такого права означав для порушника смерть, місцеві чиновники, наслідуючи поведінку царя щодо підданих або поведінку Ассирії щодо сусідів, часто і жорстко відбирали ці ділянки собі. Ось приклад однієї із численних скарг. «Батько мого царя надав мені 10 Іммера ріллі в країні Халах. Протягом 14 років я користувався цією ділянкою, і ніхто не оскаржував у мене цього права. Тепер же прийшов правитель області Бархальці, вжив силу по відношенню до мене хлібороба, розграбував мій будинок і забрав у мене моє поле. Мій владика-цар знає, що я лише бідний чоловік, який несе службу охорони для мого пана і який відданий палацу. Так як у мене тепер забрали моє поле, я прошу у царя справедливості. Нехай мій цар поверне мені по праву, щоб я не помер від голоду».

Перенесення моделей відносин відбувалося не лише на соціальні зв'язки між людьми, а й на їхнє ставлення до довкілля. Природа для асирійців була ресурсом, який забирався у найжорстокіший спосіб без усіляких обмежень. Цей стан речей погіршувався явищем соціально-психологічної дезадаптації. Численні дослідження проведені лабораторією теорії екосистем та соціально-психологічним факультетом Житомирського державного університету імені Івана Франка виявили цікавий феномен (докладніше в розділі 12). Досліджуючи вплив і ландшафтів на психіку людини, було встановлено на їхні можливості змінювати поведінку в залежності від подібності із «ідеальним первинним ландшафтом». Чим сильніше за певними параметрами ландшафт нагадував легко хвилясту прирічкову ділянку савани під час сезону дощів тим краще тут почувалася людина. Чим далі він відхилявся від «ідеального ландшафту» тим виразніше проявлялися його дезадаптаційні впливи. Для перевірки еволюційно-адаптаційної гіпотези, щодо впливу ландшафтів на психіку, було підібрано 4 групи підлітків. Три із них, визначені шкільними психологами як соціально-дезадаптовані, і четверта група контрольна. Коли учасників експерименту було розміщено в «ідеальному ландшафті», то їхня поведінка вирівнювалася і багато дезадаптаційних проявів стихали або й зникали. Якщо навіть контрольну групу помістити в «неідеальний ландшафт», то вона почала проявляти ознаки дезадаптаційної поведінки. Дезадаптація загострює бажання до руйнування. Ця умовна енергія викликана непристосованістю до умов середовища виринається назовні (прояви вандалізму чи намагання ламати речі, агресія по відношенню до оточуючих, тощо) або (нанесення навмисних пошкоджень своєму тілу аж до спроб суїциду). Наприклад, в часи існування приймальників-розподільників (віддалених аналогів теперішніх центрів соціально-психологічної реабілітації) можна було часто спостерігати таку картину. Благодійники привозять цим знедоленим дітям іграшки. З поверхневого погляду здавалося б, що ці діти, переживши бідність та негаразди, повинні берегти ці іграшки, як найцінніші скарби. Однак, не проходить і доби, як усе подароване буде зламане. «Енергія» дезадаптації закладена їхнім досвідом є настільки потужною, що заставляла їх руйнувати усе, що навколо, проти будь якої логіки.

Часом, під час наших досліджень ми спостерігали агресію проти об'єктів живої природи від учасників експерименту, які попередньо не виявляли ознак дезадаптації. Хлопчик, який був взірцевим за своєю поведінкою в школі, виходячи на екскурсію, під виглядом якої проводилося дослідження, втрачав будь який контроль над собою. Він намагався розтоптати гриби, які зустрічав, ламати гілки, розбивати пеньки. Зацікавившись такими феноменами, нами було проведено додаткове дослідження. Виявилось, що ці діти мали деякі нібито незначні проблеми, які вони з часом гіперболізували. Особливо, це яскраво проявлялося в період активного старту статевого дозрівання. Логопедичні проблеми, неврози нав'язливих рухів, відставання в зрості чи появі вторинних статевих ознак – усе це було мінами сповільненої дії, які лежали в глибинах свідомості і чекали сприятливого випадку. За межами школи знімався тиск контролю за поведінкою, а перебування серед групи однолітків, серед яких потрібно було зайняти певне



ієрархічне положення, продовжувалося. Це спричиняло викид «дезадаптаційної енергії» направленої на руйнування об'єктів живої природи.

Ассирійці мали поєднання кількох вище описуваних впливів на їхнє ставлення до довкілля – наслідування агресивної споживацької політики, жорстку соціальну дезадаптацію, викликану постійними війнами та ймовірною агресією зі сторони вищих в соціальній ієрархії осіб, а також частково специфічне соціальне регулювання статевої поведінки. Останній фактор, в ассирійців проявлявся досить слабо. Їхня статева практика успадкована із шумерських часів була досить ліберальною. Було небагато регульованих й табуєваних тем, які спричиняли дезадаптацію. Шлюбом в Месопотамії був бізнесово-політичний акт батьків чи родичів молодят. Одне шумерське прислів'я так описує щасливий шлюб: «моя дружина народила мені восьмеро синів та ще залишилася охоча до сексу. При цьому, засуджувався дошлюбний секс, але вони не мали фізичних методів перевірки його існування. Доказом цноти були слова нареченої та її недосвідченість в певних сексуальних практиках. Щодо останніх практично не було ніяких обмежень. Винятком є хіба, що культ жриць Енту, яким було заборонено народжувати дітей. Однак ритуальний секс у вигляді сакральної проституції був частиною їхнього релігійного служіння. Для запобігання вагітності вони використовували різні альтернативні сексуальні практики. За словами Геродота (Історія, I, ст. 199) кожна жителька Месопотамії мала хоч раз у житті віддатися чужинцеві за гроші в храмі Мілліти (богині кохання та родючості, дружина бога Ашура). Як пише давньогрецький історик молоді красиві дівчата швидко знаходили того, хто заплатить за них гроші, в той час коли некрасиві мусили чекати в храмі до 3-4 років поки зуміють виконати обряд.

Ассирійська система відносин із довкіллям могла б рано чи пізно привести до його деградації та кризи. Однак, за рахунок постійних флуктуацій території імперії це трансформація природи не набувала концентрованого вигляду. Виснаження ресурсів компенсувалося за рахунок завойовницьких воєн. Так, засолення ґрунтів через їхнє постійне зрошування знижували урожаї, але захоплення земель сусідів, стимулювання освоєння нових земель та добрі торгівельні відносини із Єгиптом компенсували втрати.

**4.1.3. Система відносин із навколишнім середовищем в Вавилоні.** Вавилонська система відносин із довкіллям на перший погляд була «м'якшою» ніж Ассирійська, але мала багато спільних рис. Останні були породжені подібністю суспільного устрою, релігійних основ та способу експлуатації природних ресурсів. Однак, в дечому вавилоняни проявляли досить помітну глибину екологічних знань, які черпалися за межами сільськогосподарської чи мисливсько-збиральницької практики. Прикладом може слугувати успішне закладання садів та парків, в складних спекотних умовах півдня Месопотамії. Для того, щоб створити та забезпечити існування штучних екосистем, було недостатньо мантики (мистецтва передбачення) надзвичайно модної та поширеної в Вавилонії. Усі ці гадальники на нутрощах тварин та екстатичні жерці, що бурмочуть і вигукують незв'язані нісенітниці, не зроблять того, що кожного дня творив досвідчений стародавній прототип інженера еколога. Вавилон серед усього іншого славився Садами Семіраміди. Ми дізнаємося про цей об'єкт більше із легенд, ніж із свідчень очевидців чи, тим більше ніж із археологічних знахідок (рис. 9). За одними легендами, що праобразом Семіраміди є ассирійська цариця Шаммурамат. Однак, це більш за все наслідок ассирійської традиції привласнення чужої історії. Шаммурамат була вавилонянкою за походженням, яка була віддана заміж за ассирійського царя Шамші-Адада П'ятого. Вона народила йому сина Адід-Нарарі Третього, при якому правила Ассирією, як регентша п'ять років. Під час свого вона здійснила релігійну реформу та успішно воювала проти Мідії та Манни. Навіть після того, як її син став правити самостійно, вона залишалася надзвичайно впливовою. Саме їй вдалося вавилонізувати ассирійську релігію, зробивши її більш цілісною та системною. Греки, які контактували із Ассирією саме їй приписують ім'я Семіраміди та пов'язують із нею знамениті Вавилонські сади.

Більш популярна та романтична легенда пов'язана із дружиною знаменитого вавилонського царя Навуходоносора II. Намагаючись підсилити свої позиції в протистоянні з Ассирією, він уклав союз із царем Мідії Ціаксар та одружився на його дочці Амітіс. Цей союз був успішним, тому що в результаті його Ассирія була переможена і розділена між Вавилонським царством та Мідією. За

цією легендою мідянка сумувала за гірськими лісами батьківщини і цар розпорядився побудувати посеред спекотного мегаполісу невеличкий природний острівець. Свідчення істориків про цей об'єкт є досить непевними. Про нього згадує Йосип Флавій, який посилається на свідчення вавилонського жерця Бероса; Діодор Сицилійський та Квінт Курцій Руф посилаються на записи Клітарха (історика Олександра Македонського) та Ктесія Кнідського; Страбон опирався на втрачені записи Онесікріта; Філон Візантійський, автор «довідника із семи чудес світу» (3 століття н.е.).



Рис. 9. Руїни Вавилону.

(Джерело:[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%BD#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB: Babylon,\\_1932.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%BD#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB: Babylon,_1932.jpg))

Усі ці свідчення були зроблені досить пізно з 3 століття до нашої ери по 3 століття нашої ери, хоча вони і опиралися на джерела дещо більш ранні. Однак, Навуходоносор II правив аж у шостому столітті до нашої ери (вавилонська версія), а цариця Шаммурамат ще у дев'ятому (ассирійська версія). Немає згадок про Сади Семіраміди і в Геродота (5 століття до нашої ери). Тож, це легенда або політична містифікація чи реальний об'єкт поки що з упевненістю відповісти не можна. Відсутність археологічних доказів в районі сучасної Хілі (колись тут знаходилося місто Вавилон) можна пояснити активною зміною русла Євфрату, на березу якого мали бути розміщені ці сади. Навіть, якщо така історія була всього лише легендою, вона мала під собою реальне підґрунтя, яке демонструє екологічні знання тодішніх вавилонян та їхніх сусідів.

Царські сади – це був поширений спосіб демонстрації божественності влади правителя, який здатний творити природні дива на рівні із богами. Це масово практикував ассирійський цар Ашур-Назір-Апал II (9 століття до н.е.). Він проклав через гори канал і заклав величезні сади. Тут вирощували фінікові дерева, сосни, кипариси та ялівці; мигдаль, палісандр, чорне дерево, оливка, дуб, теребінт, тамарис, волоський горіх, ясен, ялиця, айва, гранат, інжир, груша і виноград. Археологами посеред палацових фундаментів знайдено колодязь, а в місті Ур система акведуків, яка пронизувала стіни будинків. Такі акведуки зустрічаються в багатьох містах Месопотамії. Інколи іригаційна система досягала 80 км довжини. Насадження та утримання таких садів, забезпечення їхнього існування в несприятливому кліматі, вимагало глибоких знань про природні потреби культивованих рослин, що по суті є екологічними знаннями.

#### 4.2. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавньої Індії

Наші науки стосовно періоду стародавньої історії проявляють середземноморськоцентричну дискримінацію. Усі цивілізаційні досягнення, в тому числі історія науки ведеться за схемою Месопотамія → Стародавня Греція → Стародавній Рим → Середньовічна Європа → Європейська епоха Відродження → Європейська індустріалізація.

Інколи, історія краєм зачіпає Стародавній Єгипет або національну історію автора тексту. Ще можна зрозуміти, чому із історії наук випадає доколумбова Америка. Її цивілізації припинили свій будь який вплив на культуру світу після європейського вторгнення. За винятком кількох хвороб та великого числа сільськогосподарських культур її участь в модерному розвитку людства була мінімальна. Однак, Стародавня Індія та Стародавній Китай зробили надзвичайно багато. В подальшому ми будемо говорити про серію запозичень, які прийшли із Китаю через Шовковий шлях та під час татаро-монгольської навали, а також, про те як предтечі сучасних точних і природничих наук були почергово запозичені арабами і європейцями.

Наприклад, післяльодовиковий розвиток африканських людських спільнот відбувався паралельно із середньоазійським. Можемо сміливо припускати, що від Нілу і до Гангу був спільний цивілізаційний простір. Усі ключові події тут відбуваються приблизно в один і той же час. Так заселення сучасними людьми півострову Індостан відбулося одразу після виходу людини із Африки. Перехід від полювання та збиральництва до землеробства і скотарства відбувся близько сьомого тисячоліття до н.е. Тут почали вирощувати пшеницю (територія сучасної провінції Белуджистан), одомашнили кіз, овець та велику рогату худобу. На середину п'ятого століття сформувалася цивілізація долини Інду (Хараппська цивілізація), яка за своїм технологічним розвитком не відставала від Месопотамії.

**4.2.1. Система відносин із навколишнім середовищем в дравідський період.** Коли в 3 тисячолітті до нашої ери в районі долину Інд утворилася Хараппська цивілізація, решта півострова Індостан практикували сільське господарство без утворення великих централізованих мегаполісів. Ця територія населялася народами, які мають узагальнену назву дравіди. Більшість із них були зосереджені на півдні цієї території. В пізніші часи дравіди включали в себе антропогенно відмінну гілку населення Індії (рис. 10). Їхні відмінності були настільки очевидними, що багато дослідників відносили їх до іншої раси. Дехто вважає, що вони є тими, хто рухався проти основних міграційних потоків, прибули в Індостан зі сходу і є представниками австроазійської раси. Тепер це носії андаманської мови та мунда. За звичай у кастовій системі Індії вони займали найнижче положення. Уявлення про навколишній світ відображає дравідська міфологія. Вона зазнавала впливів зі сторони індуїзму та брахманізму, але панувала в невеличких сільських давідських общинах. Так із індуїзму до їхніх міфів потрапляє творець Всесвіту Бхімасен, який в Махабрахаті називається Бхімою. Ця міфологія існує поза межами писемних згадок і передається за допомогою усних переказів. Вона складається із системи космологічних та етіологічних міфів із богинею матір'ю в центрі. Ми можемо стверджувати навіть зворотний вплив. Велику частину міфологічного світогляду дравідів увібрав у себе індуїзм, який панує на території Індії. На цих землях був дуже строкатий етнічний склад, крім різношерстого автохтонного населення і дравідів сюди заходили арійські племена, які принесли свою систему міфів.



Рис. 10. Представниця дравідського населення.

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B8#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Kutia\\_kondh\\_woman\\_3.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B0%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B8#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Kutia_kondh_woman_3.jpg))

Дравідська міфологія відображає велику частку символів родового суспільного устрою, яка була панівною до часу виникнення перших держав. З цієї причини тут немає не лише пантеонів богів, а й їхньої виразної антропоморфності. Це досить анімістичні уявлення про світ, про його життєву енергію в їхньому позитивному (родючість, продовження роду, процвітання) та негативному ключі (знищення усього живого, творення різних жахів). Усі ці прояви мали своїх духів і навіть антропоморфних божеств. Паралельно із ними велося поклоніння природним об'єктам. Дуже часто це рослини або елементи ландшафтів: гори, водойми чи окремі камені або скелі. Це нагадує давні вірування жителів півночі Житомирського Полісся, особливо тих, що живуть в на території Словечансько-Овруцького кряжу (рис 11-12). Вони так само до сьогодні поклоняються природнім джерелам і часто священним каменям. Поклоніння криницям християнізувалося, а поклоніння каменям практично зникло наприкінці ХХ століття. Як і поліщуки Словечансько-Овруцького кряжу дравіди встановлювали камені на похованнях, біля будинків, на полях битв, під священними деревами. Обидві ці етнічні групи є світоглядно були перехідною групою раннього землеробства. Це були селянські общини із родовим устроєм та анімістично магічними способами сприйняття світу.



Рис. 11. Камінь у вигляді жертовника в Поліському природному заповіднику.



Рис. 12. Священне джерело на території Словечансько-Овруцького кряжу.

Центральна фігура дравідської міфології богиня мати. Вона існує в різних образах і під різними іменами – кровожерна Коттравей, Бхагаваті (богиня війни і смерті), Маріяммі (богиня віспи, епідемій та небезпечних хвороб). Водночас досить жорстка щодо людей ця богиня подається, як богиня покровителька лісу та рослинності. Син цієї богині Муруган (пізніше під зовнішніми впливами його подавали як сина Шиви Сканда-Картікея або Вішну) був покровителем пастухів а також був богом полювання та військових перемог.

Поруч із анімістичними уявленнями існувала певна форма до тотемізму. Незважаючи на культ рослин, були і священні тварини. Особливу роль відігравали змії, як тотемні тварини дощів, родючості та багатства. Також, вони вважалися тотемними охоронцями життя. Це, до речі, також спостерігається в північних поліщуків, де вужа часто називають «господарем» і ставляться із великою повагою. Подібно до месопотамської традиції культовою твариною був буйвіл (у месопотамців бик). Це досить типова ситуація для багатьох ранніх землеробських спільнот, які починали практикувати орне землеробство.

Пізніше на території заселеній дравідами виникали держави (Чола, Панд'я, Чора) і навіть імперії (Чора після приєднання Чола і Панд'я), але в сільській місцевості віддаленій від великих міст, зберігалася відносно автентична міфологія, яка пояснювала та описувала відносини людини із довкіллям.

**4.2.2. Система відносин із навколишнім середовищем в Харапській державі.** Харапська держава сформувалася в долині Інду (західна частина півострова Індостан) близько 33 століття до н.е. Це об'єднання включало в себе до 5 мільйонів осіб. Найбільшими центрами Харапської цивілізації були Ракхігархі (350 га), Мохенджо-Даро (300 га), Харappa (150 га), Лотхал (60 га) і Дхоловіра (47 га). Пік розквіту цієї цивілізації припав на період між 26 та 19 століттями до нашої ери. Її історію можна розділити на шість періодів: раннього сільського господарства (7000-5500 до н.е.), регіоналізації (утворення Харappa, 5500-2600 до н.е.), інтеграції (2600-1900 до н.е.), розділення (1900-1300 до н.е.), повного розділення (1300-600 до н.е.), повторного (600-300 до н.е.).

Харапська цивілізація була досить типовою серед інших тогочасних цивілізацій щодо відносин їхніх жителів із довкіллям. Це сільськогосподарські поселення, зосереджені навколо гіперурбанізованих міст. Тут відбулося одомашнення гороху, кунджуту, бавовни та буйволів (рис. 13). Багато дослідників пов'язують спалахи і занепади Харапської цивілізації із змінами клімату. Вважається, що її розквіт пов'язаний із початком активізації мусонних дощів, а занепад із аридизацією. Однак, дані палеокліматологів ставлять під сумнів цю версію. Справа в тому, що рівень опадів спадав у 3 тисячолітті до н.е. Рівень аридизації, який почав становити проблеми для сільського господарства, співпадає із піком розвитку цих цивілізацій. Можливо, не сприятливі погодні умови, а їх поступове погіршення сприяли культурному та технологічному прогресу. В 7-8 тисячолітті до нашої ери зміни клімату (похолодання) призвели для зникнення або деградації сільськогосподарських спільнот. Збільшення посушливості (аридизація) в свою чергу в багатьох місцях призвела до пошуку нових технологій. Однак, для їхнього втілення потрібно було дещо більше ніж звичайні родові сільськогосподарські спільноти. Вони є занадто консервативними і не здатні для розробки та реалізації крупних будівельних проектів. Щоб захиститися від ймовірних засух та стабілізувати урожаї, потрібне будівництво великих іригаційних споруд, що є за межами інтересів родової спільноти. Об'єднання навколо таких проектів та їхні наслідки сформували можливість переходу від дрібних родових поселень із мало диференційованими членами спільноти до гіперурбанізованих міст, де землероби займали лише певну частку населення. Розвиток технологій та зміни в системі безпеки, призвели до утворення надлишків певної продукції та виникнення торгівлі. Однак, навички справлятися із посухою не доповнювали екологічні знання жителів цієї цивілізації. Полив не вирішував усіх проблем і з часом відбувалася деградація ґрунтів. Такі поселення існували 300-400 років. Після цього його жителі мусили переміщуватися в інші місця. Відбулося переміщення в долину Гангу та Пенджаб. Поєднання змін клімату, нераціональне ведення сільського господарства та постійні навали інших племен призвели до повного занепаду Харапської цивілізації.



Рис. 13. Печатки із зображеннями тварин із долини Інду.

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D1%86%D0%B8%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:IndusValleySeals.JPG](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%86%D0%B8%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:IndusValleySeals.JPG))

**4.2.3. Система відносин із навколишнім середовищем в арійський період.** Перш ніж перейти до розгляду нашого питання потрібно, слідуючи за Р.Декартом, чітко визначити деякі положення. Насамперед, потрібно бачити відмінність між мовною групою, етносом, расою та нацією. Спекуляції цими поняттями широко вживані в політичній традиції, особливо серед тих, хто практикує нацистську ідеологію. Дуже часто ці поняття не перекриваються. Люди, що говорять спорідненими мовами можуть не лише належати до різних популяцій (рас чи генетичних груп), а й бути представниками різних етносів та націй. Наприклад, сучасні болгари належать до слов'янської мовної групи, але за своїм походженням вони є більш споріднені із тюркомовними поволжськими татарами. Іншим прикладом є кримли (кримські татари), які належать до тюркомовної групи, але є частиною української нації. Таким чином, раса це еволюційно-генетична група людей, етнос – історично-культурна спільнота, нація – політична одиниця, а мовна група – лише об'єднана спільним походженням чи взаємним впливом власної мови. Раси – це найдавніші одиниці людства. Вони виділяються умовно, тому що навіть найбільш віддалені та ізольовані спільноти мають високий процент метисизації.

Протягом усієї історії окремі групи людей переміщувалися та перемішувалися. Однак, багато із них протягом тривалого часу не міняли свого способу життя, релігії та системи міфів. Так серед людського континууму виокремлюються етноси. Під час зародження демократії та падіння абсолютних монархій, владу отримували окремі етнічні групи, які існували в кордонах цих монархій. Так почали зароджуватися нації. За цим визначенням нацією є етнос, який має, отримує або бореться за отримання власної національної держави. Однак, хоч усі ці позначення не можна автоматично ототожнювати, в окремих випадках відбуваються часткові збіги в етнічних, расових та мовних ознаках.

Коли ми говоримо про аріїв, то повинні пам'ятати про численні спекуляції навколо цього міфічного народу. Арії 36 раз згадуються в багатьох гімнах індійського епосу Рігведи. Існує велике число теорій про міграції описаних у епосі аріїв та їхній ролі в формуванні різних цивілізацій. Важко також прямо сприймати достовірними свідчення про аріїв у самій Рігведі. Наприклад, у більшості випадків арії згадуються разом із річкою Сарасваті. Цей легендарний природний об'єкт згадується частіше ніж велика річка Інд і відіграє роль однієї із богинь. За даними палеоекологів ця річка засохла 1750 року до н.е. коли тектонічні події змінили русла її приток Сатледж і Ямуна. Однак, це відбулося не одночасно. Вже в 21 столітті до нашої ери відчувалися певні проблеми. В дохарапський період ця річка була обплутана багатьма

іригаційними каналами, що сприяло її періодичному висиханню. Коли Харапп досягнув максимального розвитку (4 тисячоліття до н.е.), то для іригації використовувалася лише південна частина Інду. У найбільш пізній 10-а мандалі «Рігведи» річка Сарасваті не возвеличується, а просто згадується. Отже, Рігведа згадувала про аріїв, які жили на цій території до цього періоду, що виключає гіпотези про їхнє переселення за меж сучасної Індії в пізніші часи. Більш за все Рігведа протиставляє автохтонне населення наділене чеснотами, яке сповідує ведичну релігію, як аріїв (ārya आर्य), а інших, як варварів (anārya). З цієї причини, розглядати їх, як окрему групу пов'язану із окремим історичним періодом недоцільно. Для цього достатньо познайомитися із ведичною культурою та ведичним періодом в історії Індії (підпункт 4.2.4.).

**4.2.4. Система відносин із навколишнім середовищем в ведичний період.** Ведичний період в історії Індії тривав із 1500 до 600 років до н.е. Світобачення викладене в ведах є оригінальним за формою, але повторює ознаки релігій великих цивілізацій бронзового віку. Кожній стихії та кожному виду занять присвячується свій напівбог. Щоб мати сприятливі для себе результати, потрібно здійснювати релігійні ритуали, які задобрять цих міфічних істот. Хочеш сили – поклоняйся Агні, удачі – Дурзі, багатства – Васудеву, гарних дітей – Праджапаті, задоволення від кохання – Індірі. Та сама ситуація пов'язана із елементами живої природи. Так Індра керує дощами а Варуна – морями. Таких напівбогів та великих предків веда нараховують тридцять три мільйони. Посеред «демонологічного зоопарку» вед панує своя ієрархія. Найвищим божеством вважається Бгагаваном (Крішна або Вішну).

Оригінальною складовою панівного світогляду ведичного періоду історії Індії є віра в реінкарнацію. Сама по собі це не нова ідея. Тотемізм також передбачав перенесення душі від шамана до тварини і навпаки. У деяких народів (наприклад, ескімоси) існує віра про те, що душа одного із предків вселяється в новонароджену дитину. Ідеї реінкарнації пізніше активно поширювалися на території Стародавньої Греції в школах платоніків та піфагорійців. В індуїзмі та в його священних текстах, Ведах реінкарнація є ключовим елементом усіх релігійно-етичних конструкцій. Переселення душ (пунарджанма) в Ведах подається, як природний кругообіг душ, який керується певними законами. Іде суперечка, коли це поняття з'явилося вперше. Одні заперечують його наявність в найдавніших Рігведах, а інші наводять свій переклад гімну № 1.164.32: «Хто його створив, той його не відає. Він захований від того, хто його бачить. Прихований в лоні матері, народжений безліч разів, він прийшов до страждань.» (рис. 14) Суперечка точиться навколо двох варіантів перекладу слова бахупраджах. Якщо його перекладати, як «народжений безліч разів», то це означатиме існування концепції реінкарнації з початку написання чи усної традиції вед. Вона пов'язана із поняттям карми – впливу поведінки на особливості майбутнього перевтілення та сансарою, як спричинений нею кругообіг перевтілень. Людина може перевтілитися в людину іншої касті, тварину чи рослину. Прихильники вед вважали своє життя сном – скороминучим та ілюзорним (наприклад, індійський філософ Аді Шанкарачар'я, роки життя 788-820). Він вважав, що перебування в полоні Сансари щось подібне до жахіття, коли людині здається, що вона прокинулася але вона насправді продовжує далі бачити сновидіння. Таким чином, індуїзм бачить метою існування людини духовну практику (садгани) та праведне, позбавлене бажань життя, яке після багатьох перероджень призведе до стану мокші – виходу із кола сансари.

Індуїзм побудований на ведах не виник на пустому місці. Це характерно для багатьох релігій. Вони завжди успадковують певні елементи і концепції від своїх попередників. Наприклад, від первісних мисливців до перших землеробів перейшов культ тотемних тварин. Єдине, що замість хижаків та крупної здобичі, які викликали інтерес та захоплення в первісних мисливців перейшли до домашніх тварин. Те саме відбувалося і в ведичний період. До звичайних домашніх тварин, додалися божественні тварини, пов'язані із пантеоном богів та напівбогів. При цьому, за гарні вчинки ти міг перевтілитися в священну тварину із високим рейтингом в міфологічній ієрархії, а за погані в ту, яка викликає огиду чи займається діяльністю аналогічною із роботою найнижчих каст. Бажаність певних тварин для перевтілень мав своє продовження в буддизмі (див. підпункт 4.2.5.). Однак, саме індуїзм увів велику кількість табу та ритуалів щодо цих тварин. Наприклад, корови є насправді священними істотами, яким поклоняються і дозволяють робити

все, що їм захочеться. А ще є храми, де поклоняються мавпам (Сваямбунатх), щурам (Деншоке присвячений богині Дуроги або Калі), зміям (Джунджаппана Баялу) та багато інших. Інколи тварина, яка приходить в храм стає його священною твариною. Так в храмі на озері Анантапура тривалий час жив крокодил на ім'я Бабія, а в храмі Сиддхивинаяк бродяча собака, яка стала знаменитою через свою поведінку – дії які нагадують благословляння прихожан. Разом із тим, є тварини до яких з певних релігійних причин ставилися вороже. Серед них домашній кіт. З одного боку, тому що вони знищують щурів – супутників бога мудрості та достатку Ганешу, а з іншого вони приносять до дому мертвих тварин, що вважається дуже поганою поведінкою, яка призводить до нещастя.

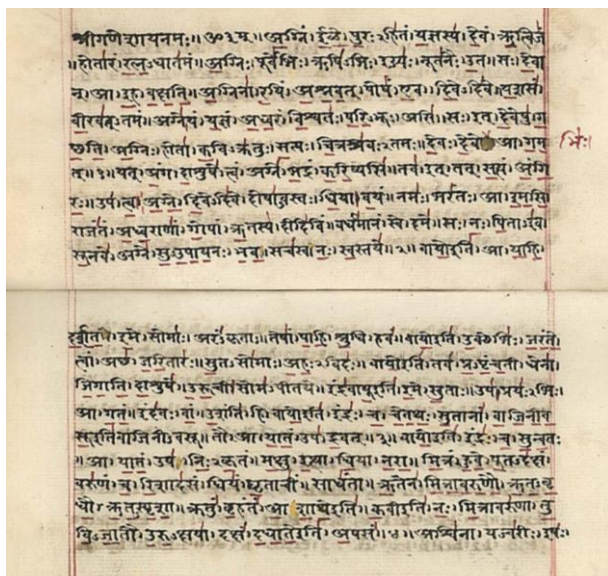


Рис. 14. Рігведа.

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D2%91%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Rigveda\\_MS2097.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D2%91%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Rigveda_MS2097.jpg))

**4.2.5. Регулювання відносин із довкіллям в буддійській традиції.** Буддизм зароджується в середині першого тисячоліття на північному сході Індії. Світобачення буддизму кардинально відрізняється від традиційних релігій стародавнього світу. В дечому вона близька до пізнього даосизму (див. пункт 4.3.2) але позбавлена багатьох елементів магії та шаманізму останнього. Саме тому, коли буддизм проникає і закріплюється в Китаї тут він трансформується в Чань-буддизм (японською Дзен-Будизм), досить прогресивну для того часу світоглядну систему.

У середині першого тисячоліття до нашої ери традиційний ведичний брахманізм переживає кризу. Багато каст залишаються невдоволеними невпинно зростаючою владою жерців-брахманів. Серед невдоволених найбільше воїнів-кшатріїв та правителів окремих провінцій (раджів), які походили із військової касті. Найбільш яскраво процеси ревізіонізму ведичного брахманізму проявлялися на північному сході Індії. Тут виникають численні релігійно-філософські рухи альтернативні класичному брахманізму. Раджі, намагаючись зменшити вплив брахманів на прийняття політичних та економічних рішень, всіляко підтримували ці рухи. Будда Сіддгартха Гаутама був вихідцем із багатой родини, яка належала до касті воїнів-кшатріїв (рис. 14). Це стало однією із головних причин, чому буддизм отримав таку підтримку та поширення.

Буддизм базувався на ідеях, які прийшли в Європу лише в епоху просвітництва. Він виступав з позиції гуманізму, доброзичливих взаємовідносин між людьми, ненасильства, рівності та любові до ближнього. Це порушувало не лише кастову систему, а й трактування дгарми, як систему норм і правил. Адже, брахманізм використовував кастову систему та жорстокість покарання за певні порушення норм і законів, як демонстрацію їхнього бачення законів буття. Тобто, якщо ти народився парією (представником найнижчої із каст), то це покарання за твої негідні вчинки в минулому житті. Отже, до тебе потрібно ставитися із максимальною жорстокістю та презирством, щоб посилити це покарання. До паріїв (чандала, патіна, даліт) відносили не лише



тих, хто народився у батьків нижчих каст, а й дітей від міжкастових статевих зв'язків. Чандала означає син шудрянки від брахмана (шудри найнижча каста або варна в індуїзмі). Буддизм ставить під сумнів принцип примноження покарань і вважає, що людина має виконувати закони дгарми відповідно до рівня свого розвитку. Душа під час перевтілень розвивається і вдосконалюється, прямуючи до стану нірвани (ідеальний стан, в якому людина досягає ідеальної гармонії із законами буття (дгарми) і позбавляється страждань та кола перевтілень сансари). Отже, карма під час реінкарнації порівнює вчинки людини не із певним ідеалом, а із її попереднім станом. Тобто, коли ти переродишся в певній істоті чи людині певної варни, це визначиться не тим наскільки ти виконав закони дгарми, а тим, як ти покращив їх виконання за минуле життя. Саме тому, в усіх течіях буддизму поширений вислів: «головне шлях, а не результат». Іншими словами, більш важливо наскільки ти вдосконалив себе сьогоднішнього в порівнянні із собою минулим, ніж у порівнянні із іншими і якимось божественним ідеалом.



Рис. 14. Статуя Будда Сіддгартха Гаутама із Гандгарі

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D0%B4%D0%B4%D0%B3%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%85%D0%B0\\_%D2%90%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Standing\\_Bodhisattva\\_Gandhara\\_Musee\\_Guimet.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D0%B4%D0%B4%D0%B3%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%85%D0%B0_%D2%90%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Standing_Bodhisattva_Gandhara_Musee_Guimet.jpg))

Крім цього, буддизм був раціоналістичною релігійно-філософською системою. Тут мова іде не про схожість із філософією раціоналізму, яка стверджувала про первинність розуму перед досвідом у процесі пізнання. Тут мається на увазі раціональність, коли особистий досвід є важливішим за повторення догм. Особливо це яскраво виразилося під час поширення буддизму на схід і утворення такої його гілки як чань буддизм (дзен буддизм). Основою наближення до стану нірвани є внутрішня робота адепта над собою, яка призводить до змін, а не намагання максимально точно дотриматися усіх численних догм закладених у Ведах.

Буддизм більш за все акцентує свою увагу на шляху до позбавлення страждань та досягнення нірвани. Це є основою для етичних принципів його адептів. Водночас буддизм відкидає концепцію Бога творця. Більш того буддисти, які допускають існування богів, сприймають їх як когось із звичайного ряду живих істот лише наділеними незвичайними можливостями. Як для богів, так і для найпростіших живих істот чи людини, вважається за необхідним самовдосконалення, яке веде до просвітлення та позбавлення істот страждань.

Таке поєднання етичних принципів та світогляду є добрим ґрунтом для розвитку раціонального та поважливого ставлення до довкілля. Сучасна екологічна етика, незважаючи на те, що вона побудована на наукових основах, багато в чому переплітається із буддистськими концепціями. Карл Ясперс відносить виникнення буддизму до періоду «осьового часу». Його бачення піддавалося значній критиці, через те що деякі із існуючих тоді цивілізацій не контактували між собою, а деякі знаходилися на різних рівнях розвитку але воно має свою

цінність та раціональне зерно, якщо цей принцип не абсолютизувати. Концепція «осьового часу» стверджує, що основи сучасної цивілізації, її фундаментальні філософські положення, опираючись на які людство вибудовує свій шлях, з'явилися в період із VIII по II століття до нашої ери. Персонами, які найбільш яскраво узагальнили ці положення були Будда в Індії, Сократ в Греції та Кунцзи (Конфуцій) в Китаї. Головною подією в цей період стало переосмислення місця людини у Всесвіті, в тому числі і в живій природі. Останнє, незважаючи на те, що не знаходило свого відображення до 60-их років XX століття, було закладено саме в період осьового часу.

Вибудувавши в своєму світогляді ряд різних за можливостями але рівних за правом на життя істот, буддисти намагаються мінімізувати шкідливий вплив на них. Вони уникають вбивати та вживати у їжу тварин. Особливо строго цього правила дотримуються буддистські монахи. Це споріднює буддизм із ще однією індійською релігійною течією джайнізмом. Він на відмінну від буддизму гіпердогматичний але теж дотримується принципів мінімізації шкоди іншим живим істотам (ахімси). Вони не беруть в руки зброї, не займаються тваринництвом і землеробством (щоб не вбити черв'яка копаючи землю), п'ють воду через ситечко, щоб в рот не потрапила жодна жива істота, закривають рот марлею, щоб не туди не влетіла комаха, замітають перед собою дорогу, щоб не наступити на комаху, не розпалюють вночі багаття, щоб не залетіла комаха, не їдять сирих рослин. Ця поведінка добре ілюструє роль обсессивно-компульсивного розладу в формуванні релігії, описану професором сапольський. Звичайно, зважаючи на наші теперішні знання про мікробіоту, такі перестороги є абсурдними, але незважаючи на це джайни процвітають і є однією із найбагатших, найосвіченіших та найвпливовіших релігійних груп в Індії.

#### **4.3. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавнього Китаю.**

Незважаючи на те, що історія Китаю виглядає добре описаною і структурованою аж 9 тисячоліття до н.е. насправді більш менш достовірні джерела з'являються лише в 13 столітті до н.е. Його історія до цього періоду це лише упорядкована та зафіксована система усних переказів, легенд та міфів. Подібно до того як гебреї ведуть свій родовід від Адама (докладніше в підпункті 4.4.5), так і китайці ведуть свою міфічну хронологію царств. Зіткнувшись із більш чіткою єгипетською системою літочислення гебраїські давні творці Тори, були вимушені компенсувати пропущені історичні періоди тривалістю життя своїх патріархів у кілька сотень років. Чим ближче події до моменту створення опису, тим ближча тривалість життя героя Тори до нормальної людської. Це усе пояснюється просто – велика частка давніх предків гебреїв залишилася невідомою. Тому вважалось, що в ці періоди продовжував жити хтось із них вже відомий. Також, аналогічна історія із збірниками скандідавських саг, в яких міфологічні персонажі та фантастичні події щільно переплітаються із реальними. Щодо Китаю, то усе що відбувалося до династії Шан не має письмових підтверджень, написаних в момент, коли відбувалися події. Давні китайські історики такий дописемний період описують як панування трьох володарів та п'яти імператорів. Це були напівміфічні персонажі достовірність яких важко підтвердити. Один із них Тайхао (Taihao), на прізвисько Фен (Feng), що мав титул Фусі (Fuxi). Це легендарний ватажок східних племен. Він першим навчив людей ловити рибу, полювати, розводити худобу. Також, винайшов знамениті 8 триграм, що згодом стали основою «І-цзін» (Книги Змін). Другим був Янь Ді (Yandi), на прізвисько Цзян (Jiang), що мав титул Шеньнун (Shennong) або «божественний землероб». Він був ватажком племен, що мешкали в районі річки Цзян (Jiang). Вважається, що він навчив людей землеробства та винайшов класичний плуг. Третій – це легендарний Хуан Ді (Huangdi), на прізвисько Цзі (Ji), що мав титул Сюаньюань (Xuanyuan). Китайці вважають його «батьком людської культури». Йому приписують винайдення писемності, музики, колеса, возів, арифметики та медицини. Також, його називають «Жовтий Імператор» (від дослівного перекладу Хуан – жовтий а Ді імператор). До цих образів трьох володарів додається божественна сутність пов'язана із якоюсь стихією чи природним явищем, що було досить поширено в стародавньому світі. Так Янь Ді був верховним божеством і богом Сонця. За версією Сима Цяня першим імператором був володар Хуан-ді (黃帝), однак, раніші джерела вказують на такий порядок правління імператорів Шао-хао (Shaohao, 少昊), Чжуань-суй (Zhuanxu, 顓頊), Ку (Emperor Ku, 嚳), Яо (Emperor Yao, 堯),

Шунь (Emperer Shun, ). Як і прийнято в подібних легендах світ минулого зображувався у вигляді Золотого віку. Згідно із переказами, ця епоха також була наповнена процвітанням. Саме так описують часи імператора Шао-хао (Shaohao). Також, імператори нібито запроваджували різноманітні цивілізаційні інновації. Так Чжуань Сюй (Zhuangxu), який був онуком Хуан Ді та племінником Шао-хао, нібито винайшов календар на основі рухів небесних тіл; Ді Ку (Diku) або Білий імператор розвивав культуру і мистецтва та винайшов багато музичних інструментів.

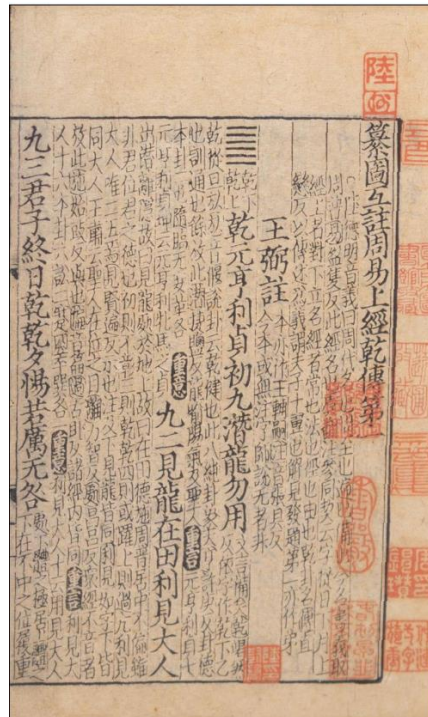


Рис. 15. Книга змін і-цзин

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0\\_%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:I\\_Ching\\_Song\\_Dynasty\\_print.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0_%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:I_Ching_Song_Dynasty_print.jpg))

Археологічні докази, які наближають існування міфічних імператорів до реальних історичних осіб є лише щодо двох останніх – Яо (Yao) та Шунь (Shun). Легенда приписує останньому неабияку близькість до народу. Наприклад, розповідається, що він жив у звичайній хатині. Археологам вдалося знайти столицю імперії Яо. Також, знайдено підтвердження того, що під час його правління (2356-2255 до н.е.) траплялися серйозні кліматичні потрясіння – посуха, яка змінилася потопом. Імператор Шунь був простолюдином. Його часом називають Яо-юй (Yaoyu), що в перекладі означає спадкоємець Яо. За легендою Яо зібрав радників, щоб дізнатися кому передати свій трон. Вони порадили йому Шуня. Він породичався із Шунем, віддавши йому за дружи двох дочок. В часи Шуня велику увагу звертали на боротьбу із потопами і їхніми наслідками. Він керував створенням багатьох водовідвідних каналів.

Вважають, що число імператорів відповідає уявленням про п'ять стихій (першоелементів), які створюють світ нескінченно взаємодіючи між собою. Згідно із переказами, якщо стихія імператора панує, то й імперія процвітає, а коли її перемагає інша, то імперія занепадає. Наприклад, в епоху Хуан-ді начебто з'явилися гігантські хробак та коник, які відповідають стихії Землі. У зв'язку із цим імператор призначив жовтий колір, як свій особистий. Адже, в теорії п'яти стихій кожній із них приписуються не лише певні природні явища, а й міфічні та реальні тварини, кольори, тощо.

За межами поширеної міфології про трьох правителів та п'ятьох імператорів, історія відносин населення дописемного Китаю по суті не відрізнялася від аналогічних культур тогочасного світу. Найдавнішою культурою є Сінлунва, яка існувала із 6200 до 5400 рр. до н. е. Археологи знаходять багато предметів зроблених із нефриту та жадаїту, а також численні

зображення драконів. У той час, масово використовувалися керамічні посудини циліндричної форми оброблені при низьких температурах. В таких глечиках знаходилися алкогольні напої на основі рису, меду та місцевих рослин. Описані в міфології потопа та засухи, пов'язані із змінами клімату, які відбувалися в 4-3 тис. до н. е. Після зниження рівня моря на 18 метрів нижче нинішнього в перші післяльодовикові тисячоліття, в цей період він зріз на 5 метрів, затопивши приморські низовини. Підтоплення тривало протягом двох століть.

Основними сільськогосподарськими культурами того часу були просо (*Setaria italica*), волоські (*Juglans regia*) та лісові (*Juglans regia*) горіхи. Дома утримували собак, свиней та курей. В подальшому, близько 6 тисячоліття до н.е. ця культура розділилася на три частини: Цишань, Пейліган, Дадівань. В цей період відбувається перехід до вирощування рису. Цей перехід призвів до більш жорсткого перетворення природного середовища, обумовленого технологією вирощування рису.

**4.3.1. Система відносин із навколишнім середовищем епохи Шан.** Традиційно, південні землеробські цивілізації того часу були пов'язані із долинами річок – Инду, Тигру і Євфрату, Нілу. На півночі землеробська культура поширювалася долинами річок але не прив'язувалася до них. Це обумовлено, насамперед, із ґрунтово-кліматичними умовами. В епоху Шан це було пов'язано із річкою Хуанхе. Населення займалося землеробством та скотарством але частка збирання та полювання залишається значною. Вони вирощували велике число культур, як місцевих, так і привезених із «родючого півмісяця». Це були ячмінь, боби, пшениця, квасоля, коноплі, просо, різні фрукти та овочі. Серед домашньої худоби переважали свині, собака, корови, коні, вівці, кози, кури, гуси та качки. Існує гіпотеза, що також були приручені слони. У цю епоху зароджується розведення шовкопряда та виробництво шовку. Досить поширеним було полювання на кабанів, оленів, тигрів та іншої дичини, а також лов риби. Жителі імперії Шан збирали дикоростучі гриби, ягоди, коріння та трави. Незважаючи досить розвинуті, як на той час сільськогосподарські технології, життя простих хліборобів мало чим відрізнялося від побуту їхніх предків з доби неоліту. Вони мали певні обмежені знання щодо екології певних видів одомашнених і диких організмів, але вони не були систематизовані та наукові. Уявлення про природу за межами імперії Шан були незначні, незважаючи на контакти через Індію та кочівників із півночі (племена жун і ді).

Незважаючи на те, що почали з'являтися перші елементи наукового способу отримання знань, зокрема, з астрономії (знали про існування Марсу та комет), їхній світогляд був релігійно-міфологічним. Ця міфологія була за своєю структурою відповідною епосі. Верховним духом є неперсоніфіковане божество Шанді, пов'язане із померлими правителями. Згодом її почали асоціювати із Небом, а імператор, як її верховний жрець і первосвященик, отримав титул Син Неба. Разом із тим, існувало поклоніння анімістичним духам природи (атмосферним явищам та елементам ландшафтів). Часто замість храмів існували вівтарі, присвячені покійним предкам. В цей час починає зароджуватися теорія естетичної цінності ландшафтів та гармонії поєднання їх елементів, відповідно до теорії п'яти стихій.

**4.3.2. Система відносин із навколишнім середовищем епохи Чжоу і Чжаньго.** Після перемоги роду Цзі (姬) над династією Шан в 1122 році до нашої ери в Китаї розпочалася епоха Чжоу. Крім розквіту виробництва бронзи ця епоха відома тим що в цей час зародилися основні філософські вчення конфуціанство, піньїнь і даосизм. З цієї причини фрагменти екологічних знань зустрічалися не лише на побутовому рівні чи в релігійних вченнях, а й у філософських концепціях. Звичайно, ці концепції дуже тісно пов'язані із релігійним баченням світу і навіть можуть сприйматися як окремі релігійні течії.

Конфуціанство та легізм (піньїнь 法家) зосереджені в основному на питаннях суспільної моралі та державного устрою. Найближчою до трактування певних екологічних закономірностей через створення цілісної моделі світу стоїть даосизм. Ядром, навколо якого кристалізувався даосизм є трактат «Дао Де Цзін» (кит. 道德經) написаний Лао-цзи. Однак, на нього здійснювалися й інші впливи. Наприклад, трактат «Чжуан-цзи» за авторства Чжуан Чжоу. Філософські ідеї Чжуан-цзи близькі до ідей шотландського філософа Девіда Юма, які вплинули на формування наукового світогляду в 18-19 столітті. Мова іде про скептицизм, емпіризм та казуальність. В

основі філософських постулатів Чжуан Чжоу лежить поняття «Дао» (道 – Шлях). Це поняття лише частково перекривається індуською дгармою чи давньогрецьким логосом. Воно в «Чжуан-цзи» та «Дао-де-цзін» означає сенс руху людини або природи в бік світової гармонії. «Дао» певною мірою вказує на абсолютний смисл змін, які відбуваються у Всесвіті. Він визначається особливим порядком речей «Де», як силою, яка формує «Дао» і рухає Всесвіт відповідно до нього.

Спеціалісти в галузі синології (китаєзнавства) вважають, що даосизм виник в результаті синтезу кількох світоглядних джерел. Він об'єднав у собі шаманські та оздоровчі (в основному геронтологічні) практики, анімізм (зокрема екзорцизм та практику викликання духів) та авторські філософські трактати «Чжуан-цзи» та «Дао-де-цзін». Даосизм стверджує, що людина буде тим більше щасливою чим більше вона наближається до «Дао». При цьому, людина є мікрокосмосом і частиною Всесвіту як макрокосмосу водночас. Щоб людині досягнути «Дао», вона має упорядкувати світ всередині себе та навколо себе. Тобто, сформувати силу «Де».

Це виглядає чудовою ідеологічною основою для побудови гармонійних відносин людини із довкіллям. На жаль практика показала на зворотну тенденцію. Спроби досягнути гармонії із природою, можна було спостерігати лише в садово-парковому мистецтві, традиції якого, почали формуватися в цю епоху та у виборі місця для духовної практики даоських мудреців. Поза межами цього трансформація природного середовища діяльністю людини була максимальною.

Проблема сприйняття ідей даосизму сучасними екологами в тому, що він будує свої теоретичні моделі на релігійно-абстрактних конструкціях, а не на досвіді спостережень за природою. Отже, відсутній зворотний зв'язок, який надає цим моделям ознак науковості та практичної цінності. Абстрактні уявлення про гармонію, перенесені на відносини з людиною, лише красива алегорія, яка перетворює прикладну екологію із практичного заняття в пустопорожню балаканину. Ці ідеї виглядають привабливими та прийнятними для людей, які називають себе екологами, але не мають ніякої цінності. Така само помилка існує щодо сприйняття екологічних ідей Б. Спінози чи А. Швейцера.

**4.3.3. Система відносин із навколишнім середовищем епохи Цінь та Хань.** В епоху Цінь в Китаї панує легізм (Фа цзя), який є філософією освячення держави та правителя. Закони держави згідно із основними її постулатами вище за будь які інші закони. Розквіт Фа цзя пов'язаний із захопленням влади Ши Хуан-ді. Він був першим справжнім імператором Китаю. Маючи параноїдальні риси характеру, він створив тиранію побудовану на бюрократичній диктатурі. Разом із тим, він провів ряд реформ необхідних для зміцнення держави. Будувалися дороги, канали, розвивалася торгівля і з'явився відомий Великий китайський мур. Разом із тим, він переслідував вчених, філософів, митців... В цю коротку епоху, 246-207 роки до н.е., про даоські ідеали гармонії з довкіллям та природного порядку речей мова не йшла.

#### **4.4. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавнього Єгипту**

Екологічні знання давніх єгиптян черпалися із трьох ключів: міфології, сформованої під серйозним впливом цивілізаційного простору середземноморського бронзового віку (насамперед, Месопотамії), залежності існування від Нілу та знань пастухів та кочівників, які найбільше за інших контактували із живою природою.

**4.4.1 Система відносин із навколишнім середовищем в додинастичному Єгипті.** До VIII тисячоліття до нашої ери північна Африка мала більш м'який та більш вологий клімат. Сахара мінялася протягом останніх тисячоліть декілька раз. В часи останнього зледеніння її площа була більшою за сучасну. Після його танення відбулося короточасне покращення клімату і вона перетворилася на зелені мусонні ліси, савани та рідколісся. Однак близько 3400 року до н.е. мусон відступив і розпочався процес опустелювання.

У таких природних умовах, до п'ятого тисячоліття до нашої ери тут існували бадарійська і тасійська енеолітичні культури. А в Нижньому Єгипті в цей період існує відома своєю грубою та примітивною керамікою фаюмська культура. Вони були землеробами і скотарями, але значну частку в їхніх заняттях займає полювання та рибальство. Утримують дрібну та крупну рогату худобу. Вони живуть великими родовими громадами і навіть будують примітивні зрошувальні

системи. Урожай племена бадарі тримають у засіках. Оскільки, це провокувало навалу гризунів, то відбулося одомашнення домашньої кішки. В цей же період, поруч, на території Передньої Азії кішка є мисливською здобиччю, яку використовують у їжу.

Коли клімат почав ставати більш посушливим та континентальним бадарійська й тасійська культури почали занепадати. Водночас, ті родові спільноти, які жили в долині Нілу, використовували його розливи для більш успішного землеробства, яке було захищене від несприятливих змін клімату. З цього періоду не залишилося жодних даних про ту частину їхнього світогляду, яка стосувалася знань про взаємовідносини живих організмів із довкіллям. Однак, якщо допустити аналогію із сучасними племенами, які знаходяться в таких умовах, то можна скласти гіпотетичну картину їхніх екологічних знань. Вони, насамперед, стосуватимуться знань про взаємодію потенційної мисливської або рибальської здобичі із їхніми оселищами. Також, вони мають орієнтуватися в характеристиках екосистем, як потенційних пасовищ.

**4.4.2 Відносини із довкіллям в Ранньодинастичний період та часи Стародавнього царства.** Вважається, що перші династії фараонів з'явилися в Стародавньому Єгипті 3120 році до нашої ери. Це відбулося на території Верхнього Єгипту, території поміж нільськими порогами та Фаюмською оазою. Про цю епоху складено багато легенд. Часто першими фараонами називають Амон-Ра, Шу, Геба, Осіріса, Гора, Скорпіона та Скоробея. Реальна інформація про цей період досить обмежена. Археологам вдалося розшукати кілька об'єктів, написаних незмінною протягом тисячоліть давньоєгипетською. Тут зустрічаються згадки про імена перших реальних фараонів, але практично жодної інформації про історичні події того часу. Їхні вірування розвивалися аналогічно із месопотамськими, індуїстськими чи китайськими, хоч дещо і відрізнялися демонічними персоналіями та їхніми відносинами між собою. Відбулося витіснення та трансформація елементів анімізму. У богів з'явилася антропоморфність, вузька спеціалізація та приналежність до певних міст. Нерідко, ще із часів додинастичного періоду, єгиптяни поклонялися фетишам. Це були природні або штучні утворення, яким приписувалося сакральне значення. Наприклад, камінь Бен-Бен, Іміут, стовпи Іуну та Джед. Також із фетишизмом пов'язують такі священні об'єкти як Уаджет, Уас, Анх. Поклоніння природним об'єктам, як в давній Індії, тут не набувало масового поширення

У формуванні релігії спостерігаються закономірності, які не можна пояснити взаємним культурним впливом. Коли між Єгиптом та Месопотамією, а через неї із Індією був зв'язок, то Китай тривалий час був певною мірою від них ізольований. Однак, скрізь ми спостерігаємо подібну картину. На початку зародження землеробства анімістичний та тотемістичний пантеон деантропізованих духів стихій, предків та священних тварин поповнюється тими, які взаємодіють із сільськогосподарським життям. З часом, коли полювання та рибальство починає займати допоміжну роль, а внутрішня структура родових спільнот ускладнюється, з'являються антропоморфні духи-божества покровителі різних видів робіт. Коли селища переростають в міста, з'являється більш виразний розподіл праці та починає формуватися соціальна ієрархія, сконцентрована в руках володаря-тирана, то більшість богів антропоморфуються, і серед них виокремлюється один – головний покровитель міста. Після об'єднання декількох міст в державу виникає ієрархічна система із богів різних міст та різних ремесел чи природних стихій. Таким чином, тип релігії, з одного боку, відображає структуру спільноти, яка її сповідує, а з другого боку, особливості відносин соціуму із довкіллям. Така картина спостерігається не лише в африканських та євразійських спільнотах, де можна пояснити усе культурним обміном, а й в доколумбовій Америці. Де з утворенням держав виникає ієрархія божеств із Віракочею на чолі в імперії інків чи Кетцалькоатлем в ацтеків (докладніше в пункті 4.7).

Ще однією особливістю стало поєднання тотемізму із вірою в антропоморфних богів. Кожен із них мав якусь свою священну тварину: Ра – сокіл; Гор – яструб; Бастет – кішка; Тот – ібіс; Хнум – баран; Тот – ібіс. Поклонялися також і рослинам: богиня неба Хатхор жила на фіговому дереві, богиня рослинності Нефертум зображувалася у вигляді латаття. Були й інші священні тварини, святість яких обумовлена роллю в господарстві чи в природі. Наприклад, бик і крокодил. У Мемфісі священний бик (Апіс) жив біля храму Птаха і після смерті хоронився в

спеціальному некрополі, а у Фівах шануючи священного крокодила, прикрашали його золотими виробами (сережками та каблучками).

**4.4.3 Система відносин із навколишнім середовищем в Стародавньому царстві.** В усі епохи, починаючи із Раннього царства, жителі Стародавнього Єгипту займалися поливним землеробством та скотарством в долині Нілу. Ніл став центральним об'єктом міфологічного світогляду Єгиптян та зробив їхні вірування відмінними від інших. Розливи Нілу циклічні. Через це, ключову роль в давньоєгипетській релігії займають періодичні процеси та час. Паралельно із модифікацією поняття циклічності в релігійних системах, з'являються і авторські розробки. Мова іде про легендарного давньоєгипетського дослідника Імхотепа. Дехто вважає його першим у світі науковцем (рис. 16).

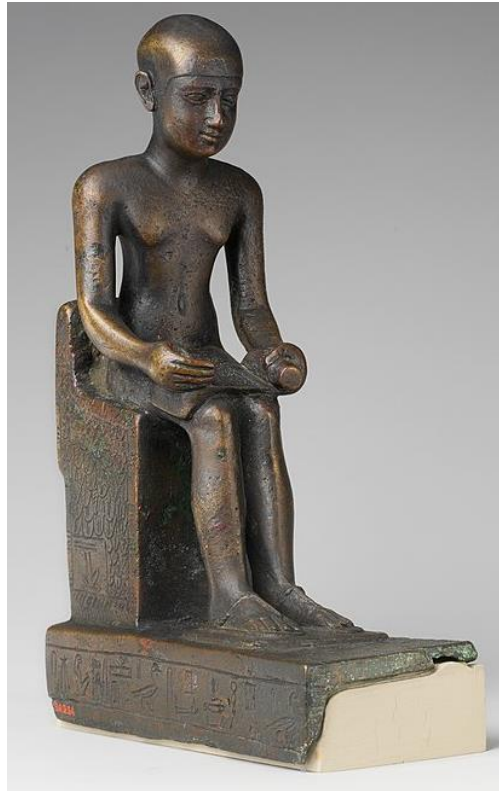


Рис. 16. Статуя Імхотепа

Згідно із знайденими записами Імхотеп при дворі фараона Джосера мав титул «охоронець скарбниці царя Нижнього Єгипту, перший після царя у Верхньому Єгипті, розпорядник великого палацу, головний жрець Геліополя, Імхотеп, будівельник, архітектор, скульптор кам'яних ваз». Він походив із родини жерців або урядовців. В одному із записів його називають «сином Канефера, керівника робіт Верхнього і Нижнього Єгипту». Серед галузей, в яких він прославився були архітектура (побудова перших пірамід та використання колон), медицина (діагностика хвороб, лікування та прогноз), астрономія (астрономічний календар). Останнє його досягнення зробило Імхотепа «батьком» такого блоку теорії динаміки екосистем як біоритмологія. Він описує зміни, які відбуваються в природі паралельно із періодичними астрономічними явищами, що по суті є біоритмами на рівні екосистем.

Давньоєгипетський рік на відміну від нашого ділився не на 4 сезони по 3 місяці кожен а на 3 сезони по 4 місяці кожен. Це були ахет (повінь) – з середини липня до середини листопада; перет (сходи) – з середини листопада до середини березня; шему (посуха) – з середини березня до середини липня. Ми бачимо, що назви сезонів напряму пов'язані із землеробством. Кожен місяць мав свій номер в межах сезону. Наприклад, другий місяць повені. Місяці не прив'язувалися до місячних циклів і мали 30 днів. Місячний календар використовувався лише на побутовому рівні, коли зважали на певні фази Місяця. Однак рік включав 365 днів. Ще п'ять днів (їх називали херіуренпет – ті, що знаходяться над роком) додавалися до останнього місяця року. Також, кожен день

відзначався, як день народження одного із божеств. Астрономічною основою для літочислення було положення на небі зірки Сіріус. Ця зірка присвячувалася Ісіді сестрі та дружині бога Осіріса. Культ Ісіді мав великий вплив на греків і спричинив проникнення на територію еллінів месопотамсько-єгипетські наукові здобутки, зокрема, математику. Із культом Ісіді пов'язують діяльність піфагорійців.

**4.4.4 Система відносин із навколишнім середовищем в Середньому царстві.** Середнє царство починається приблизно із 2040 року до н.е. В цей період відбувається серйозна централізація влади та ресурсів в руках XI та XII династій. Було відновлено загально-єгипетську іригаційну систему та продовжилося освоєння Фаюмської западини. Відбулося перетворення Мерідового озера (болота) на резервуар для води, надлишок якої утворювався після повені. Єгипет проводив експансійну колонізаційну політику. Він розширився на південь до золотих копалень Нубії. Для покращення експлуатації та оборони цих земель сюди було прокладено дороги. Відбувалася економічна експансія на Східне Середземномор'я. Єгипет експортував зерно, а натомість отримував срібло, мідь, золото, олово та ліс.

З цієї епохи до наших часів збереглося велике число авторських рукописів. Частіше за все, вони мають вигляд хронік, інколи у вигляді автобіографій. У цих творах зустрічаються окремі фрагменти екологічних знань. Наприклад, в «Подорожах Сінухета» описуються різні природні угіддя із ґрунтами, що відрізняється родючістю. Також, тут описані екстремальні умови середовища Синайської пустелі. В «Красномовному селянині» описуються екосистеми оази. Однак, більшість знайдених текстів присвячені лише облаштуванню суспільних відносин та питанням етики. Описи природи чи зв'язків між її елементами є надзвичайно рідкісними. До наукових текстів можна віднести кілька папірусів пов'язаних із математикою (папірус Ахмеса) та медициною (папіруси Кухуна, Еберса та Едвіна Сміта, основою якого вважають роботи Імхотепа).

**4.4.5 Система відносин із навколишнім середовищем в Новому царстві.** Нове царство – це епоха відновлення Стародавнього Єгипту після панування гіксосів, максимального розширення його володінь та впливу.

У 1785 році до нашої ери семітські кочові племена із Ханаану гіксоси захвати більшу частину Єгипту. Фараони, які відступили у Фіви, отримали статус їхніх васалів. Незважаючи на їхні спроби наслідувати модель правління фараонів та модернізацію зброї (впровадження колісниць та композитного луку), вони довели величні надбання Середнього царства до занепаду. Єгипетська влада у Фівах опинилася між двох вогнів – нубійців із півдня і гіксосів-ханаанян з півночі. Лише в 1585 році до н.е. розпочалася тридцятилітня війна за повернення влади фараонів на територію Єгипту. Таа II та Камос перемогли нубійців а Яхмос I вигнав гіксосів за межі країни. Дехто вважає, що вихід євреїв із Єгипту це і є опис вигнання звідки гіксосів.

Однак, гіксоси були не першими семітськими народами, які заходили в Єгипет. Територія родючого півмісяця була певною мірою єдиним культурно-політичним простором. Тут ми можемо спостерігати кілька соціоекологічних груп населення. Найбільш відомими є жителі міст та залежні від них селяни. Крім них, на віддалених від мегаполісів територіях жили осілі родо-племенні спільноти, які вели спосіб життя подібний до того, що існував до виникнення держав. Також, в малозаселених місцях були численні кочові та напівкочові племена пастухів. Вони займалися переважно скотарством та торгівлею. Між Месопотамськими, Єгипетськими та Індськими цивілізаційними центрами відбувалися культурні контакти не лише через засоби дипломатії, війни чи торгівлю. Їх здійснювали мігруючі групи пастухів, яких змушували до переміщення політичні проблеми, економічна ситуація та зміни природних умов. Наука, міфологія та технології весь час переміщувалися від центру до центру. По суті, існував глобалізований світ в межах Східного Середземномор'я, Передньої та Південної Азії. Периферією цього «глобального світу» були трипільці на півночі, нубійці на півдні та китайці на сході. Вони також мали численні контакти але набагато слабкіші. Послабленню взаємного впливу сприяли географічні перепони. Виключенням можуть бути контакти між нубійцями та єгиптянами. Семітські племена в основному вели кочовий спосіб, займаючись скотарством та торгівлею. Вони зустрічаються в північній Сахарі та Передній Азії із початку 5 тисячоліття до н.е. З часом вони розділилися на кілька груп, про що свідчить їхня мова. Східна група оселилася в Месопотамії і тісно контактувала із шумерами. Вони говорили



аркадською мовою і були асимільовані в межах Аккаду, Вавилонії та Ассирії. Західна група утворила відомі із Біблії та історії Єгипту племена: амореї, фінікійці, євреї, арамеї (халдеї півдня Месопотамії). Південна група мешкала на півдні аравійського півострова (хадрамаутці, сабейці, майнці, катабанці) та на Ефіопському нагір'ї (ліхьянітами, самуд).

Проникнення семітів на територію Єгипту мало три форми: поодинокі випадки переміщення на короткий час, масове переселення та ворожа експансія. Наприклад, народжений у місті Ур (Шумер) патріарх Аврам. Він разом із своїм батьком та сестрою-дружиною (такі споріднені шлюби були поширені в ту епоху із економічних питань – бажання не відокремлювати ресурси від родового бізнесу) Саррою, батьком, братом та племінником відправилися із Шумеру в Ханаан. Після смерті батька вони із племінником Лотом відокремлюються від родової групи і рухаються в бік Єгипту. Накопичені знання про особливості ландшафтів, тварин і їхнє докільля в поєднанні із організацією торгівлі запозиченою в Шумері, зробили їхні отари занадто великими. Виник дефіцит і надмірне навантаження на пасовищні ресурси. Почали виникати конфлікти через водопій і місця для випасу. Утримувати їх разом не було сенсу, так як це так швидко виснажувало ресурси місцевих пасовищ, що навіть постійне переміщення не вирішувало усіх проблем. Лот відправляється в долину Йордану, а Авраам залишається в Ханаані. На цій території єврейські племена пастухів мали найглибші та найдосконаліші екологічні знання та час від часу приносили їх в Єгипет. Однак, система господарювання в Єгипті була побудована інакше і ці знання не були затребувані ніким крім семітських пастухів, які жили на околицях освоєної землеробами долини Нілу.

Найчастішими причинами переміщення семітів в Єгипет були погіршення погодних умов, що призводили до голоду. Маючи великі запаси дорогоцінностей та худоби семітські кочівники отримали можливість кілька років перебувати в незалежному від примх погоди Єгипті. Самі єгиптяни здебільшого раділи приходу таких «інвестицій» і збагачувалися на них. Друга хвиля заселення, згідно із єврейськими переказами пов'язана із Йосифом, правнуком Авраама. В боротьбі за батьківський спадок, брати продають його в рабство. Він був викуплений начальником фараонових тіло охоронців і працював слугою при маєтку фараона на початку Нового царства (в різних єврейських богословських школах час цих подій різняться). Відмовившись від вступу в статеві стосунки з дружиною свого господаря, він був обмовлений нею і потрапив до в'язниці. Тут він, опираючись на накопичені кочовими пастухами знання, робить декілька передбачень, які дозволяють йому не лише вийти на волю, а й зайняти найвищу після фараона посаду. Йосиф описав відомі на сьогодні екологам флуктаційні хвилі спричинені коливаннями сонячної активності. В одному періоді рослини синтезують в собі більше білків, що активізує діяльність гетеротрофів першого порядку. В іншому цей синтез знижується, що спричиняє нову фазу популяційної хвилі. Повний цикл складає 11-12 років, однак між ними є 4-5 річні перехідні періоди. Оскільки, до зміни клімату, що супроводжував кризу бронзового віку було ще далеко, цикли працювали досить чітко. Пропозиція Йосипа протягом 7 найбільш урожайних років, робити запаси зерна і використовувати їх для зміцнення влади в найбільш голодні роки, мала успіх. Така стратегія стала однією із причин зростання потужності Єгипту та перетворення його на велику імперію. За глибокі природничі та математичні знання дехто із дослідників вважає легендарного Йосифа і Імхотепа однією особою, хоча ця версія розходиться за деякими хронологічними нюансами.

Скориставшись сприятливими умовами для життя під час нового несприятливого циклу, в Єгипет нахлинула нова хвиля міграції. Вона принесла не лише велику кількість робочої сили для амбітних планів фараонів Нового царства, а й капітали та потік товарів із Передньої Азії. Мігранти із Сходу допомагали Єгипту відновитися після років занепаду, будучи його робочою силою, підприємцями та інвесторами. До часів Рамзеса II або сановника, якого проголосили фараоном, Хоремба, ці племена були частково інтегровані в єгипетське суспільство Нового царства. Повної асиміляції не відбулося, тому що більшість із прибулих продовжували займатися скотарством та торгівлею.

Під час правління VIII династії Нове царство, як і Стародавній Єгипет загалом, зазнають максимального розквіту. Це почалося із часів двадцятирічного правління дружини Тутмоса II

Хатшепсут. Вона не тільки розширила кордони імперії та активно займалася будівництвом. Цією талановитою царицею було організовано кілька дослідницьких експедицій в пошуках нових товарів та ресурсів. Найбільшу славу зазнала експедиція в країну Пут у Східній Африці. Вона розкрила світу Середземномор'я та Передньої Азії інший природний світ. Це була не перша подорож єгиптян вздовж східного африканського узбережжя. Аналогічні поїздки здійснювались і раніше. Першим її спробував організувати фараон Сахур із V династії. Привезені ним скарби (екзотичні породи деревини, слонова кістка, золото, тощо) розпалювали інтерес у багатьох його наступників. Однак, жодна із експедицій не може зрівнятися із організованою Хатшепсут.

Вона відбулася в 1482-1481 роках до нашої ери під керівництвом вихідця із Нубії, воєначальника Нехсі. Цей похід описано в найдрібніших деталях. Туди було відправлено п'ять великих кораблів. В описах контактів із місцевими жителями зустрічаються згадування невідомих єгиптянам звірів та рослин. Звідти єгиптяни привезли багато мирри, чорного дерева, екзотичних тварин (на барельєфах зображені павіани, леопарди і навіть жираф), слонової кістки, пахошів, золота та леопардових шкур. Деякі рослини (миррове дерево) були привезені живими і згодом висаджені біля деяких єгипетських храмів. Така експедиція за впливом на розширення знань про природу була аналогом епохи великих географічних відкриттів 15-17 століття.

Амбітні плани єгипетської імперії вимагали більше ресурсів і більше робочої сили. Їх вирішили поповнити за рахунок не повністю асимільованих семітських пастухів та торговців. Це загострило конфлікт між євреями та єгипетською владою. Усе відбулося на фоні внутрішнього конфлікту в правлячих колах. Як ми вказували вище, релігія є способом адаптації до певних природних і соціальних умов середовища. Також, вона є відображенням соціальної ієрархії. Імперія очолювана єдиним лідером вимагає аналогічну структуру і серед богів. Ми це спостерігали на прикладі Месопотамії, коли з'являється один головний бог і правитель стає водночас найголовнішим жерцем. З часів Тутмоса IV велися спроби провести релігійну реформу. Піку ця спроба досягнула при Аменхотепі IV (Ехнатоні), коли центральним і чи не єдиним божеством був образ сонячного диску Атон. Це супроводжувалося закриттям храмів і переміщенням їхніх багатств в скарбницю фараона. Релігійна нетерпимість фараона та влаштований ним терор порушив економічні зв'язки і призвів до краху імперії. Зникли міжнародні партнери в Передній Азії і запанувала криза.

У 1292 році до влади приходять воєначальник Хоремхеба під ім'ям Рамсес I. Лише його внуку, Рамсесу II, завдяки ряду політичних кроків удалося відновити велич Єгипту. Він досить успішно воював із хетами, а потім заключив із ними мир, одружившись на їхній царівні Хаттусілі III. Амбітні дії Рамсеса II виснажили ресурси і спричинили нову кризу. Після його смерті до влади прийшов його син шістдесятитітній Мернептах. До цього він був малопомітним царевичем, тринадцятим сином Рамсеса II. Він займав посаду царського писаря, однак через смерті своїх братів він став головнокомандувачем при вісімдесятилітньому фараоні. Згодом, він перебрав усю владу із рук старого і немічного Рамсеса II але офіційно став фараоном лише після його смерті. З перших років правління він придушив повстання в Палестині, Лівії та Нубії з такою жорстокістю, що це шокувало єгипетське суспільство. Повстання було спричинено черговим голодом, а основною ціллю терору стали єврейські племена. Народи, які зазнавали подвійних страждань через відсутність їжі та військовий терор намагалися укласти угоду із «народом моря». Однак, їхній союз зазнав поразки в битві на околицях міста Періру (долина Натових озер). Мернептах вів себе, як справжній узурпатор. Економічне положення найменш захищених верств населення погіршувалося. Особливо це стосувалося одноплемінників повсталіх народів Палестини, яких після придушення повстання перетворили на рабів. В цей критичний момент з'явився Мойсей, який спробував врятувати свій народ із лап тирана.

Мойсей згідно із Священним писанням народився у роду левітів. За переказами у той час єврейська громада переживала чергові погроми, під час яких намагалися убити усіх їхніх немовлят чоловічого роду. Така практика була поширена в 1-2 тисячолітті до нашої ери. Згодом євреї теж використовували її проти народів, у яких вони відвойовували обрану землю. Важко сказати чи дійсно це відбувалося за часів Рамсеса II чи раніше по відношенню до жителів своєї держави а не проти завойованих народів (рис. 17). Адже, подібні історії весь час гуляли землями родючого

півмісяця. Винищення дітей в першому столітті нашої ери ізраїльським царем Іродом продовження такої традиції. За легендою, мати три місяці переховувала Мойсея, а потім залишила в кошику на березі річки. Написано, що дочка фараона знайшла його і забрала до себе в покої, а мати вважалася його годувальницею. Ймовірно мова іде про Термутіс, дочку Рамсеса II або легендарну Хатшепсут дочку Тутмоса I та дружину свого брата Тутмоса II. За цією мальовничою легендою може бути приховані менш яскраві майже побудові речі. Мойсей міг бути прийомним сином дочки із фараонової родини, якого уникав забобонний батько. Тоді єдине, що споріднює його із єврейським народом це годувальниця і легенда, яку було придумано для прикриття цієї історії. Його годувальниця очевидно була і його вихователькою, якій було наказано виховувати в традиціях власного народу. Про Мойсея згадує стародавній історик Йосип Флавій. Він також вказує, що той отримав серйозну освіту, був знайомий із технологічними і науковими досягненням єгиптян і навіть керував військом у війні проти нубійців.



Рис. 17. Статуя Рамсеса II

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BC%D1%81%D0%B5%D1%81\\_II#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:RamsesIIEgypt.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%BC%D1%81%D0%B5%D1%81_II#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:RamsesIIEgypt.jpg))

За переказом він заступився за своїх молочних братів і вбив жорсткого наглядача. Після чого він був вимушений тікати із Єгипту. Однак, більш за все він став жертвою інтриг фараонового двору. Серед знаті був страх через зростання його могутності, особливо через успішну нубійську операцію, із якої він повернувся не лише із перемогою, а й із дружиною – нубійською принцесою. Як би там не було, а Мойсей був вимушений покинути столицю та переховуватися в західній частині Аравійського півострова. Тут від одружується на Ціппорі, дочці мідянського священика Їтро (інші імена Реуел, Ховав). Мідяни були багатими войовничими напівкочовими племенами. Вони були семітським народом спорідненим із євреями. За легендою вони теж вважали себе нащадками Авраама. Через кочовий спосіб життя зараз важко визначити їхній ареал. Найчастіше це була північно-західна Аравія, зокрема, Синайський півострів. Як і євреї, мідяни сповідували монотеїзм. Мойсей був добре прийнятий мідянами не лише через їхню спорідненість.

Деякі семітські племена Передньої Азії опинилися в складному становищі. Вони частіше за все не були залежними від потужних держав цього регіону – єгиптян, хетів, асирійців та вавилонян. Час від часу із політичних чи економічних причин вони зазнавали переслідувань зі сторони тоталітарних імперій, які не хотіли терпіти їхню низьку інтеграцію та асиміляцію. Крім того вони часто переміщувалися за межі цих імперій та були достатньо заможними й успішними. Отже, вони були потенційними спонсорами та інвесторами ворожих сусідів. Коли імперія Стародавнього Єгипту заключила союз із Хетською імперією, кочові семітські племена були витіснені в малопродатні для життя пустельні аравійські землі. Альтернативою для них було асимілюватися із населенням великих імперій і отримати статус напіввразів, виконуючи найтяжчу роботу за найменшу плату. Це спричинило ряд повстань серед цих племен, а також їхні союзи із «народом моря», які здійснювали набіги на територію імперій та їхніх союзників. Саме тому, мідяни тепло зустріли та високородного втікача із Єгипту. Це могло посилити їхні позиції в

протистоянні із союзом імперій Єгипту та Хетів. Мойсею також було вигідно скористатися їхньою гостинністю. Він отримував серйозну підтримку від багатих мідянських торгівців. Можливо саме тут він почав себе позиціонувати як єврея, відповідно до племінної належності своєї годувальниці та легенди, якою прикривали його походження в Єгипті. Це дозволяло йому посилити формальні зв'язки із мідянами, які вважають себе спорідненим народом із євреями. Він одружується із дочкою поважного мідянина Їтро та після смерті фараона Рамсеса II повертається в Єгипет. Мідяни надіялися на те, що після повернення в Єгипет Мойсей стане одним із факторів, що підірвуть могутність імперії та послабить її тиск на кочових торгівців Синаю. Однак, коли замість цього, він вивів велику частину семітів із Єгипту в Північну Аравію, вони зрозуміли, що їхня «інвестиція» дала неприємний зворотний ефект. З одного боку, Єгипет не ослаб через внутрішнє протистояння. А по друге, тепер в землях, де домінували мідяни, з'явився чисельний народ, який виснажував місцеві ресурси та посилював торгівельну конкуренцію. Через це мідяни усіяко намагалися не лише перешкодити в їхньому переміщенню, і критикували ідею створення ще однієї держави в долині Йордану.

Перебуваючи посеред мідянських священників, найбільш освічених представників свого народу, Мойсей поєднав єгипетську фундаментальну освіту із знаннями про виживання в важких природних умовах північної Аравії. Після повернення в Єгипет та під час виходу із ним ці знання викристалізувалися в досить прогресивну для свого час систему. Мова іде не лише про релігійний або світоглядний канон. Тут на рівні релігійної практики впроваджуються екологічні знання.

У Єгипті Мойсей знову отримав доступ до двора фараона, де лобював перед ним інтереси семітських племен, насамперед євреїв. Він відсилає Ціппору та двох синів від неї до тестя, чим певною мірою продемонстрував, що не буде виконувати мідянський план. Вже після виходу євреїв із Єгипту, Їтро приводить Ціппору із синами до Мойсея, намагаючись повернути статус-кво. Однак, у нас мало даних чи спрацювала ця тактика. В подальшому в Біблії згадується лише перша дружина Мойсея, вихідка із нубійського Куша (Чис. 12:1-15).

Поєднавши єгипетські та мідянські знання про природу, Мойсей зумів передбачити ряд екологічних катастроф. Він використовував їх в дискусії про права євреїв, трактуючи події із позиції релігії. Мова йде про десь єгипетських кар. Першою було почервоніння води в річках та каналах, через яку воду не можна було використовувати для пиття, а риба в ній загинула. Нам, знайомим із наслідками глобальної зміни клімату та регулювання річок, така картина не виглядає дивною. В помірному поясі, за звичай, це називається «позеленінням води» – масовим розмноженням ціанобактерій із тяжкими наслідками після нього. Неподалік від морів, спостерігаються так звані «червоні припливи», пов'язані із масовим розмноженням динофітових водоростей. Це призводить до зменшення кисню та зростання концентрації нейротоксинів, які виробляє *Karenia brevis*. Вода отримує неприємний запах та отруйні властивості, особливо для дрібних тварин. Поєднання специфічних умов (дебет води в річці, температурний режим, положення Сонця та Місяця по відношенню до Землі) може провокувати таке явище в нижній течії Нілу та зв'язаних із ним каналів. Отруйність води призводить до загибелі тварин, які в ній знаходяться. Їхні трупи посилюють евтрофікацію, яка збільшує процес цвітіння води. Тварини, які мають змогу мігрувати із водойм втікають на суходіл. Так формується друга кара – нашість жаб. Зменшення кількості природних ворогів для водних личинок, сприяє високому виживанню дрібних комах (мошок, комарів, тощо). Це – третя кара. А численні трупи риб викинуті на берег та «органічний суп» на мілководді запускає популяційну хвилю різноманітних сапрофітних мух (четверта кара).

Зменшення кількості питної води для худоби та їжі для неї в заплавах пасовищах в поєднанні із численними двокрилими паразитами та переносниками хвороб, становили для неї серйозну загрозу. Розпочався масовий мор домашніх тварин – п'ята кара. Також, ці двокрили переносили шкірний лейшманіоз, від якого страждали люди та тварини (шоста кара). В умовах високих температур, що призвели до зниженню рівня води в Нілі, у повітрі накопичувалося багато вологи. Достатньо було до цієї суміші додати детонатор у вигляді пилу чи попелу і це спровокувало б численні блискавки. Оскільки, Єгипет знаходився неподалік від численних вулканів, активність яких критично зросла наприкінці 2 тисячоліття до нашої ери, то чергове

виверження спричинило справжній «вогняний град» із численних блискавок. Попіл разом із грозою знищив численні посіви, ослаблені попередньою засухою (сьома кара). В таких обставинах черговий період масового розмноження сарани став справжньою катастрофою (восьма кара). А «вулканічна зима» від вулкану або піщана буря, підсилена знищенням рослинності сараною, стала дев'ятою карою.

Такі умови, в поєднанні із традиціям щодо перших за народженням синів, спричинили їхню масову загибель. В Стародавньому Єгипті прийнято, що найстарший син їсть хліб першим і обов'язково подвійну порцію. В умовах, що склалися (зниження урожаю, масове розмноження комах, зміни погодних умов) зерно активно заражалося чорною пліснявою – *Stachybotrys chartarum*. Цей грибок призводить до серйозних захворювань і є смертельним, особливо для немовлят. Оскільки, решта сім'ї, особливо в умовах голоду, який був викликаний попередніми катастрофами, недоїдала, то вона не так часто і сильно страждала від цієї хвороби. Грибок розвівся в єгипетських зерносховищах та будівлях. Через спори отруєння його токсинами мало ймовірно, але при вживанні великої кількості зараженої їжі може мати тяжкі наслідки. Оскільки, єврейські традиції та побут вирізнялися від єгипетських, ця етнічна група практично не постраждала від грибка. На час «епідемії» вони вживали переважно м'ясо в поєднанні із «гіркими травами». «Нехай їдять тієї ночі те м'ясо, спечене на огні, та опрісноки. Нехай їдять його на гірких травах. Не їжте з нього сирового та вареного, звареного в воді, бо до їди тільки спечене на огні, голова його з голінками його та з нутром його. І не лишайте з нього нічого до ранку, а полишене з нього до ранку спаліть на огні.» (Вихід 12:8-10). Також вводилася заборона на випікання хліба із використанням закваски, що могло сприяти розмноженню на ньому чорної плісняви. «Сім днів будете їсти опрісноки. Але першого дня зробите, щоб не було квашеного в ваших домах, бо кожен, хто їстиме квашене, від дня першого аж до дня сьомого, то буде витята душа та з Ізраїлю» (Вихід 12:15). Таким чином, Мойсей передбачив ланцюг екологічних катастроф спричинених поєднанням природних умов (зменшення числа опадів та приплив) із антропогенними (землеробство, зростання числа міського населення та іригація).



Рис. 18. Тора

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%80%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Torah\\_and\\_jad.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%80%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Torah_and_jad.jpg))

Під тиском серії катастроф та їхнього містичного трактування, фараон Мернептах дав дозвіл євреям вийти в пустелю для здійснення богослужіння. Спостерігаючи за цим процесом фараон зрозумів, що його обманули і він втратить велику критично необхідної кількість робочої та фінансів. Адже, крім власних багатств євреї взяли із собою позичені в єгиптян перед виходом золоті речі. «Ізраїлеві сини вчинили за словом Мойсеєвим, і позичили від єгиптян посуд срібний і посуд золотий та шати. А Господь дав милість тому народові в очах Єгипту, і вони позичили і

забрали здобич від Єгипту» (Вихід 12:35-36). Така ситуація вимусила фараона погнатися за євреями. Поєднання засухи, яка змінилася дощами, припливів та цунамі, що супроводжували описану вище вулканічну діяльність дозволило євреям пройти через дно окраїни Червоного моря і втопило єгипетську армію, яка їх переслідувала.

Читаючи про перебування євреїв у пустелі, ми можемо спостерігати глибокі знання її природи зі сторони Мойсея. Він, наприклад, добре знає, в яких екотопах шукати їжу. Згадаймо легендарну манну небесну. За одними версіями, це виділення тлі, яка п'є сік дерева тамариск. Це жовтий соскоподібна, багата на вуглеводи речовина із приємним медовим запахом. За другою версією – це лишайники роду леканори або асцилії, слані яких нагадують кульки. Сюди ж літаються перепілки, які також споживалися у їжу. Заборона на створення її запасів носить не лише релігійний, а й екологічний та санітарно-гігієнічний характер. З позиції релігії, відмова від запасів їжі вимагає віри в свою значимість перед Богом. З позиції екології, така жадібність в умовах обмежених ресурсів – пряма дорога до їхнього виснаження та смерті громади. З позиції гігієни та харчової безпеки, збереження ліхнеофільних грибів та м'яса у теплих умовах пустелі, без достатньої кількості палива для доброї багаторазової та тривалої термічної обробки загрожують масовими харчовими отруєннями. Санітарно-гігієнічні, соціально-політичні та екологічні принципи закладені Мойсеєм в ранг релігії, здається випереджають свій час. Однак, це лише так здається, тому що протонаука Середземномор'я вже накопичила велику кількість емпіричної інформації про природу, медицину та гігієну. Мойсей лише використовував те, що було відомо обмеженому колу освічених єгиптян того часу. Крім того, він поєднував це із знаннями про природу отриманими від тестя та із власного досвіду, коли випасав у пустелі його отари.

У наступних книгах Мойсейових, зокрема в книзі «Левіт», ми спостерігаємо багато досить сучасних уявлень про заходи щодо запобігання епідемій. Тут описані не лише методи диференціальної діагностики, а й правила запобігання поширенню інфекцій. Зокрема цьому присвячені 13-16 глави Левіту. «Особа, що доторкнеться якої нечистої речі, або падла звірини нечистої, або падла худоби нечистої, або падла нечистого плазуючого, і буде це незнане їй, то вона нечиста й завинить; або коли доторкнеться нечистоти людини, всякої нечистоти її, що нею стане нечиста» (Левит 5:2-3), «А хто доторкнеться до їхнього падла, буде нечистий». (Левит 11:36), «По всі дні, коли болячка на ньому, буде нечистий, він нечистий. Самітний буде пробувати він, поза табором оселя його» (Левит 13:46) «А очищений випере одягу свою й поголить усе волосся своє, і обмиється в воді, стане чистий. А потому ввійде до табору, і буде жити поза наметом своїм сім день.» (Левит 14:8). Мойсейові рекомендації – це суміш прогресивних досягнень єгипетської медицини, знань місцевої природи, забобонів та міфології поширених серед семітських племен, а також спроб формалізувати та уніфікувати релігійну практику. Останнє Мойсей вважав за спосіб перетворення окремих єврейських спільнот на єдину націю, без чого не можливо вибудувати власну державу і перейти із статусу родових племен до народу, що має власну державу. Тому, що єдиним способом захистити свій народ, його інтереси, його історичну та культурну спадщину, його життя, здоров'я та економічні інтереси є створення держави, в межах якої цей народ буде панівною політичною силою.

Як ми бачимо, вже в останній половині другого тисячоліття наука та технології великих держав Середземномор'я досягнули вершин, на яких була Римська імперія через півтори тисячі років чи арабське або європейське Відродження через 2-3 тисячі років. Однак, багато речей людству прийшлося наново відкривати, вже через тисячі років. Повторилася історія із впровадженням сільського господарства в 8 тисячолітті до нашої ери і його відновленням в 6-4 тисячолітті до нашої ери. Причиною таких «відкатів» людства назад є кліматичні зміни, що тягнуть за собою руйнацію соціально-економічних відносин.

Середземномор'я мало ідеальні умови для розвитку цивілізації. Тут ідеальне поєднання оптимальних вологості та температури навколо внутрішнього моря із виходами в сусідні регіони. Це сприяло для розвитку сільського господарства, яке виробляло надлишки продукції, що дозволяло вивільняти робочу силу для розвитку архітектури, наук, мистецтва та ремесел. Однак, практично миттєво в порівнянні із історичними масштабами середземноморські цивілізації

знають руйнації. На протязі кількох десятиліть зникають міста держави на території Мікенської і Хетської держав та Ассирії. Потім черга доходить до Єгипту та Вавилону. Головною причиною катастрофи бронзового віку стали глобальні зміни клімату в поєднанні із зростанням сейсмічної активності на фоні неготовності та нездатності спільнот протистояти екологічним проблемам.

Поміж 1206 і 1150 роками до нашої ери відбулися розпади потужних держав та імперій, зруйновані міста, втрата писемності, знань, технологій. Головними причинами були екологічні катастрофи, які запустили «ефект доміно» щодо руйнації цивілізації. Події, які описує книга «Вихід» відбувалися не лише в Стародавньому Єгипті. Це була глобальна катастрофа. Кліматичні зміни та підвищення тектонічної активності вдарили по сільському господарству та це порушило економічний стан держав. По перше, зменшило кількість ресурсів, які виділялися на підтримання досягнень цивілізації, армії та будівництва. По друге, викликало хаотичний потік мігрантів, який в одному місці знижував кількість трудових ресурсів, в другому збільшили навантаження на природу, в третьому спричинили епідемії і в четвертому перетворили конфлікти між аборигенами та мігрантами. в яких перші програвали. Ще одним фактором, який сприяв катастрофі, стала спеціалізація міст держав. Єгиптяни були основними експортерами зерна, якого не було в достатку в мінойців та хетів. Жителі Криту постачали мідь, а хети олово. Частина компонентів бронзи була привезена торгівельними флотиліями із Піренейського півострова, Кавказу та Середньої Азії. Вибивши хоч одну із цих спеціалізованих ланок, руйнуєш усю систему. Стають нікому не потрібними предмети розкоші, які виробляються в великих містах. Торгівля почала занепадати, фінансування армії скорочується, навали мігрантів та войовничих племен немає кому зупинити. Останню крапку в соціально-екологічній катастрофі поставило виверження вулкану Гекла в 1159 році до нашої ери. Це величезне виверження, що супроводжувалося цунамі та землетрусами вище 7 балів, добило Середземноморські цивілізації. Криза тривала протягом кількох століть. Лише в X столітті до нашої ери в цьому регіоні виникають нові держави, які починають відновлення цивілізації, яке тривало біля тисячі років. Катастрофа бронзової доби вказує нам на три особливості впливу екологічних проблем на існування глобалізованої цивілізації. По перше, навіть одна проблема із довкіллям може запустити ланцюг катастрофічних подій. По друге, людська трансформація довкілля загострює такі зміни, від яких страждатимуть, насамперед, широкі маси населення. Наприклад, описане вище явище цвітіння води в нижній течії Нілу, що запустило низку катастроф та втрату могутності Єгипту і його експортного потенціалу. По третє, в глобалізованому світі можуть скластися обставини, коли системна криза в одній країні стає загальною для усієї цивілізації. Чим сильніша інтеграція та взаємна економічна залежність між країнами, тим більше шансів, що і їхній прогрес, і їхні кризи будуть підсилювати одне одного.

#### **4.5. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавньої Греції.**

За кілька століть після кризи бронзової доби почали відновлюватися локальні державні утворення на території Середземномор'я, Передньої та Південної Азії. В «темні часи» більшість технологій та писемних традицій були втрачені. Наприклад, дорійці, які вторглися на південні Балкани та острови північного Середземномор'я, перейняли від мікенців лише прийоми кораблебудування, обробку металу, культивування винограду та оливкових дерев і гончарний круг. Усе їхнє господарство було натуральним із дуже низьким відсотком торгівлі, особливо міжнародної. Однак, вони принесли із собою технологію виготовлення заліза. Доступ до дешевого та якісного металу детонував нову хвилю змін в тогочасному світі. Це відбулося близько X століття до нашої ери. За кілька століть така технологічна перевага нового металу поширилася Євразією та Північною Африкою. Це повністю змінило світ. В тому числі це змінило наукову думку.

Франк Егертон вважає, що наука починається із відходу від міфопоетики та поширенню критичного мислення на фоні емпіричного досвіду (Whendee at al. 2001). Він та його послідовники наводять, як приклад, ряд грецьких філософів. Однак, в роботах із медицини Імхотепа чи в філософії Чжуан цзи ми спостерігаємо підходи, які не менше наукові ніж у Фалеса, Піфагора та інших. Разом із тим, заходоцентричний підхід до історії науки та принцип неперервності розвитку

знань робить Стародавню Грецію логічним місцем початку сучасної науки в цілому та екології зокрема. Головною ознакою став перехід до більшого індивідуалізму під час формування певних світоглядних концепцій. Наука до сьогодні залишається індивідуальним творчим актом навіть, коли вчені працюють в малих чи великих колобораціях.

Із початком залізної доби і до початку виникнення науки, екологічні знання переміщуються із релігійних текстів в роботи натурофілософів. Тут ми спостерігаємо спроби систематизувати уявлення про природу, в тому числі і елементи екологічних знань, на які мають вплив, як медичні роботи (докладніше в підпункті 4.5.3), так і історичні. Наприклад, в роботах Геродота описується велика кількість різноманітних ландшафтів та інших природних об'єктів. При цьому, часом наводяться зв'язки між ними та умовами середовища (погодними чи ґрунтовими). Він описав зв'язок між нільськими крокодилами та птахами. Він описав, що коли крокодили виходять на берег, вони відкривають свої роти і дозволяють птахам (єгипетським шпорникам, *Hoploopterus armatus*) визбирувати в пащі п'явок та залишки їжі. Також, в роботах Геродота описано велике число обставин, які супроводжують виникнення епідемій. Епідемії – це завжди екологічна проблема. Вони пов'язані із зв'язками між різними організмами та їхнім середовищем існування.

**4.5.1 Історія відносин із навколишнім середовищем в архаїчний період.** Історію Стародавньої Греції традиційно ділять на архаїчний (мікенський) та класичний період. Перший розпочався приблизно в 7 столітті із аркадійських воєн, коли після вторгнення дорійців із півночі сформувалися перші міста-держави. Тип господарювання, суспільного устрою, міфології та світоглядного сприйняття світу були аналогами того, що існувало на ранніх етапах формування цивілізацій в долинах Нілу, Інду та Месопотамії. В уявленні тогочасних греків світом правили антропоморфні боги стихій та ремесел. При цьому, визнаючи весь пантеон, кожне місто мало свого покровителя. Наприклад, Афродіта була покровителькою острову Кітера, а Афіна – Атен. Тут нова технологія використання заліза не змінила уявлень про світ серед широкого загалу. Разом із тим, вже в цю епоху з'являються перші філософи, прабатьки сучасних наук. Серед них Анаксагор, Анаксимандр, Анаксімен, Геракліт, Піфагор, Фалес, Ксенофан. Вони формують філософські школи, в межах яких розвиваються їхні вчення – мілетська (Анаксимандр, Анаксімен, Фалес), піфагорійська (Піфагор), елейська (Ксенофан), гераклітова (Геракліт), анаксагорова, (Анаксагор).

**4.5.2 Екологічні ідеї натурфілософів мілетської школи.** Мілетська або іонійська школа належала до течії філософії, яка має назву натурофілософія (*natura* — природа, *φίλοσοφία* – любов до мудрості). Вона була заснована у першій половині шостого століття до нашої ери у Мілеті (Іонія) Фалесом. По суті, це перша філософська школа в західній традиції, заснована після катастрофи бронзової доби. Незважаючи на те, що Іонія це область сучасної Туреччини, в ті часи вона була під повним грецьким культурним і цивілізаційним впливом. Наприклад, ще в часи катастрофи в долину Йордану зайшла частина «народів моря», відома із Біблії, як фелістимяни. Саме від їхньої назви походить назва цього регіону Палестина. Це були елінізовані племена із території сучасної Туреччини.

Характерною особливістю Мілетської школи була природнича направленість та матеріалізм. В межах цієї школи спостерігається певна спадковість лідерства. Засновник школи Фалес був учителем Анаксимандра, а той Анаксімена. Ця школа також мала своїх більш далеких та не прямих послідовників. Наприклад, Гіппона та Діогена Апполонійського.

На відміну від багатьох вчень того часу і зачатків натурофілософії бронзового віку (Імхотеп, Чжуан Чжоу, Мойсей) в межах мілетської школи розглядали проблему утворення та існування Всесвіту без участі богів чи інших надприродних сил. Навіть, коли представники цієї школи і признавали ймовірне існування міфологічних об'єктів, то не визнавали їх, ні творцями, ні вершителями долі світу. Саме походження і будова Всесвіту були ключовими предметами їхніх роздумів та спостережень. Вони шукали розвиток цієї проблеми у монізмі – пошуку елементарної першооснови, із якої виникає і складається усе суще. В їхніх роботах з цієї позиції розглядаються питання біології, географії, математики, фізики, метеорології, астрономії і зокрема космогонії. Для підтвердження своїх тверджень та припущень вони першими застосовують емпіричний метод – спостереження. Разом із тим, відмовившись від поширених надприродних сил, вони



використовують поняття Логос. Цей термін був запроваджений представником мілетської школи незалежним від послідовників Фалеса Гераклітом. Він означав космічний порядок, якому усе на світі підкоряється. В мілетській школі Логос був зведений в ранг всемогутнього, але не антропоморфного, безособового Бога. Не лише це споріднювало цих філософів із представниками міфологічної традиції. Вони так само часто використовували емоційно-наочні та алегоричні форми у своїх творах, що робило їх більше схожими на міф, ніж на аналітику із строго вираженим понятійним апаратом.

Будучи прихильниками ідеї про те, що усі речі у Всесвіті є результатом поєднання та прояву дії стихій, вони сперечалися, яка із них є першоосною. Фалес такою вважав Воду. Саме перетвореннями води він пояснював утворення Повітря і Землі. Він стверджував, що його першооснова постійно перебуває в русі і змінюється. А також, стверджував, що саме рух першооснов є головною ознакою життя. Крім цього, Фалес був успішним в інших галузях. Він довів декілька геометричних теорем, одна із них стала в пригоді під час вимірювання відстаней або розмірів віддалених предметів. Нам вона відома як теорема Фалеса. Його заняття геометрією дозволили йому науково обґрунтувати сферичну форму Землі, що через дві тисячі років заперечується деяким недалекими невігласами. Також, він стверджував, що зірки та сонце – це розпечені шматки речовини та зробив багато астрономічних вимірювань (кутову величину Сонця і Місяця, нахил екліптики, передбачення затемнень, тощо).

Фалес, також, змінив підходи до мислення під час розгляду дослідницьких проблем. Він відстоював позицію, що воно повинно бути позбавлене від впливу авторитетів (рис. 19). Це дозволило Фалесу Мілетському відкрити ряд законів, на яких побудована сучасна екологія. Серед них «закон збереження матерії», а також теорія, яка зближується із «гіпотезою Геї». Фалес висловлював ідеї близькі до тих, що в 17-му столітті генерували Бенедикт Спіноза чи в 20-му Джеймс Лавлок разом із Лімом Маргулісом. Він вважав космос живим, аналогічно із тим, як вважали живою нашу планету Д.Лавлок та Л. Магуліс. А також, він вважав космос аналогом бога, так як стверджував Б.Спіноза. Ця ідея набагато сильніше проявилася в іншого філософа того часу Анаксагора, який використав у своїй моделі Нус або космічний розум.

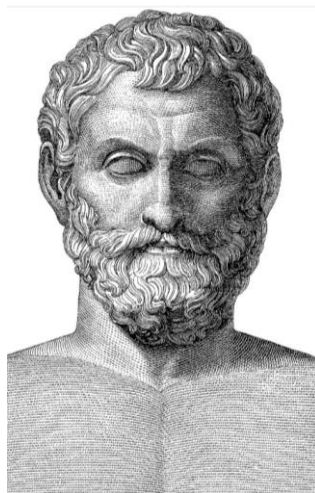


Рис. 19. Фалес

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D1%81#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Illustrerad\\_Verldshistoria\\_band\\_I\\_III\\_107.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D1%81#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Illustrerad_Verldshistoria_band_I_III_107.jpg))

Анаксимандр вважав першоосною апейрон – нескінченно малу безформну нескінченну у часі субстанцію (рис. 20). Він вважав стихії, в тому числі і Воду лише поєднаннями цієї субстанції за принципами діалектики – поєднання протилежностей (гаряче з холодним а сухе із вологим). Також Анаксимандр розробив свою модель Всесвіту, де його центр (Земля) утворена важкими стихіями, а периферія – легкими. Крім того, він розробив систематичний курс для вивчення геометрії, створив карту відомого грекам світу та пояснював атмосферні та астрономічні явища матеріалістичними причинами, а не діяльністю божеств. В своїх роздумах про живу природу

Анаксимандр припускав походження людини від тварин. Він був одним із тих, хто привніс в грецьку спільноту велике число месопотамських та єгипетських технологій бронзового віку (гномон, поняття про Європу, як певну територію). Разом із тим, він поширював і помилкові положення. Наприклад, він вважав, що десь є гори за якими щовечора ховається Сонце.

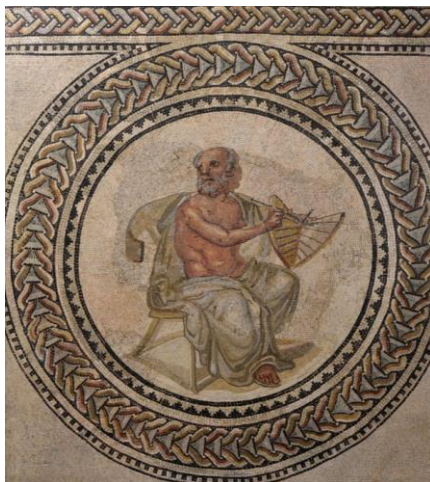


Рис. 20. Анаксимандр

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D1%81%D1%96%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Anaximander\\_Mosaic.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D1%81%D1%96%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Anaximander_Mosaic.jpg))

Учень Анаксимандра Анаксімен першоосною усіх речей у світі вважав Повітря, що також є безмежним і перебуває в постійному русі. Існування різних речовин він пояснював зміною густини повітря через його температуру. Якщо сприймати ці твердження на рівні речовини, то вони є досить вірним виразом причин зміни агрегатного стану, який залежить від активності руху атомів та молекул, що виражається у вигляді температури. В астрономії він дотримувався класичної геоцентричної схеми, де Земля знаходиться в центрі, а космічні об'єкти кружляють над нею (не «навколо» а саме «над») час від часу ховаючись за горами. Також Анаксімен визнавав існування богів та душі, яка була зроблена із повітря.

Ми можемо спостерігати багато подібності між китайським даосизмом та мілетською школою. І тут і там мова іде про стихії, як першооснову усього суцього, а Логос є певним аналогом Дао, поєднання протилежностей – даоське Інь і Янь. Незважаючи на те, що ці вчення виникають приблизно в один і той же час, ми не маємо доказів, які могли б стверджувати про запозичення ідеї однією із шкіл, чи незалежний їхній розвиток за принципом конвергенції, коли в подібних умовах виникають подібні форми світогляду.

Дотичним до мілетської школи був Анаксагор. Він намагався узгодити її філософію із школою елатів. Найбільше його цікавили питання космології, хоч він мав неабиякі досягнення в математиці (запровадив поняття нескінченно малої та великої величини). Він стверджував, що Місяць світить відбитим від Сонця світлом і затемнення спричинені тінню Землі. Також, заявляв, що Місяць має гори і долини та своїх мешканців. Земля в його уявленнях була циліндром із плоскою поверхнею на якій розташована Ойкумена. Вона вільно плаває в ефірі а над нею в його круговороті плавають небесні тіла. Він розробив оригінальну теорію походження Всесвіту. На початку була лише «первинна суміш» усіх стихій. Вона була незмінною і застиглою в просторі та часі. Під дією зовнішнього фактора, Нуса (космічного розуму) вона почала рухатися. Від цього руху стихії розділилися і їхнє поєднання створило усі відомі небесні тіла та земні предмети. При цьому, Земля залишилася просторово нерухою, а ефір навколо неї продовжував обертатися. Окремі частини планети здатні цим рухом відриватися від Землі і падати назад. Він одним із перших пояснив спостережувані «падаючі зірки» (метеорити), як шматки речовини, на прикладі єгипетського метеориту. Від тертя ефіру деякі камені за межами Землі нагріваються. Менші камені стають зорями, а найбільший (за його твердженням, як Пелопоннес) став Сонцем.

Анаксагор намагався своєю філософською концепцією ефіру пояснити ряд метеорологічних явищ – грім, блискавка, град, райдуга, тощо. За те, що він називав Сонце розпеченою каменюкою, а не божественним Геліосом, Анаксагора було вигнано із Афін. Однак, саме Анаксагор переніс натурофілософську традицію із Малої Азії на південні Балкани.

**4.5.3 Екологічні ідеї натурфілософів елейської школи.** Елейська школа критикує будь яке вчення, яке стверджує, що першооснови речей можуть змінюватися. Щоб пояснити зміни, які спостерігаються в довкіллі вони відділяють його від «істинного буття». Реальність, яка оточує людину, вони вважали марою, а усілякі знання марнотою щодо теоретичних розробок і практики. Загалом елейська школа була віддалена, і від сучасної науки, і від тогочасної натурофілософії. Її відомими представниками були Зенон Елейський, Парменід, Горгій, Мелісс Самоський, Ксенофан. Щодо належності останнього до елейської школи у сучасник дослідників виникають певні сумніви. Ксенофан критикував релігію, зокрема її спроби створити антропоморфних богів (рис. 21). Він писав «Початок – єдине чи буття все єдине і необмежене – ні нескінченним, ні таким, що рухається, ні тим, що спочивають» (за Теофрастом). Буття Ксенофаном розуміється, як універсум, Всесвіт загалом. Він є автором поеми «Про природу». В ній він пише що «Люди та тварини народилися із землі та води» і Земля також виникла з моря, що обґрунтовується наявністю в ній скам'янілостей морських тварин і часом знову занурюється в море. Сонце і зірки – це випаровування, що горять в небі, які утворюються кожену добу заново. При цьому, деякі його твердження йшли «від зворотного» стосовно релігійних уявлень. Наприклад: оскільки вважалося, що Аїд розташований глибоко під поверхнею, то Ксенофан заявляв, що Земля насправді бездонна. Також він стверджував, що існує нескінченне число світів, але вони залишаються незмінними. Він писав, що все живе схильне до загибелі, разом із загибеллю Землі загине і людство, але потім знову виникне Земля і людський рід відродиться з неї

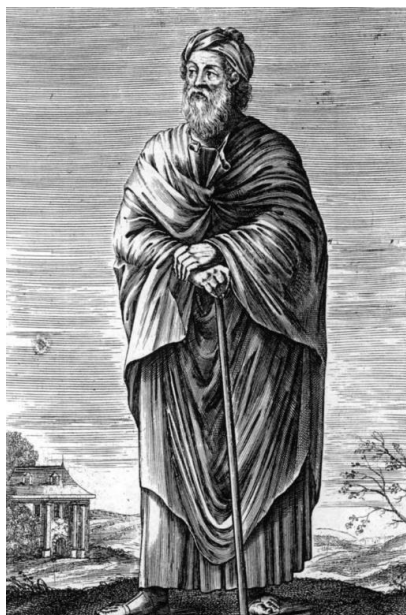


Рис. 21. Ксенофан

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%B0%D0%BD#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Xenophanes\\_in\\_Thomas\\_Stanley\\_History\\_of\\_Philosophy.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%B0%D0%BD#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Xenophanes_in_Thomas_Stanley_History_of_Philosophy.jpg))

Представники елейської школи часто критикували піфагорійців (Зенон Елейський). Піфагорійська філософія будується на парах протилежностей. Звідси випливає висновок Філолая, що «природа, що у космосі, гармонійно злагоджена з безмежних і визначальних; так улаштований і весь космос, і все, що в ньому». Піфагорійці вірили в світову гармонію, яка була виражена в числах та математичних виразах. Однак, це переросло не в математичне моделювання природних процесів, як практикує сучасна наука, а в нумерологію, як частину магічного мислення. Поняття гармонії Алкмеон намагався застосувати щодо здоров'я людини та медицини. Він стверджував, що існують протилежні «сили» організму (гаряче і холодне, солодке і гірке, і так далі). Коли між

ними існує баланс, то людина здорова, а коли він порушується, то хвора. Ця ідея була поєднана із емпіричними спостереженнями давньогрецьких лікарів і стала основою для теорії гумору. Вони говорили про баланс чотирьох рідин – крові, лімфи, чорної і жовтої жовчі. В новітні часи вона була запозичена психологами для позначення чотирьох типів темпераменту – холерик, сангвінік, флегматик і меланхолік. В деяких роботах побудованих на цих уявленнях заявляються екологічні знання. Наприклад, про зв'язок лихоманки із болотними екосистемами та про вплив сезонів року на застуду. Такі роботи було зібрано в «Корпус Гіппократа».

**4.5.4 Екологічні ідеї натурфілософів атомістичної школи.** Філософія атомізму побудована на уявленні про те, що все в світ складається із дрібних елементарних неподільних часточок. Незважаючи на співзвучність, це уявлення про атоми не збігається із сучасним. Однак, воно існувало в нашій науці аж до початку XX століття. Засновником атомістичного вчення був Левкіпп, але ми більше знаємо про це від його учня Демокрита Абдерського. Згідно з їхнім вченням, існують лише атоми та порожнеча. Атоми — дрібні неподільні, невникаючі і незниклі, якісно однорідні, непроникні (що містять у собі порожнечі) сутності (частки), які мають певну форму. Атоми незліченні, оскільки порожнеча нескінченна. Форма атомів нескінченно різноманітна. Атоми є першоосновою всього суцього, всіх чуттєвих речей, властивості яких визначаються формою їх атомів.

Демокрит був прихильником механістичного пояснення світу (рис. 22). Він бачив об'єкти навколо як суму складових частин, а хаос як безладний рух атомів. Для своїх досліджень законів оточуючого світу атомісти пропонували принцип ізономії або рівності перед законом. Вони говорили: якщо те чи інше явище можливе і не суперечить законам природи, то необхідно припустити, що в безмежному часі та просторі воно, або колись вже було, або колись буде, тому що у нескінченності немає межі між можливістю та існуванням. Демокрит робив кілька важливих висновків із цього принципу ізономії: 1) існують атоми будь-яких форм і розмірів (у тому числі розміром із цілий світ); 2) всі напрями і всі точки у Великій Порожнечі рівноправні; 3) атоми рухаються у Великій Порожнечі в будь-яких напрямках з будь-якими швидкостями. Він стверджував, що рух сам по собі не потребує пояснення, їх потребують лише зміни руху.

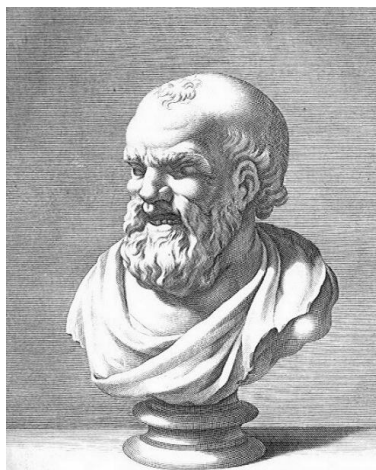


Рис. 22. Демокрит

(<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%BA%D1%80%D1%96%D1%82#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Democritus2.jpg>)

**4.5.5 Екологічні ідеї школи софістики.** Софісти були найманими викладачами красномовства, які здебільшого вміло імітували глибину та значимість своїх думок. Вони певною мірою нагадують експертів-блогерів першої половини XXI століття – низька компетентність, яка компенсується шармом, харизмою, красномовством та вмінням потрапляти в популярні тренди. Деякі тогочасні філософи засуджували софістику за маніпулятивні та оманливі прийоми полеміки. Якщо спочатку такі прийоми вказували на недосконалість логічного викладу певної думки, то згодом софісти почали активно застосовувати ці «правила гри», доводячи до дискусію абсурду. Наприклад: «Те, що ти не втратив, маєш. Ти не втратив роги. Значить, ти маєш роги». Замість логіки і фактів софісти часто використовували ігри в беззмістовні словесні конструкції.

Погляди на природу і Світ в цілому у софістів були еклектичними та позбавленими системності чи цілісності. Наприклад, за словами Пентагора «людина є мірою всіх речей, тому все, що комусь здається є істинним. Отже, сон не менш правдивий, ніж дійсність а думка божевільного так само істинна, як і здорового». Софісти виступали за кардинальну відмінність культурних явищ від законів природи. Вони говорили, що закони природи, одні й ті ж самі не залежно від простору, часу та обставин, діють невідворотно та неспинно, а поведінка, закони та звичаї людей умовні та діють скрізь по різному, бо є різновидом угоди між людьми. З часом софістика втратила будь які претензії на філософське вчення і звелася до основ риторики.

**4.5.6. Екологічні ідеї натурфілософії скептицизму.** Головною ознакою філософії скептицизму є використання сумніву в процесі пізнання істини в існуванні якої теж слід сумніватися. Скептицизм пронизує усі краї, епохи та філософські течії – від Чжуан Чжоу в Китаї бронзової доби до Піррона в Греції залізної доби та Декарта в Франції 17 століття.

Засновниками давньогрецького скептицизму був Піррон та його учень Тімон Фліутський (рис. 23). Піррон розглядав знання будь-чого потенційно неможливими. Учень Пірона пішов далі і вважав що навіть логічний доказ є сумнівним, а пояснення одного твердження іншим переміщує філософа в замкнене коло нескінченних обґрунтувань. Скептицизм мав продовження і постійно галузився на велике число гілок та різновидів. Античний скептицизм був повністю оформлений в роботах Секста Емпірика «Піронові положення» (Πυρρόντων ὑποτιλώσεις) і «Проти вчених» (Πρὸς μαθηματικούς). В подальшому скептицизм став одним із інструментів, який дозволив перейти від релігійної практики до наукової. Хоча були моменти, коли скептицизм заперечував цінність наукових знань та ставав руйнівником цивілізаційного поступу. Навіть у наш час скептицизм може, як сприяти поширенню наукового світогляду, так і перешкоджає йому, породжуючи численні теорії змови та антинаукові міфи.



Рис. 23. Піррон

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%BD#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Pyrrho\\_Heliensis\\_-\\_Illustrium\\_philosophorum\\_et\\_sapientum\\_effigies\\_ab\\_eorum\\_numistatibus\\_extractae.png](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%BD#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Pyrrho_Heliensis_-_Illustrium_philosophorum_et_sapientum_effigies_ab_eorum_numistatibus_extractae.png))

**4.5.7. Екологічні ідеї в роботах Аристотеля й Теофраста.** Аристотель є одним із найбільш видатних та відомих філософів Стародавньої Греції (рис. 23). Його батько Нікомах, був грецьким лікарем при македонському дворі в Пеллі, і Аристотель ріс як друг принца Філіпа II. Аристотеля готували їти стежками свого батька, але цей вибір закінчився зі смертю батька. Почалася громадянська війна, життя при дворі стало ненадійним, і опікун відправив Аристотеля у віці 17 років до Афін, де він навчався в Академії Платона протягом 20 років. Коли відносини між Афінами та Македонією загострилися Аристотель вимушений був покинути Афіни в 347 році до н.е. Він три роки служив агентом Філіпа в Ассосі, на узбережжі Малої Азії. Він став другом і радником його правителя Гермея, який видав Аристотелю свою дочку заміж. В Ассосі Аристотель

зібрав групу учнів і сформував свою школу. Припускають, що під час своїх відвідин острова Лесбос він зустрівся із Теофраста Еереса. За іншою версією Теофраст був його учнем в Ассосі. Коли перси захопили і стратили Гермея за зраду, Аристотель утік на Лесбос і пробув там близько року. Потім він повернувся до Пелли, можливо, з Теофрастом. Аристотель переконав Філіпа відбудувати Стагіру, рідне місто Аристотеля, яке Філіпп зруйнував під час своїх завоювань. Аристотель залишався в Пеллі протягом семи років, ймовірно, займаючись дипломатичною роботою для Філіпа, доки Філіпа не було вбито в 336 році. Аристотель повернувся до Пелли, щоб стати вихователем сина Філіпа, Олександра III, але це не підтверджено. Афіни планували повстання, яке могло бути жорстоко придушене Олександром. Однак, цього не сталося. Це пояснюють втручанням Аристотеля.

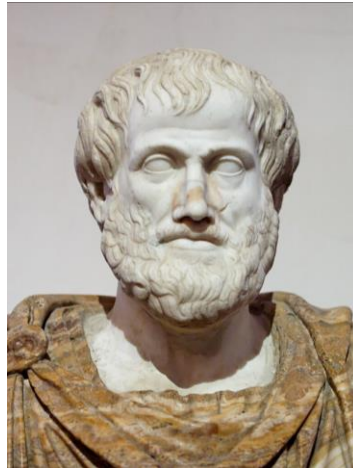


Рис. 23. Аристотель

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Aristotle\\_Altemps\\_Inv8575.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Aristotle_Altemps_Inv8575.jpg))

У Аристотеля виник план відкрити в Афінах власну школу, Ліцей, де він міг би готувати адміністраторів для імперії Олександра і де він міг стежити за політикою Афін. Ця школа стала його об'єднала прихильників його філософії.

Аристотелю приписують велике число біологічних робіт, однак немає певності, що саме він є їхнім автором. Як доказ цього наводять факт, що значна частина інформації про морську біологію надходить з Лесбосу, де він провів рік. Однак, його учень Теофраст виріс там і, можливо, відвідував його. Таким чином, ми не можемо знати, хто з них, чи вони разом зібрали ці дані. Пізніша традиція зоологічні роботи приписувала Аристотелю, а ботанічні Теофрасту. Оскільки, їхня філософія розвивалася в межах однієї школи, то їхні роботи схожі за стилем і змістом. У їхніх роботах зустрічаються описи понад тисячі видів тварин та рослин. Надійність їхньої інформації набагато вища ніж у Геродота, хоча запозичені в нього описи також зустрічаються. При цьому, в Аристотелю-Теофрастовій збірці відсутній систематичний розгляд окремих видів, сформований в певному порядку. Усі види зібрані в групи за анатомічними, фізіологічними, генеративними та поведінковими ознаками і ведеться постійний їхній порівняльний аналіз. В цих роботах багато екологічних спостережень. Однак, тут використовується принцип фізіологічної телеології (відповідності меті) на відміну проведених екології (відповідність божественному задуму) Геродота чи Платона. Телеологія не є повним аналогом детермінізму – визначеності усіх подій, де певній причині відповідає певний наслідок. Телеологія визначає, що кожному предмету і явищу у Всесвіті є своя мета або призначення, до якої вони прагнуть чи мусять прагнути. Починаючи від Френсіса Бекона, наука не розглядає кінцевої мети природи чи її окремих частин. Оскільки, остаточне призначення знаходиться поза межами повторюваного емпіричного досвіду, то воно не може бути предметом дослідження наук. Однак, спрощені поверхневі погляди на еволюційну теорію чи на екологічні закони, часто сприймаються теологічно. Телеологія відкинута наукою, та

признана незручною і непотрібною мислителями нового часу, все ж має право на існування в межах філософії.

Візьмемо для прикладу описану ними систему хижак-жертва. Замість того, щоб пояснювати, що рівень розмноження видів-жертв вищий, ніж у видів хижаків, вони стверджували, що це буде тому що вони створені так, щоб запобігти знищенню хижакими своєї здобичі. Тобто, вони пояснили рівень розмноження, як функцію фізіологічної необхідності. Наприклад, миша може народжувати більше дитинчат за одну вагітність, ніж слон, тому що в ембріоні миші мало речовини для організації, а в ембріоні слона – багато.

Чудовою ілюстрацією телеологічного пояснення є зроблений ними опис будови тіла птахів: «Один і той же птах ніколи не має одночасно шпор і кігтів. Причина цього полягає в тому, що природа ніколи не створює нічого зайвого чи непотрібного. Шпори не приносять користі птахам, які мають кігті та можуть добре літати: шпори корисні для сутічок на землі, і саме тому деякі з важких птахів володіють ними, тоді як кігті були б для них не просто марними, а справжньою шкодою. Вони встромлялися в землю і заважали птахам ходити. І справді, всі кривокігтеві птахи погано ходять і ніколи не сідають на каміння... Такий стан речей є необхідним результатом процесу їхнього розвитку. У тілі птаха є земна субстанція, яка рухається, випускається назовні та перетворюється на частини, корисні для зброї нападу. Коли він рухається вгору, він створює гарний твердий або великий дзьоб; якщо він рухається вниз, він створює шпори або кігті на ногах великими та міцними».

Так само Аристотель із Теофрастом (рис. 24) пояснюють, що в оленів відсутні верхні різці, оскільки вони мають роги. Вони відкидають розповіді Геродота про розмноження лева. «Історія, яка розповідається про те, що левиця втратила матку під час пологів, є нісенітницею і була вигадана для пояснюється дефіцитом левів, які не зустрічаються в багатьох місцях — у всій Європі це трапляється лише в місцевості між річками Ахелоос і Нессос. Дитинчата левиці такі малі, коли народжуються, що в два місяці ледве можуть ходити. Леви в Сирії народжують п'ять разів: п'ять вперше, потім на одного менше кожен наступний раз; після цього вони більше не народжують.»

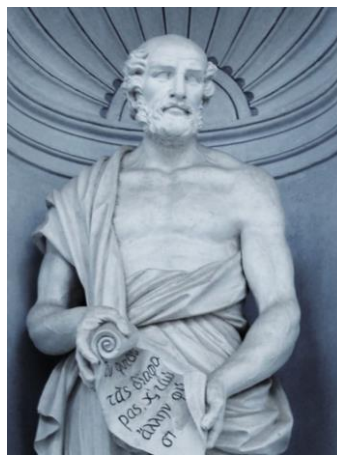


Рис. 24. Теофраст

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Teofrasto\\_Orto\\_botanico\\_detail.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Teofrasto_Orto_botanico_detail.jpg))

Незважаючи на відкидання історій Геродота ці твори містять фрагменти широкої дискусії про вік та довголіття тварин. Дані про це отримані зі спостережень як за домашніми, так і за дикими видами, хоча щодо перших більше. Деякі породи собак, як повідомляється, живуть лише 10 років, інші 15, хоча деякі люди вірили твердженням Гомера, що собака Одиссея померла на аж 20-му році життя. Вони пишуть: «Вік собаки можна визначити, оглянувши її зуби: у молодих собак гострі білі зуби, у старших собак чорні тупі». Зуби також використовували для визначення старіння коней, доповнюючи їх у міру старіння, перевіряючи щоки, які відтягувалися від щелепи. Згідно з записами, один кінь прожив 75 років, а мул — 80 років. За рогами мисливці визначали вік оленів: на другий рік з'являлися шипи, на третій – роздвоювалися, на четвертий – троїлися, і так

до шостого року; після цього вік оцінювався за кількістю та стертістю зубів. Була також інформація про вік статевої зрілості, періоди вагітності та кількість молодняку, що народжується за один раз — все корелювало з фізіологічними обмеженнями, а не з потребою вижити.

У роботах Аристотеля і Теофраста пояснюють наші тварин з екологічної точки зору. Коли миші чи полівки вразили польові посіви, вони залишили мало для фермера, незважаючи на те, що він обкурював їх, викопував їх із землі та пускав на них свиней. Вони писали: «Дощ — це єдине, що може контролювати їхні атаки, а потім вони швидко зникають». «Є місце в Персії, де, коли самку миші розрізають, видно, що ембріони самки вагітні. Деякі люди кажуть, навіть твердо стверджують, що якщо вони просто злизують сіль, миші вагітніють без будь-якого злягання». Нашестя сарани також можна розуміти, як результат взаємодії репродуктивних факторів і клімату.

У збірці під умовною назвою «Історія тварин» є описи паразитів. Наприклад, про личинки, які живуть в головах оленів, про те воші та блохи відкладають яйця, які не вилуплюються, оскільки дорослі особини виникають спонтанно з гнильної речовини або екскрементів; сверблячий кліщ утворюється під шкірою людей, які мають велику кількість вологи в тілі, і 151 людина була вбита ним; у риб розвиваються кишкові глисти; хворі на сказ собаки можуть передавати його іншим тваринам, кусаючи їх; коли у гончих є глисти, вони їдять стояче зерно; зозулі відкладають яйця в гнізда інших птахів. Ми в цих відомостях можемо спостерігати науково зафіксовані факти і помилкові уявлення під час їхнього трактування.

У той час, коли особливості екології, анатомії та фізіології тварин були відносно добре висвітлені, те саме щодо рослин для давніх греків було здебільшого невідоме. Вони знали, що деякі види найкраще почуваються на сонці, а інші — у тіні, але вони не розуміли функції листя. Тим не менш, ботанічні праці містять велику кількість екологічних спостережень, витлумачених фізіологічною необхідністю. Ще до часів Аристотеля і Теофраста знали, що припускали, що рослини отримують живлення з ґрунту, води та вітру. З Месопотамії вони дізналися, що пил із чоловічих квіток фінікової пальми потрібно струшувати над жіночими квітками, перш ніж сформуються плоди. Також, греки припускали, що деякі види дерев мають стать. Вони ґрунтувалися на тому факті, що жіночі дерева плодоносять, а чоловічі — ні. Це усвідомлення не призвело до загального розуміння статі рослин або запилення. В роботах «ліцеїстів» повідомляється, що плоди інжиру не ростуть, якщо немає дрібних комах, які викликають запилення або омела росте на інших рослинах, так само як порівнюється з білими крабами або зозулями, яка відкладає яйця в гніздах інших птахів. Було там і згадування про птахів, які їдять ягоди та відкладають насіння деінде, де вони ростуть, і це порівнюють із сойками та іншими птахами, які закопують жолуді в землю. Гали комах привернули достатній інтерес, щоб описати їх на різних видах рослин, але причина їх виникнення залишалася невідомою. Інші дискусії з екологічним змістом включають поширення видів, як у середовищі існування, так і в географічному ареалі. Деякі водні види зустрічаються в морях, інші в озерах або струмках. Деякі наземні види ростуть на болотах, інші — на кам'янистому ґрунті, треті — на родючому ґрунті, одні — у тіні, а інші — на відкритих полях, одні — у горах, інші — у низинах. Є інформація про періоди цвітіння та плодоношення, а також інформація про розмноження. Що стосується довголіття, то повідомляється, що водні рослини, як і водні тварини, живуть коротше, ніж наземні види, і що культурні рослини живуть не так довго, як дикі. Є повідомлення про дерева-довгожителі, але використання кілець дерев для їх датування невідомо. У зоологічних томах міститься набагато більше практичної інформації про рослини, ніж про тварин. Це включає використання різних видів деревини та вирощування продовольчих культур. Ці роботи також містять інформацію про зараження комахами як посівів, так і дерев. Як у дослідженні рослин, так і тварин допускалася можливість спонтанного виникнення деяких видів комах і дрібних рослин.

Із записів аристотелевої філософської школи в Ліцеї очевидно, що вівся збір інформації від фермерів, рибалок, мисливців або від авторів які це робили самостійно. Наприклад, із роботи «Про полювання» Ксенофонта. Частина учнів Аристотеля брали участь в походах Олександра Македонського і надсилали звітти інформацію про побачених рослин і тварин. Ми маємо визнати, що така обробка і упорядкування зібраної інформації про природу, містить усі ознаки описової науки. Згідно із філософом науки Карлом Поппером, у них з'являється поняття «гіпотеза» та



доказ», яка була відсутня в Академії Платона. Також, «ліцеїстами» ставились під сумнів теологічні принципи світобудови. У своїй «Метафізиці», запитуючи, яка мета припливів і чоловічих сосків, він сумнівався, чи справді вогонь є таким же елементом, як земля, повітря та вода. Ще один учень Аристотеля Стратон (третя за важливістю персона в Ліцеї та відомий експериментатор) піддав сумніву аспекти аристотелевої фізики у своєму трактаті «Про рух», який на жаль не дійшов до нас в первинному вигляді.

#### 4.6. Екологічні та природоохоронні ідеї Стародавнього Риму

Римська натурофілософія була продовження грецької традиції. Це відбувалося трьома шляхами. По перше, в районі Апенінського півострова було багато грецьких колоній. Наприклад, на північному півострові в Матапонті пройшли останні роки життя давньогрецького філософа Піфагора. Після його смерті тут існувала велика громада піфагорійців. По друге, Римська імперія, завоювавши Грецію, зробила в неї багато культурних запозичень. Незважаючи на те, що грецька культура вважалася деякими сановниками чимось неетичним, існував такий собі культурний та філософський андеграунд прихильний до грецької культури, моди та філософії. Наприклад, у часи третьої пунічної війни цензор Риму Марк Порцій Катон Старший нещадно критикував за це майбутнього переможця у цій війні Публія Сципіона. При цьому, він був під впливом філософії піфагорійців. Причиною критики було довге волосся, як це носили греки і любов до грецького театру. Хоча справжня причина могла ховатися набагато глибше. В молодості Катон служив під началом батька Публія. Незважаючи на те, що він походив не із еліти римського суспільства, а із заможних землевласників, його кар'єра була стрімкою. Причин називають декілька. По перше, велику кількість офіцерів аристократів було втрачено в битві при Каннах. По друге, він був під протекцією свого сусіда Луція Флака та родичів із іншої лінії Порційів. За версією Плутарха, Марк звинуватив Сципіона в недостатньо серйозному ставленні до підготовки десанту на Сицилію і надмірних витрат: за його словами, полководець багато часу проводив у театрах, а солдат балував щедрими грошовими роздачами.

Спроб просувати свої принципи «особливої» моралі у Катона Старшого було немало. Він забороняв жінкам носити прикраси, коли римляни програвали другу пунічну війну Ганнібалу. Жінки Риму викликали його на публічну дискусію і заявили «Не розказуйте, що нам носити і ми не будемо вам розповідати, як потрібно воювати із карфагенянами». Дискусії не вийшло, тому що Катон боягузливо втік із площі. Він опираючись на свої «моральні» принципи добився позбавлення статусу сімох сенаторів. Насправді, це було звичайне зведення старих рахунків. Наприклад, брата ненависного йому полководця Луція Фламініна та його прихильника Манілія. Приводом для звільнення останнього стало те, що той поцілував свою дружину у щоку в присутності дочки. Марк Катон, автор фрази «Карфаген має бути зруйнований», був жадібною, мстивою та надзвичайно лицемірною людиною. Наприклад, він виступав проти повій, але регулярно офіційно користувався ними за державний рахунок (такий привілей мали римські сановники), виступав проти позик під процентів, але велике число поважних римлян було його боржниками, виступав проти нерівних за віком шлюбів, але у віці 80-ти років одружився на 15-літній Солонії, дочці свого секретаря. Від цього шлюбу народився знаменитий римський політик Марк Порцій Катон Молодший. Катон Старший також виступав проти рабства, однак це не заважало йому використовувати рабів на землях, площі яких помітно вирости після роботи в сенаті. Крім того, він дає настанови щодо селекції та вирощування рабів у своїй книжці «Про землеробство». Цей трактат на сьогодні вважається першою роботою такого розділу прикладної екології як біоіндикація. В цій книзі описуються способи визначення якості ґрунту для підбору найбільш вигідного способу ведення сільського господарства. Це рекомендується робити за групами рослин, які вказують на певні його якості. На початку XX століття цей метод розвиватиметься в фітоіндикацію, а наприкінці XX століття в синфітоіндикацію.

Римляни у всьому бачили практичний ефект. В тому числі мали зацікавленість у поширенні наукової інформації була похвальною, але було два недоліки (Stahl, 1962). По-перше, латинські скорочення містили лише висновки, а не методологію. Це призводило до того, що римляни не

навчилися, ані займатися наукою, ані як її оцінювати. Адже, грецька натурофілософія розробляла витончену методологію. Наприклад, таку, яку мала грецька астрономія. По-друге, римляни цінували латинські скорочення вище, ніж грецькі оригінали, внаслідок цього деякі грецькі оригінали були втрачені.

Марк Теренцій Варрон (116–27 рр. до н. е.) написав трактат, діалогова форма різко контрастує з невідшліфованими інструкціями Катона. Варрон був стараним енциклопедистом, який почав писати про сільське господарство лише на 80-му році життя, але це єдина з багатьох його праць, що збереглася. Катон коротко згадував про волів і овець, але Варрон присвятив дві третини тваринам: від волів до курей і медоносних бджіл. Після ввічливих попередніх слів один із героїв його діалогів запитує, чи вважає інший сільське господарство мистецтвом, і речник Варрона відповів: «Це не тільки мистецтво, але це також наука, яка вчить, якими мають бути культури, яких посадили в кожному типі ґрунту, і які операції повинні бути виконані, щоб земля могла регулярно виробляти найбільший урожай». Наука Варрона іноді піднімалася вище звичайних узагальнень і фольклору, але не набагато. Він пише: «Ті, хто живуть у низинах, страждають більше влітку; ті, що живуть на височині, більше страждають узимку; у низинах одні й ті ж культури навесні сіють раніше, ніж у височині, і раніше збирають урожай, тоді як посів і збирання на височині припадають пізніше. Деякі дерева, такі як ялиця та сосна, найкраще процвітають найміцніші в горах через холодний клімат, тоді як тополя та верба процвітають тут внизу, де клімат тепліший.» Щодо розведення тварин, наприклад, овець, Варон опирався також на власний досвід.

**4.6.1 Екологічні ідеї в роботах Тита Лукреція Кара.** Тит Лукрецій Кар (Titus Lucretius Carus) жив у першому столітті до нашої ери. Достовірних відомостей про його біографію та особисте життя не збереглося. Більш за все філософську освіту він отримав у неаполітанській школі епікурейців під керівництвом Філода. Саме тут він запозичив свою прихильність до елінських атомістів. Із його творів до нас дійшла його незакінчена поема «De rerum natura» (Про природу речей) (рис. 25). Вона ймовірно була відредагована видавцем Марком Туллієм Цицероном або його братом Квінтом. Цей твір є єдиним систематизованим античним твором присвяченим матеріалізму, зокрема атомізму. Лукрецій пояснював поетичну форму тексту тим, що поезія полегшує складність сприйняття наукового тексту. Основною ідеєю поеми є наявність найменших неподільних часточок та порожнечі між ними, із яких складається матерія. Також, ним було викладене положення, відоме зараз як перша основа термодинаміки. Він пише «З нічого ніколи щось не виникне». Крім того, він стверджував, що світ не був жорстко детермінованим і в ньому час від часу трапляються «відхилення» (випадкові, не передбачені простими законами явища). Також, Лукрецій дотримувався досить прогресивних поглядів на природу часу. Він писав, що за межами руху і спокою речей часу не існує. Таке бачення природи сформувалося в сучасній науці тільки із кінця XIX до середини XX століття.

Цікавими є погляди Лукреція на космогонію. Він вважав, що Всесвіт є нескінченний і в ньому відбуваються постійні різноманітні зміни, що спричиняють виникнення та загибель світів. Він також припускав, що у Всесвіті існує багато населених життям світів. Він пояснював виникнення життя, як випадкове хаотичне сполучення матеріальних зачатків («насіння»). Далі відбувається відбір найбільш пристосованих організмів, тобто, виживають ті сполучення тіл, які найбільш вдало пристосовані до умов середовища. Розглядаючи еволюцію, як стохастичний процес керований добром умов середовища, він відкидав позицію ідеалістів про розумність або доцільність існування життя чи Всесвіту.

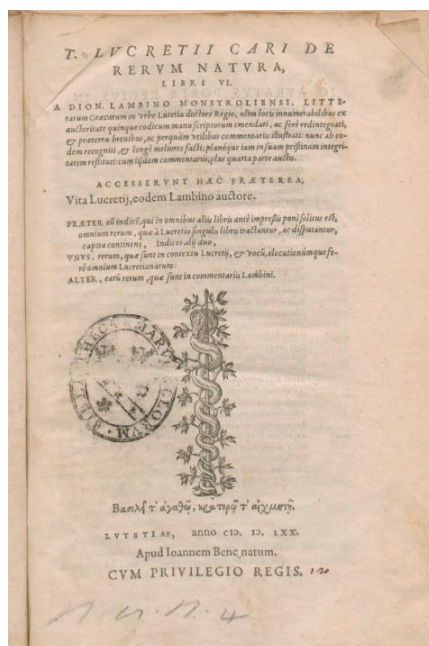


Рис. 25. De rerum natura, 1570

**4.6.2 Екологічні ідеї в роботах Гая Плінія Старшого.** Багато згадок про роботи античних філософів не дійшло до нашого часу в своєму первинному вигляду. Частіше ми зустрічаємо перекази або згадки про їхні твори зроблені пізніше. Найбільшими збірками таких робіт були енциклопедії Варрона та Цельса, які на жаль не збереглися. «Натуральній історії» Плінія Старшого пощастило більше. Гай Пліній Старший (Другий) жив у першому столітті нашої ери. З молодю Пліній Старший був пов'язаний із військовою службою, насамперед флотом. Такий статус він зберігав аж до самої смерті, хоча в останні роки життя більше займався читанням та написанням творів на різну тематику. У нього навіть був секретар, який читав або робив нотатки, коли Пліній займався звичними побутовими справами – їв, приймав ванну чи подорожував. Помер Пліній старший під час виверження вулкану Везувій у Стібіях неподалік Помпеї. Він намагався підвести флот, щоб урятувати людей на узбережжі. Однак виверження створило несприятливі умови на морі і це не вдавалося протягом двох днів. Від втоми та стресу у стався серцевий напад.

Пліній Старший дуже педантично та критично обробляв інформацію. В його описах тварин і рослин, отриманих із грецьких та римських джерел, багато екологічних елементів. Водночас, переказуючи Аристотеля та Теофраста дещо плував факти. Наприклад, додавав інформацію до аристотелевих даних щодо епідемії серед гризунів, хоч і визнавав вплив на них особливостей розмноження (популяційний вибух) та клімат (малі льодовикові періоди). Разом із тим, він намагався знайти практичне застосування цим екологічним знанням. Наприклад, він пропонує використовувати в боротьбі із сараною особливості її життєвого циклу.

**4.6.3 Екологічні ідеї в роботах Клавдія Галена.** Роботи Клавдія Галена були вузькоспеціалізовані в галузі медицини та біології людини. Однак, з позиції екології здоров'я це ознака адаптованості до умов середовища, а хвороба – це ознака критичної дезадаптації. Саме тому, зосереджуючи свою увагу на будові людського тіла і його порушеннях у результаті хвороб, він опосередковано зачіпляв екологічні проблеми. Крім того, він мав декілька праць присвячених філософії, зокрема логіці.

Клавдій Гален народився в Пергамі (Мала Азія) в заможній родині патриція, відомого грецького архітектора Аелія Нікона. Тогочасний Пергам був найбільшим науковим центром після Александрії. Оскільки, Гален змалку проявляв інтерес до математики, астрономії, логіки, філософії та філософії. З 15 років він почав вивчати філософію чотирьох шкіл: стоїків, епікурійців, Платона та Аристотеля. З 16 до 20 років він вивчає медицину в пергамському храмі Асклепія. Згідно з легендою, сам бог медицини Асклепій наказав Аелію Нікону направити сюди свого сина. Його вчителями були Сатир, Фіціан, Есхріон та Стратонік. Разом із тим в пергамський асклепійон з'їжджалися не лише лікарі, а й представники різних галузей філософії та риторики. Після

освоєння медичних знань в Пергамі Гален продовжує навчатися та практикувати, подорожуючи Смирною, Коринфом та Александрією. В останньому місті він познайомився із досить глибокими знаннями із анатомії. Справа в тому, що в Александрії, починаючи від 4 століття до нашої ери, медики практикували розтини трупів із метою вивчення людського тіла. В 157 році Гален повертається і починає працювати лікарем в школі атлетів та гладіаторів. Крім спостережень за спортсменами, він проводить серію експериментів на тваринах, вивчаючи нерви, м'язи та дихання. Слідуючи за емпіриками Гален схиляється до первинності фізичної практики й експериментів у процесі накопичення знань про природу. Разом з тим слідуючи за методистами, які займали проміжне положення між емпіриками та раціоналістами, він не ігнорував спостережень за перебігом хвороби хоч і не абсолютизував його. Незважаючи на емпіричний підхід до дослідження людської природи Гален вірив у єдиного бога, який створив усе до найменших деталей. Він, як приклад істинності своїх переконань, наводив людську руку і її функціонування. Такі погляди різко суперечили поглядам на природу тогочасних римських матеріалістів, зокрема Лукреція Кара. Незважаючи на значний досвід та практику анатомічних і фізіологічних досліджень, Гален пояснював процеси, які відбуваються в людині із позиції своєї релігії. Він вірив у життєву енергію «пневму» (аналог даоського ци, індуської прани, японської кі). За його поглядами вона рухається організмом по нервах. Це нагадує китайську систему цигун, де ци циркулює «меридіанами» та «латераліями». Також він підтримував ідею Гіппократа про чотири основні рідини організму: жовта жовч – домінує в холериків, кров — сангвіників, флегма — флегматиків, чорна жовч — меланхоліків.

#### **4.7. Екологічні та природоохоронні ідеї доколумбової Америки**

На момент формування сталого контакту європейської цивілізації із народами Америки тут панував типовий бронзовий вік, аналогічний до свого європейського аналога. На час цього контакту тут існували імперії ацтеків та інків, а також численні народи, які нагадували спільноти родючого півмісяця, які не входили до складу відомих міст-держав. Деякі імперії на час цього контакту вже втратили свою потугу а деякі й зникли. Зникла цивілізація ольмеків, а імперія Майя перетворилася на кілька дрібних гірських поселень в Гватемалі та півострові Юкатан. Екологічні знання, які мали народи доколумбової Америки, здебільшого втрачені. У наш час є декілька спроб отримати і оцінити їх від тих племен, яким хоч частково вдалося зберегти свою ідентичність.

**4.7.1. Система відносин із навколишнім середовищем Майя.** Цивілізація Майя існувала на території Месоамерики із початку 2 тисячоліття до прибуття європейських завойовників. Вона пережила період максимального розвитку в 3-10 століттях нашої ери а потім несподівано почала деградувати. Цивілізації Майя передувала культура ольмеків, яка володіла писемністю, будувала міста та піраміди-зікурати. Однак, близько 10 століття до нашої ери великі ольмекські міста було зруйновано завойовниками. Майя запозичили в них деякі елементи культури, насамперед, писемність.

Майя протягом першого періоду свого існування (19 ст. до н.е. – 4 ст. н.е.) були аграрною культурою. Вони починали будувати перші міста, але продовжували мігрувати та асимілюватися із ольмеками. З часом вплив ольмеків зменшувався і проявлялися автентичні риси в архітектурі та писемності. Незмінним залишився культ мерців, який зберігся до нашого часу, злившись із християнством. Також, майя вірили в священну силу вогню і води. Повне відокремлення культури майя відбулося лише на початку нашої ери. Успіхи в сільському господарстві (культивування кукурудзи) призвели до урбанізації. Так як в Стародавньому Єгипті або Месопотамії разом із ранньою урбанізацією розвивається теократія. До ще однієї групи еліти належала знать, яка складалася виключно із воїнів. Спостерігався розподіл праці та розділення населення на класи. Розвивалася торгівля із іншими народами. Майя торгували сіллю, какао, обсидіаном. Міста цивілізації Майя постійно воювали один з одним.

Науковим центром цивілізації Майя було місто Копан (рис. 26). У восьмому столітті нашої ери тут було зроблено значні відкриття в галузі математики та астрономії (точний календар та

таблиці сонячних затемнень). Вони ввели поняття нуля та нескінченності. Числення велося двадцятковою системою.



Рис. 26. Стела в Копані

Панівною світоглядною системою залишалася релігія, яка проникала в усі сфери життя. Майя вірили в циклічність існування природи. Їхні ритуали прив'язувалися до астрономічних явищ та змін в природі. Головним циклом був онтогенез кукурудзи. Бог Маїсу був найголовнішим. Культ смерті був важливою частиною їхньої релігії. Кожна смерть мала свою цінність та значення. Із цим були пов'язані численні людські жертвоприношення. Дехто вважає, що цю практику майя запозичили в тольтеків, які мали значний вплив на інші народи Месоамерики. Вони вважали що призначення людини прославляти і годувати богів своєю кров'ю і серцем.

Занепад цивілізації Майя, як і катастрофа бронзового віку, мала екологічні причини. Вирощування кукурудзи без сівозміни дуже сильно виснажує ґрунти. В сучасній Україні ми спостерігаємо, як така практика призводить до збідніння найпотужніших у світі чорноземів і вимагає внесення все більшої кількості добрив. Ґрунти тропічних лісів мають набагато тонший родючий шар. За кілька десятків років земля стає непридатною для вирощування значних урожаїв. Через це приходилося покидати одне місце і, вирубуючи ліс, готувати нову ділянку під посіви. Однак, в тропічних лісах відновлення ґрунту відбувається дуже повільно. З часом підсічно-кочове землеробство вже не могло забезпечити їжею зростаюче населення урбанізованих міст. Це супроводжувалося забрудненням води і викликаними цим епідеміями. На таку екологічну катастрофу накладалися кліматичні зміни та вторгнення зі сторони тольтеків. Останньою краплею, як і в Середземномор'ї, стало руйнування торгівельної мережі після падіння Теотіуакану в 8 столітті нашої ери.

**4.7.2. Система відносин із навколишнім середовищем ацтеків.** Ацтеки з'явилися на території сучасної Мексики близько 12 століття до н.е. Вже в 15 столітті вони створили власну державу, яка проіснувала майже століття до іспанського завоювання. До ацтеків на цій території жили народи науа. На момент приходу із півночі мешіка, вони мали кілька міст-держав. Мешіка зупинилися на заході від озера Тескоко, але буди звідти витіснені. Їм прийшлося поселитися посеред цього озера і заснувати на острові місто Теночтітлан. За легендою вони побачили тут орла, який спіймав змію. Це трактувалося як знамення передбачене верховним богом ацтеків Вицилопочтлі (ліворукий колібри). Тут вони проявили велику винахідливість щоб навчитися виживати в складних природних умовах. Однак, мешіка мусили платити данину місту-державі Ацкапоцалько. У 1427 році відбулося об'єднання трьох міст: Теночтітлан, Тескоко та Тлакопан. Це був початок створення ацтекської імперії. Вони були досить високорозвиненою цивілізацією свого часу – мали піктографічну писемність, сонячний календар, знання в архітектурі, ремесла та розвинене зрошуване землеробство (кукурудза, какао, помідори).

Основою релігійного світогляду є дуалізм міфологічних сил: світла і мороку, життя і смерті, сонця і вологи (рис. 27). Також, тут присутні, поширені в Месоамериці, уявлення про

циклічні зміни в природі та потреба підгодовувати богів людською кров'ю. Вони вірили, що якщо богів перестати годувати, то вони загинуть і настане всесвітня катастрофа. У їхніх уявленнях Всесвіт створили білий бог Кетцалькоатль і червоний Тецкатліпока. Всесвіт переживав кілька ер під керівництвом певних божеств: «Чотири ягуара» (Тецкатліпока) – ера велетнів винищених ягуарами, «Чотири вітра» (Кетцалькоатль) – ера буревіїв, які перетворили людей на мавп, «Чотири дощі» (Тлалок) – закінчилася пожежею, «Чотири землетруси» (Тонатіу) – мала закінчитися всесвітньою катастрофою, але під час її перебігу прийшли конкістадори, які знищили ацтекську цивілізацію. Божества були антропоморфними, типовими для бронзового віку покровителями явищ природи та ремесел. Часто із антропоморфністю спостерігалася звірині риси. Наприклад, Кетцалькоатль ще називався пернатий змій. Легенда стверджує, що подібність європейців до нього збила з толку «наївних» ацтеків і забезпечила перемогу нечисленної армії Ернана Кортеса над багатотисячним військом імперії. Насправді, цьому сприяли політичні та еколого-епідеміологічні причини.



Рис. 27. Мексиканська піраміда Ехекатля на станції метро Pino Suárez, Мехіко.

Інфекційна хвороба – це прояв відносин між паразитом і жертвою. Ці відносини еволюціонують за певними закономірностями. Перший контакт із високоактивним інфекційним агентом, за звичай, має високу летальність. Однак, це знижує шанси на виживання самої інфекції – вірусу, грибка, найпростішого або бактерії. Таким чином, ті, хто є менш летальним мають більше шансів на поширення як і ті жителі, які мають більш ефективну реакцію імунітету. З часом, може спостерігатися такий перехід: високо летальна інфекція – низько летальна інфекція – коменсалізм – нейтралізм – симбіоз. Коли певна група людей тривалий час знаходиться в ізоляції від іншої групи, то деякі із їхніх інфекцій можуть спричинити нищівні епідемії. В 6 столітті в Європі з'явилася натуральна віспа. До 15-16 століття реакція на інфекцію в європейців дещо ослабла, а тих, хто вижив, отримавши імунітет, стало більше. Американські народи ніколи не стикалися із цим вірусом. Коли європейці прибули до ацтеків розгорілася епідемія. У іспанців було військо, яке вмістилося на 13 десантних бригантинах (700 солдатів, 85 кавалеристів, 110 арбалетів та аркебуз, 3 тяжких пушок і 15 легких польових пушок). Народи, які були покорені та тероризовані ацтеками, теж приєдналися до європейських колонізаторів. Вони створили армію із 150 000 чоловік (воїнів та рабів, у ролі тилового забезпечення) і 6000 пірог для їх доставки. Їм протистояла 200-тисячна ацтекська армія. Здавалося, що їм ніколи не вдасться взяти штурмом місто на острові із гарнізоном, що на 25% переважав атакуючих. Однак, епідемія зробила свою справу. Більшість захисників вмирали від віспи або тяжко хворіли. Іспанці взяли місто, втративши лише кілька десятків конкістадорів. Слідом за Кортесом в Месоамерику прибуло багато європейців, які на фоні епідемій віспи та тифу захопили усю її територію та знищили унікальну культуру.

**4.7.3. Система відносин із навколишнім середовищем інків.** Одним із останніх автохтонних державних утворень в Америці була імперія Інка. Інки – це рід народу кечуа, який правив ним протягом тривалого часу. Столицею імперії було місто Куско в Андах. Останній правитель інків (Атуальпа) був убитий іспанцями у 1533 році. Інки мали багато культурних та технологічних запозичень від попередніх цивілізацій та підкорених народів. Імперія інків відома своїми архітектурними спорудами, які у наш час породжують купу теорій змов. Міфологія інків досить еkleктична. В ній змішуються світоглядні конструкції, які формуються на різних етапах соціального розвитку. Вона увібрала в себе анімістичні, тотемістичні та магічні погляди на світ первісних мисливців, антропоморфних богів стихій землеробів родових общин та спроб вибудувати ієрархію божеств за аналогією із містами-державами Месоамерики чи родючого півмісяця. Антропологи в інкській міфології знаходять сліди світоглядних конструкцій мочика (юнкі), чому, уарі, паракас, наска, чачапояс, чанки, аймара, пукіна та інших сусідніх і підкорених народів. Така еkleктика вказує на незавершеність творення автентичної міфологічної та релігійної системи. Наприклад, ми можемо спостерігати численні дублювання «обов'язків» різних богів, чого не трапляється в остаточно викристалізованих релігійних систем.

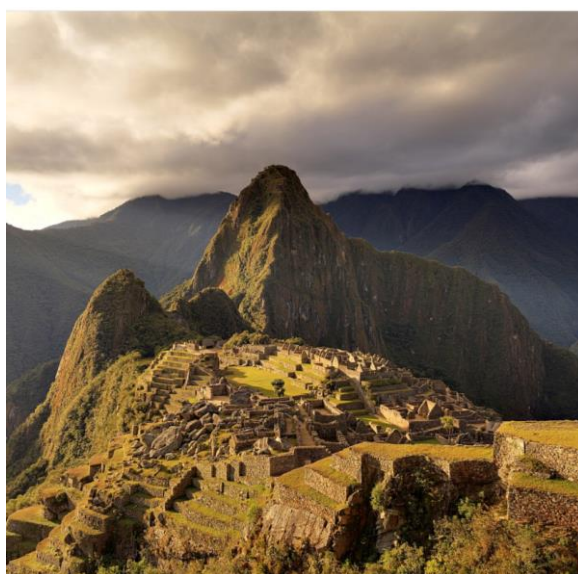


Рис. 28. Мачу Пікчу.

([https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%BA%D0%B8#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:80\\_-\\_Machu\\_Picchu\\_-\\_Juin\\_2009\\_-\\_edit.jpg](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%BA%D0%B8#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:80_-_Machu_Picchu_-_Juin_2009_-_edit.jpg))

Інки вважали святими велике число природних об'єктів. Частіше за все це елементи гірських ландшафтів, які були частіше за все скелями, камінням, печерами, пагорбами, стрімчаками, будинками та струмками. Вони називаються «уака». Вони залишаються сакральними місцями для місцевого населення до цих пір. Наприклад, Барнабе Кобо нарахував аж 350 таких священних ландшафтів лише околицях Куско. Ще одним різновидом «уака» є мумії, особливо правителів (через віру про те що у них багато крові Інки). Це більш за все пов'язано із культом смерті, поширеним із Центральної Америки.

Міфологія інків пов'язана із їхньою космологією. Це повторюється у багатьох легендах, в яких після створення світу небесні об'єкти зійшли під землю, та був знову вийшли з скель, печер, джерел і стали уака. Ці священні місця потім породили різні народи. У інків була особлива каста причетна до науки та світської філософії – амаута. Вони збирали інформацію про різноманітні легенди та природні явища.

Головним об'єктом інкської міфології є Чумацький шлях («Майю» — Річка). Положення Майю в періоди, коли в результаті обертання землі вісь Чумацького Шляху максимально відхиляється в той чи в інший бік від лінії Північ-Південь, відзначають кордони, що членують світ на чотири сектори. На землі приблизно під тим самим кутом перетинаються дві центральні вулиці селища, дороги, що їх продовжують і зрошувальні канали. Небесна річка відбивається або

продовжується на землі у вигляді Вільканоти (Урубамби) – головної водної артерії області Куско, що тече з південного сходу на північний захід. Вважається, що сонце здійснює свій нічний шлях під дном Вільканоти та насичується її водами. Взимку сонце п'є мало і тому остигає.



Рис. 29. Рисунки пустелі Наска.

Інки проживали в досить складних кліматичних умовах, але чудово справлялися із цими труднощами під час розвитку свого сільського господарства. Щоб ефективно обробляти ґрунт на схилах гір, вони будували на них численні тераси. Це захищало ріллю від ерозії. Для підвищення родючості вони використовували фекалії тварин і птахів (лами, вікуньї, гуанако, альпаки), а також гуано. Також, інки знаходилися в постійному пошуку нових видів рослин. Вони займалися не лише їхнім підбором та акліматизацією, а й селекцією. В тому числі велися спроби вивести їстівні форми отруйних тварин адаптованих до гірських умов.

Крім традиційної кукурудзи (сара мовою кечуа) дуже популярною була картопля. Вони вивели багато сортів картоплі, які відрізнялися кольорами: біла, жовта, рожева, коричнева і чорна. Також, було біля 20 сортів кукурудзи. Крім них окультурено батат, ямс, ананаси, квасоля, черімоя, какаоє дерево, папая, гуаява, гренадіна, гарбузи, горіхів, пепінок (різновид огірків), аракача арахіс, чилійська лобода (кіноа), червоний перець та перуанський перець, з технічних культур бавовник та агава.

#### **4.8. Екологічні ідеї в усній традиції європейських племен і народів від середньовіччя до сучасності.**

Наші уявлення про дохристиянські європейські екологічні знання дещо повніші ніж дописемна історія інших континентів. Крім результатів сучасних етнографічних розвідок, ми маємо кілька писемних згадок. Серед них середньовічні збірники усних переказів та легенд. Частина із них є досить достовірними, ще більше досить вільними інтерпретаціями зі сторони заангажованих сторонніх спостерігачів і ще більше авторських фантазій створених в період із ХІХ по ХХІ століття. Сучасні етнографічні розвідки, проведені за науковими принципами, часто не знаходять підтвержень багатьом елементам міфології, описаним ще декілька століть тому. Крім того, світоглядні системи не виникали і не існували ізольовано. Вони весь час проникали одна в одну під час міграцій народів або через їхнє сусідство. Ми практично нічого не знаємо про практичні знання того часу, які застосовувалися з метою полювання, рибальства чи збиральництва. Щодо цього ми можемо лише інтерпретувати сучасні спостереження за промислами, які збереглися. Це відповідає поглядам О. Хулькрантца, викладеним в його роботах «Supernatural Owners of Nature», (1961), «Les Religions des Indiens primitifs de l'Amérique» (1963); «Type of Religion in the Arctic Hunting Cultures: A Religio-Ecological Approach» (1965), «An Ecological Approach to Religion» (1966), «Ecological and Phenomenological Aspects of Shamanism» (1978), «Ecology of Religion: Its Scope and Methodology», (1979), «The Religions of the American Indians» (1979), «The Hunters: their Culture and Way of Life» (1982).



Таким чином, міфологічний світогляд формувався під впливом декількох джерел. З одного боку, він був частиною соціальної адаптації до умов середовища. З іншого часто був запозиченням у сусідів або залишковими знаннями із минулого. Оскільки, протягом тривалого часу на цій території не спостерігалось гіперурбанізації із утворенням міст держав, то ми не спостерігаємо переходу від світоглядних систем первісних мисливців до монотеїзму чи ієрархічного політеїзму. Тому, навіть після приєднання до однієї із течій авраамічних релігій, тут спостерігається еkleктична суміш вірувань. Вони можуть існувати поза межами релігійного культу або асимілюватися із ним. Тут можна зустріти елементи анімізму, тотемізму і магії. Сьогодні ці вірування найбільш поширені в місцях, де добре збережена дика природа (Полісся і Карпати). Там, де домінувало родоплемінне землеробство формувався культ антропоморфних богів. Тут можна виділити дві зони: Середземноморську та Північноморську. Перша, через грецькі і римські колонії, впливала на південну та західну Європу. Друга впливала на північну та східну Європу. У великих адміністративних центрах (містах) відбуваються спроби вибудувати із антропоморфних богів певні ієрархії. Так, в північній зоні в Києві X-XII століття на вершині ієрархії розміщують Перуна, а скандинави – Одіна. Слід зауважити, що описана Нестором літописцем ієрархія руських богів може бути повністю або частково придуманою. Сучасним етнографам, на територіях віддалених від основних центрів Русі, не вдалося знайти згадок названих Нестором богів. Можна висунути три гіпотези. Перша говорить про те, що вірування жителів міст і жителів віддалених поселень Русі відрізнялися. В першому випадку могла сформуватися автентична або запозичена в скандинавів чи греків сукупність антропоморфних богів. За другою гіпотезою, в XII столітті, за більш як століття насильницької християнізації, яка найсильніше захопила міста, до нього дійшли лише чутки про давні вірування і пантеон руських богів був лише адаптацією південного чи північного культу. За третьою гіпотезою Нестор-літописець просто адаптував поширені серед релігійних діячів уявлення про богів Олімпу чи норманів, де Перун є аналогом Зевса-Юпітера. Його версія стала офіційною через церковні рукописи. Починаючи із 16 століття, до цього додалися фальсифікатори історії, які намагалися створити слов'янську язичницьку міфологію. Ще однією хвилею таких фальсифікацій стали часи після розвалу СРСР.

У мисливців півночі, що в побуті, що в шаманізмі (магії) панував культ тварин (рис. 30). Тварини ставали не лише недоторканими тотемами. В окремих випадках їх можна було вживати в їжу, але при цьому потрібно було дотримуватися численних релігійних ритуалів. Особливо яскраво це проявлялося щодо ведмеда. Із поширенням на північ землеробства і виникненням антропоморфних богів, так само як і в Стародавньому Єгипті до них приєднувалася якась тотемна тварина. Наприклад, існує поєднання головного скандинавського бога Одіна та ворона. Крім того, в міфології було багато тварин, які діяли відокремлено від людиноподібних богів. Наприклад, в тих само скандинавських міфах є козли, запряжені у колісницю Тора, та вовк Фенрір. Вовки в північній міфологічній системі відіграють надзвичайно важливу роль і можуть конкурувати із ведмедами, які є панівним тотемом у Сибіру та на узбережжі Північного Льодовитого океану. О. Хульткрантц вказує на те, що в більшості вірувань таких народів або етнічних груп присутній дух (господар), який захищає ліс та диких тварин а також антропоморфний дух захисник. У поліщуків до цього часу «господарем» (хазяїном) називають вужа. Поширеними також є поклоніння природним об'єктам: джерелам, камінню, скелям, горам, дібровам та ін.

За аналізом етнографічних даних на території Центрального Полісся ми спостерігаємо поширення дохристиянських та асимільованих із ним вірувань. Вони багато в чому нагадують дравідичні міфи пов'язані із природними об'єктами. Це вказує на конвергентний характер формування світогляду, в тому числі релігійного чи міфологічного. Однакові форми соціальної та господарської адаптації ведуть до утворення однакових міфологічних форм. Цікавим є те, що протягом тисячоліть поєднання сільського господарства із доаграрними промислами не призвело до домінування антропоморфних божеств над безособовими духами. Як описані Лесею Українкою в «Лісовій пісні», так і зібрані сучасними етнографами демонологічні персонажі часто не мають конкретної форми. Вони частіше за все визначаються за їхньою функцією: «той що греблі рве», «той що водіт», тощо. Є також міфологічні антропоморфні жителі природних угідь: русалки, лісовики, мавки, чугайстри, тощо. Крім духів дикої природи є також ті, які пов'язані із житлом чи

господою. Інколи, вони мають образи тварин. Наприклад, часто «господарем» обійстя називають вужа, а ласок подають як жартівливих духів, що мешкають біля домашньої худоби (заплітають коням гриви або п'ють молоко корів). Разом із тим щодо деяких тварин і рослин існували тотемічні культу. Наприклад, була заборона на вбивство сойки (призводить до нещастя) та насадження ялівця (прикличе пожежу). І навпаки, насадження любистку приваблює кохання. Ми не можемо стверджувати, що описані із 12 століття і до нашого часу вірування існували в дохристиянську епоху. Часто бачимо докази того, як народжувалися нові культу природи. Наприклад, лебідь раніше був звичайною мисливською здобиччю, а в більш пізні часи полювання на нього стало табуованим через легенду про лебедину вірність.

Незмінним залишилося ставлення до священних елементів ландшафтів: каменів, дібров або окремих дерев, природних джерел води. Культ каменів пов'язаний із їхньою рідкісністю на денній поверхні ґрунту території Полісся. Незважаючи на окраїни Придніпровської височини та кілька височин, тут невелика кількість скель, що піднімаються над поверхнею землі. Винятком є фрагменти каньйонів деяких річок Центрального Полісся – Тетерів, Уж, тощо. Саме тому, ближче до центру прадолини Прип'яті кожна монолітна каменюка помітних розмірів сприймалася як диво. Кожен такий валун ставав об'єктом поклоніння. З часом людина переміщувала окремі глиби і робила камінні жертovníки. Ці камені ставилися на перехрестях доріг, біля священних джерел, на священних пагорбках на могилах чи курганних похованнях. На сьогодні, поклоніння камінню значною мірою скоротилося. Воно локально зустрічається на півночі Центрального Полісся (Капище, Хочине, Перга Олевської ОТГ та Городець Словечанської ОТГ). Таке скорочення пов'язане із поширенням християнства та формування ритуалів, які є результатом асиміляції із автохтонними віруваннями. На території Словечансько-Овруцького кряжу природні джерела залишилися сакральними об'єктами, але при цьому тут здійснюються близькі до християнства ритуали.



Рис. 30 Шаман.

## 5. ЕКОЛОГІЧНІ ІДЕЇ СЕРЕДНЬОВІЧЧЯ

### 5.1. Екологічні та природоохоронні ідеї Візантії.

Візантійська або Східна Римська Імперія виникла після поділу Римської імперії на Західну і Східну в 395 році нашої ери. Це пізньоантична та середньовічна держава, яка існувала в східному Середземномор'ї до 1453 року. Її засновником є імператор Костянтин I, який покинув Рим і побудував другу столицю на території грецького міста держави Візантія. Оновлену столицю назвали Новий Рим. Імперія стала занадто великою, щоб керувати нею з одного місця. З часом обидві частини віддалилися, і Західна частина незабаром занепала та перестала бути імперією біля 500 року, тоді як Східна зберігала цей статус ще на тисячу років. Греки продовжували вважати себе громадянами Риму, але історики приписують їхньому утворенню назву Візантійська імперія. Візантійці мали особливу цивілізацію, яка поєднувала давньогрецьку, римську та християнську культури. Дві складові цієї спадщини, римська та християнська, нехтували наукою, тому внесок Візантії у майбутні досягнення цивілізації був набагато слабшим, ніж у стародавньої Греції. Однак, існує також сильний зв'язок між розширенням або скороченням цивілізації із її життєздатністю. Цивілізація, що розвивається, зазвичай має економіку, що зростає, що стимулює культуру. І навпаки, цивілізація, що скорочується, зазнає культурного занепаду, а цивілізація в стані стагнації перебуває під впливом сильного культурного застою. Візантійська імперія розширювалася протягом кількох десятиліть в п'ятисотих роках, але в інших випадках вона перебувала, або в стагнації, або скорочувалася (Kazhdan et al., 1991). Деякий час існувало три важливих центри науки — Афіни, Александрія та Константинополь. Коли в 642 році араби захопили Єгипет, включно з Александрією, і Афіни, то вони поступово їхнє академічне значення занепало. У Константинополі теологія поступово ставала настільки ж важливою або й важливішою, ніж філософія та наука (Kazhdan et al., 1991). Центром медичної освіти стали лікарні, які були візантійським винаходом (Scarborough and Talbot 1991b). Утруднена культурними та політико-економічними обмеженнями, візантійська наука досягла лише рівня стародавнього Риму. Візантійці зробили певний оригінальний внесок у науку (Theodorides 1963, Vogel 1967), включаючи ботаніку (Egerton 1983) і зоологію (Petit and Theodorides 1962: 182-190, Kadair 1978: 20-29), але частіше за все вони мали лише збірники стародавніх знань: медичні енциклопедії, фармакопеї, сільськогосподарський довідник. Однак, вони написали найперші відомі посібники з ветеринарії та соколиного полювання. Проте, їхнім найбільшим внеском в історію науки було збереження давньогрецьких писань про науку та передача їх спочатку арабам, а значно пізніше латиномовним європейцям.

Як згадувалося вище, східна (візантійська) християнська традиція практикувала синтез автохтонного «язичництва» із аврамічними релігійними основами. Один із фундаторів східного християнства архієпископ Кесарії в Каппадокії та засновник першої в світі лікарні Блаженний Василій написав книгу «Про гексамерон», де намагався примирити язичницьке вчення із природничими елементами книги Буття (Baldwin et al. 1991; Miller 1985:54; Glacken 1967:187-195; Olson 1982: 164-177). В античній традиції Платон вчив, що Бог сформував світ із матерії, що існувала раніше, а Аристотель вчив, що Всесвіт вічний, не має ні початку, ні кінця. Блаженний Василій відкинув обидва твердження, оскільки Буття їм суперечить. Він стверджував, що потрібно вивчати природу, щоб дізнатися деталі, пропущені з Книги Буття, а також отримати оцінку Божої мудрості, сили та благодійності. Хоча деякі отці Церкви, переважно ті, що писали латиною, відкидали науку, як язичницьку нісенітницю, ставлення щодо неї Василя перемогло. Наука продовжувалася в християнському контексті. Гексамеральна традиція спиралася на ідеї провіденційної екології, які розвивалися від Геродота до Цицерона. Візантійських медичних авторів часто відкидають, оскільки вони кращі в організації наявних медичних знань, ніж у здійсненні досліджень. Сучасні історики вказують на те, що насправді візантійські лікарі зробили деякі оригінальні відкриття (Scarborough 1985). Першим візантійським медичним енциклопедистом був Орібасій з Пергама (бл. 325-395 р. н. е.). На прохання імператора Юліана він

узагальнив великі медичні праці свого земляка Галена. Пізніші автори широко використовували його твір, але він не зберігся до нашого часу. Однак його короткий зміст, безсумнівно, був важливим для написання його власної енциклопедії, яка на сьогодні нам доступна. Три інші такі енциклопедії були складені протягом століття Атіосом з Аміді (530-560 р. н. е.), Олександром Тральським (525-605 р. н. е.) і Павлом з Егіни (помер після 642 р. н. е.). Повний трактат Атіоса складався в основному з цитат, зібраних ним із попередніх робіт (Kudlien 1970, Scarborough 1991). Роботи Олександра включають лист про кишковопорожнинних глистів (1933 1937, том 2:103-113). Ймовірно, це перший окремих твір на цю тему (Kudlien, 1970, Scarborough, 1991). Павло займався медициною в Олександрії, коли її завоювали араби; він залишився там, і його «Втілення медицини» мало вплив на арабомовну медицину (Thomas. 1974; Scarborough, Talbot. 1991). Він вважав, що слонова хвороба є невиліковним раком (IV, 1) і що кишкові глисти розвиваються у людей, які їдять занадто багато (IV, 57). Він згадав, що деякі вважали, що Дракункульоз або Гвінейський Черв'як виникає з нервового конкременту, але більшу частину своєї дискусії присвятив його видаленню (IV, 59). Останній медичний енциклопедист Йоанн Актоаріос (1275-1328 р. н. е.). Він працював майже тисячоліття після Орибасія, але прогрес медицини в проміжний період був досить скромним. Нова інформація, яка була йому доступна, стосувалася зараження волосоподібними червами (Hohlweg 1985). Усі ці енциклопедисти обговорювали людських паразитів (Hoerpli 1959:10 17, Theodorides 1966:133-136). Вони зосереджені на розпізнаванні паразитів або їх симптомах і наданні засобів захисту. Було добре відомо, й те, що сказ передається через укуси скажених собак або інших тварин, але візантійці не мали підстав пов'язувати це захворювання з паразитами (Theodorides 1985). Багато ліків базувалися на традиції, а не на знаннях з перших рук, і деякі з них були неефективними. Загального розуміння паразитизму не виникло. Якби релігійна традиція вплинула на медичне мислення, було б важко оцінити небезпеку, яку представляють паразити, оскільки, згідно з цією традицією, створення було благодотворним.

Дуалізм релігійних основ поширювався і на інші сфери. За своєю суттю саме це етичне роздвоєння було причиною відокремлення християнства від класичного іудаїзму. Наприклад, східне християнство категорично виступало проти астрології. Воно припускало відсутність свободи волі та була пережитком язичництва (Pingree, Kazhdan, 1991). Тим не менш, астрологія часто процвітала при королівському дворі. Використовувався Тетрабібл Птолемея, хоча він не був найпопулярнішим ресурсом. У 300-600-х роках було складено підсумки або коментарі різних творів, у тому числі Тетрабібла, і вони переважали до 900-1000-х років. Коли арабські астрологічні твори були перекладені грецькою мовою, з'явилися нові перспективи. Цей новий матеріал спонукав до створення нових енциклопедій і збірників, написаних з 1000-х до кінця 1300-х років. Як і в античності, візантійська астрологія була псевдонаукою у своїй найтяжчій формі, яка підкреслювала вплив небесних тіл на земне життя.

Ботаніка, як чиста наука, не викликала особливого інтересу, але був значний інтерес до фармакологічної ботаніки. Ця тема не пов'язана тісно з екологічними науками, але, тим не менш, цікаво відзначити чудовий кодекс «Materia Medica» Діоскорида. Кодекс містить 498 кольорових ілюстрацій рослин та 252 назви рослин, а також ілюстрації різних тварин. Цей кодекс був своєрідним містком між стародавніми та середньовічними грецькими традиціями ілюстрацій рослин і тварин (Cutler and Scarborough 1991). У 1562 році імператор Священної Римської імперії придбав цю книгу у турецького султана, і зараз він знаходиться у Відні. Пізніші коментатори Діоскорида додали ботанічні подробиці до його розповідей (Riddle 1985).

У галузі зоології працював Тимотеос із Гази (491-518), який був поетом і фаховим зоологом (Scarborough 1991d) та написав популярну книгу про тварин, яка збереглася в єдиному, неповному примірнику пізнішого перепису. Він зібрав його з попередніх джерел, і загалом нагадує історії про тварин Еліана та двох опіанців, на які він спирався. Найбільше він покладався на аристотелівську «Historia Animalium», але не використовував «Натуральну історію» Плінія. Можливо через те, що вона була написана латинською мовою і, ймовірно, недоступна на східній частині Середземного моря. Його інтереси можна було б назвати екологічними, але його судження було некритичним. Перший розділ «Про тварин» присвячений гієнам, які, як він стверджував, іноді спаровувалися з

вовками чи ведмедями, породжуючи вовків-одинаків, які полюють на людей і тварин. За його словами вовк-одинак викрадає з могил тіла, що розкладаються; однаково добре бачить, і вночі, і вдень. А ще він блює їжею, щоб залучити собак, а потім ловить їх; якщо собака, що сидить на даху, відкидає тіль у місячному світлі, гієна ловить тіль і використовує її, щоб стягнути собаку з даху; жовч гієни покращує зір... Його книга не сприяла розвитку зоології, і вона показує, наскільки занепало суспільне розуміння природи в порівнянні із окремими авторами античних часів.

Більшість візантійців страждали від комплексу переваги, який стримував інтерес до подорожей чи географії, і вони, не більше, ніж римляни, турбувалися математичною географією Птолемея (Kazhdan 1991b). Александрієць Космас «Indiko pleustes» (Індійський мореплавець), написав популярну «Християнську топографію» в першій половині 500-х років, яка включала спостереження, зроблені ним, як купцем, під час подорожі з Африки до Індії (Болдуїн і Катлер 1991). Однак, його головною метою було не стільки розширення географічних знань, скільки підтримка біблійного світогляду. Єдиний розділ, що стосується природної історії, — це нагромадження більш-менш відомостей про острів Шрі-Ланка. Імператор Костянтин VII був добре освічений і спонсорував та допоміг у складанні кількох довідкових робіт (Тоунбее 1973:575-580), включаючи «Про управління імперією», яка містить географічну інформацію про імперію та навколишні землі (Kish 1978:177-183). У міру занепаду імперії, 1000-1400-х рр., інтерес до світу відновився. Енциклопедії з сільського господарства та ветеринарії, складені для Костянтина VII в середині 900-х років, обговорювали паразитів рослин і тварин. Наприкінці 500-х або на початку 600-х років Касіонос Бассос уклав «Eklagai» із попередніх сільськогосподарських писань. Він був важливим джерелом для популярної Геопоніки, яка збереглася. У ній поєднуються народні вірування та магія з землеробськими знаннями, і вона здається менш критичною, ніж давньоримські твори про сільське господарство. Хоча візантійці дбали про здоров'я собак, овець, кіз, свиней і птахів, важливість кавалерії для національної оборони призвела до того, що наголос ставився на коней.

Протягом 900-х років невідомий автор написав узагальнення Аристотелевої зоології. Близько 1100 року Михайло Ефеський написав коментарі до кожної із зоологічних праць Аристотеля. Візантійці проявляли інтерес до полювання та рибальства, і їхній власний помітний внесок у цю літературу стосувався яструбів або соколиного полювання, «спорту королів». Двома найвідомішими авторами таких праць були митрополит Костянтин Пантехнес і лікар і вчений Деметрій Пепагомен (Diller, 1978; Macrides, 1991). Вони спиралися на попередні традиції та письмена. Книга Пепаго Меноса містила точні спостереження про черв'яків в очах соколів (Vogel 1967:285).

У міру того, як турки завойовували все більше і більше візантійських територій, добре освічені греки почали шукати притулку в Італії. Це була важлива тенденція, оскільки було небагато європейців, які могли перекладати грецькі тексти на латину, і мало грецьких текстів, доступних для перекладу. До 1400-х років більшість давньогрецьких творів, відомих у Європі, були перекладені на латинську мову з арабської, і переклад перекладу містить помилки, які можна усунути лише прямим перекладом. Наприклад, Теодорос Газес із Салоніків. Близько 1435 року емігрував до Італії і, ймовірно, привіз із собою грецькі тексти. Він викладав грецьку мову у Феррарі, Неаполі та Римі та опублікував вступну грецьку граматику. Він переклав латинською мовою ряд грецьких творів, у тому числі Аристотеля. Його переклади Аристотеля з грецької підвищили точність творів, уже відомих за арабськими перекладами. Більший інтерес для нас представляв його переклад «De historia et de causis plantarum» Теофраста, який був невідомий у Європі до публікації перекладу Газеса в 1483 році. Однак, не будучи ботаніком він припустився ряду помилок.

## **5.2. Екологічні та природоохоронні ідеї Київської Русі.**

Природничі ідеї Київської Русі розвивалися в рамках європейської дохристиянської, а потім і східної християнської традиції. В містах, розміщених на основних торговельних маршрутах, домінував синтез германо-скандинавських, грецьких та автохтонних світоглядних конструкцій. Це

відбувалося в період із IX по XII століттях. В період найбільшого розквіту Київська Русь контролювала територію від Північного до Чорного моря, і від Карпатських гір і до Приволзьких степів. Ця територія була переважно малонаселеною із невеликими поселеннями городищами чи містами. Незважаючи на велику частку підсічно-кочового землеробства та неконтрольованого полювання й рибальства, оточуюча природа зберігалася в стані близькому до природного. На усій цій території в найкращі часи проживало лише 7,9 млн. людей. Однак, з часом відчувався локальний надлишковий тиск на окремі ресурси. Насамперед, мова йшла про мисливські угіддя та ліси із запасами деревини певної якості. Глибший аналіз вказує на численні запозичення із Візантійських лісових законів. Перша згадка про охорону лісів зустрічається в зведенні «Про церковні суди і земських справах» часів Ярослава Мудрого. Також, певні обмеження щодо полювання зустрічаються в його «Руській Правді». Це стосувалося, насамперед, тварин, хутро яких експортувалося або тих, добування яких було найбільш поширеною практикою. Ці закони частіше за все захищали не безпосередньо живих істот скільки їхніх власників. Тобто, здебільшого це були закони захисту прав власника від крадіжок його майна у вигляді незаконного полювання (браконьєрства). Наприклад, володарів бобрових гонів. В окремих випадках в певних урочищах була повна заборона на полювання. Наприклад, це траплялося на території Володимиро-Волинського князівства.

Про дослідницьку складову екологічних знань на цій території, нічого не відомо. На жаль, під час нападу монголо-татар на Київ (1240) бібліотека Ярослава Мудрого була втрачена. На її існування вказує згадка в «Повісті временних літ» в 1237 році. Вважають, що тут було близько 950 томів. Це були переважно соціально-філософського та релігійно-філософського напрямку. Серед них, «Слово про Закон і Благодать» митрополита Іларіона, створено «Зборник Святослава», «Послання до Смоленського пресвітера Фоми» митрополита Климента Смолятича. Можливо частина її збереглася в Києво-Печерській лаврі. Остання, на жаль, згоріла в 1718 році.

Крім регулювання полювання хутрових звірів в «Руській Правді» існувала заборона виловлювати деякі породи риб під час нересту. Насамперед, мова йде про осетрових, які теж були цінним експортним товаром. Крім цього регулювалося бортництво, броварство та інші промисли і ремесла. За порушення передбачалися покарання, переважно у вигляді грошових штрафів. У окремих випадках покарання за вбивство журавля рівнялося вбивству людини. Також, в ці часи з'являлися перші прототипи природно-заповідних територій. За звичай, це були мисливські угіддя.

### 5.3. Екологічні та природоохоронні ідеї норманських народів

Народи півночі Європи тривалий час були частково ізольовані від основних цивілізаційних подій «родючого на півмісяця» та Стародавнього Сходу. Ті, у яких ця ізоляція тривала досить довго, сформували оригінальний епос. Події, що відбувалися на південь від них трансформувалися в численні пісні-легенди та міфи. Наприклад, карело-фінська «Калевала», яка стала основою для серії романів професора Джона Толкіна, відомих під узагальненою популярною назвою «Володар пернів».

В «Калевалі» описуються фрагменти космологічного світогляду місцевих народів та ряд історичних або псевдоісторичних подій. Так, в першій руні розповідається про початок світу, коли було, ні сонця, ні тварин, ні птахів, ні дерев. Була лише вода і самотня (yksin) дочка повітря Ільматар, яка в скорботі зачала від води Вяйнямейнена. У той же час, до Ільматора прилітає качка (sotka: чорніти), яка відкладає їй на коліно 7 яєць: шість золотих та одне залізне. Розбившись, яйця породжують землю (maa), небо (taivas), сонце (päivyt), місяць (kuu) та зірки (tähiksi). Ільматар оформляє рельєф, створюючи острови, бухти та миси. Вяйнямейнен народився дорослим (його постійний епітет vanha — старий) і кілька років плавав у воді, доки не досяг країни Калевали. В другій руні цей міф продовжується. Після того як руні Вяйнямейнен та Сампс Пеллервойнен засівають створену землю рослинами, один чарівний дуб раптово сильно розростається та заступає сонце. На боротьбу з ним виходить морський карлик із мідною сокирою (vaskikirves). В той же час, Вяйнямейнен в країні Калевала ячмінь. Друга руна, чудова тим, що вона поєднує в собі видобування та обробку міді разом із появою сільськогосподарської традиції, що найбільш влучно

описують старт неолітичної революції. В дев'ятій руні описується поява заліза. Така, послідовність подій набагато точніша та логічніша, ніж у багатьох інших міфологічних систем. Решта рун описують події, які відповідають епосі античності та середньовіччя – численні шлюби, зради, союзи та протистояння.

У рунах серед усіх давніх світоглядних систем домінує магія, але й тотемізм залишає помітні сліди. Відношення із природою описуються в рунах Калевали не лише через опис творення світу та перших часів його існування. Далі зустрічаються події пов'язані із магічними чи міфічними тваринами та рослинами. Наприклад, орел допомагає Вяйнямейнену дістатися Похьоли. А ще Вяйнямейн виготовив кантеле з щуки і грою на ньому зачарував всю природу і приспав населення Поміль. Коли перший інструмент упав у море, він виготовляє новий із берези.

В епоху навали племен ямної культури зі сходу на Дніпрово-Дністровське межиріччя запускаються механізми великого переселення народів. Частина із тих, що жили в прадолині Прип'яті, починають мігрувати на північ. Спочатку вони зупиняються в північно-східній Балтиці, а потім, уникаючи тиску племен шнурової кераміки (культури бойових сокир) переселилися на південь Скандинавії. Протягом тривалого часу вони лише частково асимілювалися із місцевими карело-фінськими племенами. До середини першого тисячоліття нашої ери їхній вплив на світові процеси був мінімальним і локальним. Однак, згодом вони стали однією із двох найвпливовіших груп старого світу. Вони були першими європейськими поселенцями в Америці, впливали на політику усієї Європи та здійснили велике число експедицій із військовою, грабіжницькою чи торгівельною метою.

Їхній світоглядні позиції було узагальнено в збірках епосу «Старша Еда» та «Молодша Еда». Певною мірою цей епос віддалено переплітається із карело-фінською «Калевалою». Однак в ньому відчувається більш сильний вплив південно-європейської (Середземноморської традиції). Магія в норманських «Едах» зустрічається не менш часто, ніж у їхніх сусідів, але тут ключові позиції відведені пантеону антропоморфних богів та пов'язаних із ними героїв. Багато героїв «Ед» мають своїх реальних історичних прототипів. Наприклад, Ярицллейв – це київський князь Ярослав Мудрий, а Атлі – це каган гунів Аттила.

Аналогічною до Калевали та багатьох інших легенд є опис створення світу: «За давніх часів усе було пустка, ні піску, ні моря, ані хвиль холодних; ані землі унизу, ані небес нагорі, – розверста безодня, трава не росла. Доки Бора сини твердь не піднесли, ті, що Мідгард ошатний створили; сяяло сонце з півдня на стіни, на луках зростали зелені трави. (Старша Еда, Пророцтво Вьольви). Також, тут багато уваги приділяється значенню сонця та ризикам його втрати, що актуально для північних народів, які мусили жити в умовах тривалої полярної ночі. Так, в «Калівалі» співається про те, як Лоухи викрала сонце, небесний бог Укко створює нове, що падає у озеро Алуэ. Отримавши сильні опіки від вогню Укко, Ільмарінен кує ще одне сонце, але справжнє все ж таки заховано в Похьоли у Лоухи. І герої в 49-й руні вирушають за сонцем, а Лоухі йде назад. В «Старшій Еді» проблема ризику втрати Сонця та його значення зустрічається дуже часто. Наприклад, в «Пророцтві Вьольви» є такі слова: «Сонце із півдня, місяцю дружнє, правицю простягло до краю небес; сонце не відало, де його хата, місяць не відав моці своєї, зорі не знали, де їм стояти... Арвак і Альсвінн сонце нагору, стомлені, тягнуть; їм попід плечі аси поклали ковальські міхи». Сонце також визнається як універсальний небесний об'єкт для усіх рівнів організації їхнього міфіологічного світу: «Скажи мені, Альвісе, долі, напевне, усі двергу відомі: як зветься сонце, що сяє всім смертним, у різних світах? Альвіс мовив: Соль у людей, а Сонце в богів, дверги прозвали Дваліна Другом, йотуни — Оком Палючим, альви звать Кругом, Пресвітлим же – асів сини». В апокаліпсичних сценах, часто зустрічаються в «Старшій Еді» є опис вулканічної зими: «Сонце зчорніло, земля кане в море, зникають із неба ясні зорі. Гейзер парус, племінь нуртує, жар завирює аж до небес.»

У розділі «Пісня про Хельгі, сина Хйорварда» вказується на циклічність змін в природі, пов'язані із загибеллю та відродженням Сонця. Події пов'язані із ним також зв'язують із міфічною твариною вовком Ферніром, який на початку Рагнароку його з'їдає. Дехто вважає, що тут мова іде про сонячне затемнення. На мою думку тут усе ж таки розповідається про вулканічну зиму. Адже, в недалекому для норманів історичному минулому, це сталося під час періоду підвищення

тектонічної активності в 530-563 роках нашої ери. На півдні Європи ці події запустили серію змін в довкіллі, які породили Юстиніанову чуму. На півночі, найбільш ймовірно, призвело до малого льодовикового періоду, та зникнення урожаїв, голоду і конфліктів. Це була справжня катастрофа, яка заклала основи майбутньої експансії норманських племен світом.

Майбутня «чорна смерть» (*Yersinia pestis*) походить від досить безпечної ґрунтової бактерії (*Yersinia pseudotuberculosis*). Близько 5 тисяч до нашої ери відбувалася її мутація в межах популяції монгольського бабака. *Yersinia pseudotuberculosis* мала багато джгутиків, за допомогою яких пересувалася в своєму середовищі. В результаті мутації утворилася форма, в якій джгутиків не стало і з'явилися два антифагоцитарних антигени F1 і VW. Ця мутація перетворила її на небезпечного збудника смертельної хвороби. Блохи, які паразитували на гризунах напивалися зараженої крові і починали хворіти. Їхній стравохід запалювався і вже не міг пропускати випиту крові. Блохи відчували голод, пили кров і відригували її назад, розносячи інфекцію. Оскільки, носій гинув, то блохи намагалися одразу переселитися на іншого, того хто проходив поруч. Людина здебільшого нецікава для бліх через відсутність шерсті. За звичай, вони використовують її лише як тимчасовий транспортний засіб. Однак, під дією голоду заражені блохи, починали кусати і людей. Передача перших форм чуми не спричинила епідемію, так у них були відсутні декілька важливих генів. Чума була в основному легеневої форми – смертельною та швидкоплинною. Носії та контактні особи помирали раніше, ніж могли заразити значне число людей. Оскільки, катастрофа бронзового віку призвела до зникнення величезних урбанізованих мегаполісів, а монгольські степи були віддаленими від основних цивілізаційних центрів, то хвороба носила локальний характер, вражаючи виключно місцеві кочові племена. Розвиток Східної Римської імперії в 6 столітті до нашої ери активізував торгівельні відносини із країнами Далекого Сходу. Товари морем везлися в єгипетські порти. Разом із ними було завезено і заражених азійських чорних пацюків. Ці гризуни, на відміну від домінуючих тепер сірих пацюків, живуть в дикій природі і лише в помірних зонах на зиму перебираються до людських домівок. Погодні умови тривалий час тримали їх подалі від людського житла, що дещо відтермінувало пандемію. Підвищення вулканічної активності, насамперед виверження вулкану Локи, призвело до катастрофи згадуваної норманами. Прокопій Кесарійський описує, що протягом 541 року Сонце було як Місяць і нагадувало тривале сонячне затемнення. Малий льодовиковий період заставив чорних пацюків переселитися до людського житла, що й спричинило пандемію, яка із 541 року знищила більше половини населення Європи. Таким чином, норманська міфологія, яка обертається навколо створення світу, життя антропоморфних богів та Рагнароку, це не лише етичний базис через зображення битви добра і зла а й відлуння реальних екологічних катастроф минулого і їхніх наслідків.

#### **5.4. Екологічні та природоохоронні ідеї Середньовічної Європи**

У середньовічній Європі пізнавальна діяльність була під контролем церковних структур. Світські дослідження буди ризикованим заняттям, які могли бути засуджені, якщо дещо відрізнялися від офіційної позиції. Дехто вважає, що тодішнє ставлення до природи проміжним між античним та індустріальним. В античну епоху головною ідеєю буття людини було намагання досягнути гармонії із Природою та Космосом. Християнство виставило головним пріоритетом служіння Богу. Лише поверхово згадувалося, що природа теж є Божим творінням. Частіше домінують фрази: «Створімо людину за образом Нашим, за подобою Нашою, і хай панують над морською рибою, і над птаством небесним, і над худобою, і над усею землею, і над усім плазуючим, що плазує по землі. Плодіться й розмножуйтеся, і наповнюйте землю, оволодійте нею, і пануйте над морськими рибами, і над птаством небесним, і над кожним плазуючим живим на землі! І сказав Бог: Оце дав Я вам усю ярину, що розсіває насіння, що на всій землі, і кожне дерево, що на ньому плід деревний, що воно розсіває насіння, нехай буде на їжу це вам! І земній усій звірині і всьому птаству небесному, і кожному, що плазує по землі, що душа в ньому жива, уся зелень яринна на їжу для них» (Буття. Глава 1).



Офіційна традиція авраамічних релігій позбавляла об'єкти природи суб'єктності. Відкидався анімізм та тотемізм, антропоморфні духи (боги) стихій ставали демонами, а магія прирівнювалася до служіння дияволу. Разом із тим, на території германо-скандинавських та слов'янських племен деякі дохристиянські традиції було асимільовано. З одного боку, це заклало основи для формування екологічної кризи через безконтрольну експлуатацію природу. З іншого, створили підвалини для розвитку дослідно-прагматичного природознавства та індустріалізації. Як пише Мартін Гайдегер у праці «Європейський нігілізм» це в подальшому дозволило перевести дослідження природи на рейки прагматичних методів, без підгонки під філософські концепти античності чи уявлення про святість природних об'єктів. Слід зауважити на відмінності в позиціях теологів та звичайної пастви. Такі самі відмінності були в західній та східній християнській традиції. На Заході говорили, що природа беззаперечно покорається людині, а людина Богу. На Сході природу сприймали, як школу пізнання Бога. Наприклад, Афанасій Олександрійський, Діонісій Ареопатит, Максим Сповідник та Григорій Ниський писали що людина повинна «врятувати» себе і природу. Їхні ідеї носили більш виразні залишки рис античного світогляду, який із 17 століття будуть подаватися як філософський пантеїзм. Східні середньовічні теологи напряду сприймали фрагменти першої книги «Буття» про створення окремих компонентів природи: «Нехай вода виройть дрібні істоти, душу живу, і птаство, що літає над землею під небесною твердю. Створив Бог риби великі, і всяку душу живу плазуючу, що її вода виройла за їх родом, і всяку пташину крилату за родом її. Нехай видасть земля живу душу за родом її, худобу й плазуюче, і земну звірину за родом її. І земній усій звірині і всьому птаству небесному, і кожному, що плазує по землі, що душа в ньому жива, уся зелень яринна на їжу для них». Тобто, живі істоти (насамперед, тварини) мають душі і є божими творіннями. Отже, в кожній живій істоті присутні частини Святого Духу або Божого Буття. Подібне ми спостерігаємо і в записах капікадійських отців – Василя Великого, Григорія Ниського та Григорія Богослова. Вони стверджували, що людина відповідальна за природу і не зможе врятуватися без її порятунку. Разом із тим, на сході була і протилежна позиція. Вона була поширена в ісихазмі. Вони були зосереджені на «небесному світі» і ставилися природи вороже. Поруч також існували неоплатоністи, які акцентували увагу виключно на естетичному значенні природи. Разом із тим, і в них було відсутнє побожне ставлення до природи. Ці течії стали релігійно-філософською основою для активного підкорення та експлуатацію природи.

**5.4.1. Екологічні ідеї Фредеріка II.** У Західній Європі зустрічалися трактати на екологічні та природничі теми, які були менш складними, ніж тогочасні візантійські чи арабські роботи (Haskins 1927, Lindberg 1978). Чудовим прикладом є «De Arte Venandi cum Avibus» («Мистецтво полювання з птахами»), написане у 240-х роках Фредеріком II королем Сицилії та Південної Італії та імператором Священної Римської імперії. Він виріс на Сицилії, де його називали Федеріко; під час 8-річного перебування в Німеччині його звали Фрідріхом; а в урядових документах його ім'я з'явилося латиною – Fredericus або Federicus. Фредерік II народився в 1194 році. Його батько, імператор Генріх VI, помер у 1197 році, а мати, королева Констанція Сицилійська, померла в 1198 році після призначення Папи Інокентія III опікуном Федеріко. Батьком Констанції був Роджер II, який дуже цікавився географією і зібрав при дворі вчених з різних місць. Ці зібрання не збереглися після смерті Роджера в 1154 році, але запам'яталися Фредеріком. Пізніше він відтворив його в більших масштабах (Haskins, 1927:242–271; Van Cleve, 1972: 299–346; Tronzo, 1994; Mariani and Cassano, 1995). У Палермо у Фредеріка були вчителі, але не було друзів, окрім тих, які він знайшов для себе сам. Він блукав околицями і під час цих прогулянок розвинув сильний інтерес до тварин. (Abulafia 1988:107). Сицилія була одним із найбільш космополітичних місць на землі, і Фредерік із задоволенням спілкувався з італійцями, греками, євреями, мусульманами, німцями та будь-ким іншим, хто міг задовольнити його цікавість. Він виявив, що християни не мають монополії на мудрість, і протягом усього життя його інтерес до релігії був радше політичним, ніж духовним. Про це писав монах Салімбене: «Віри в Бога він не мав; він був хитрим, жадібним, хтивим, злим, гнівним; і все ж це галантний чоловік, який часом виявляв свою доброту чи ввічливість. Повний розради, веселий, чудовий, вправний на інструментах. Він умів читати, писати, співати, складати пісні та музику. Він був симпатичний чоловік, добре сформований, але

середнього зросту. Він умів говорити багатьма різними мовами, і, коротко кажучи, якби він був справжнім католиком і любив Бога та Його Церкву, то було б небагато імператорів, рівних йому у світі». Фрідріх провів більшу частину своєї кар'єри, борючись проти папства – яке боялося, що він може спробувати об'єднати свою Німецьку імперію зі своїм південно-італійським королівством. За це він двічі відлучений від церкви. Улюбленим відпочинком Фрідріха від державних справ було усамітнення в одному з його мисливських палаців, три з яких збереглися до нині (Van Cleve, 1972: Plates 12– 13; Tronzo 1994; Mariani and Cassano, 1995). У «Загальному вступі» до «De Arte Venandi cum Avibus» він розповідає, що почав писати свій трактат лише після того, як розмірковував над цим протягом 30 років. Тобто, коли мав певний досвід, ставши сокольниким у віці 20 років.

Соколине полювання виникло досить давно. Його згадують ще з часів правління в Месопотамії Саргона II. В Європу воно потрапило близько 5 століття нашої ери, коли гуни та алани вторглися зі сходу і, можливо, започаткували цей вид спорту (Epstein 1943:505–509). Посібники з соколиного полювання також прийшли першими зі Сходу. Фредерік отримав знання про арабське соколине полювання з перших вуст під час свого хрестового походу до Святої Землі із червень 1228 до червня 1229. Пізніше він мав книгу Моаміна присвячену цій темі і переклав її із арабської. При цьому, він вніс до перекладу свої коментарі. Наука соколиного полювання складаються з технології полювання та прикладної біології утримання птахів. До книги Фредеріка попередні посібники обмежувалися виключно технологіями полювання – як дресирувати соколів і керувати ними (Van den Abeele, 1994:45–91).

Серед інтелектуалів, яких Фрідріх зібрав у Палермо, був Майкл Скотт (Minio-Paluello, 1974), відомий як впливовий письменник і перекладач. У 1217 році він подорожував зі своєї рідної Шотландії до Толедо, де до 1220 року переклав з арабської «Historia Animalium» Аристотеля, «De Partibus Animalium» і «De generation Animalium» (Thorndike, 1965:24; van Oppenraay, 1999). Потім він поїхав до Болоньї і пізніше привернув увагу двох пап. Він прибув до двору Фрідріха у 1227 році, якщо не раніше, і залишався там до самої смерті. Майкл Скотт активно цікавився астрологією, писав про неї та зацікавив нею Фредеріка. На прохання Фрідріха він переклав з арабської «Abbreviatio de Animalibus» Ібн Сіні, скорочення аристотелевої зоології з коментарем Ібн Сіні, який він закінчив до 1232 року. Швидше за все, це було частиною підготовки Фрідріха до написання власної книги.

Однак, Фрідріх посилався на небагато авторитетів, окрім Аристотеля, з яким він часто не погоджувався, оскільки Аристотель не знав соколиного полювання і покладався на звіти інших. У шестикнижній версії «De Arte Venandi cum Avibus» (існує також версія з двох книг) перша книга присвячена «Будові та звичкам птахів», а інші п'ять — аспектам соколиного полювання. Історія науки зосереджена у першій книзі, але там є багато екологічних та поведінкових спостережень. 12 рукописних примірників книги Фрідріха мають ілюстрації, хоча їх кількість не однакова та вони не ідентичні. Япп (1983) вивчав кольорові малюнки на полях у факсимільній публікації ватиканського рукопису «De Arte Venandi cum Avibus» нарахував 915 малюнків птахів і 48 малюнків інших тварин. Япп виявив, що хоча малюнки ілюструють те, що зроблено в тексті, зображені птахи не належать до певного виду; це родові качки, гуси тощо. Япп сумнівається, що вони були намальовані за життя Фредеріка.

Фредерік II описує різні способи адаптації птахів до умов середовища. Він вказує на те, що деякі види активні вночі, щоб уникнути денних хижих птахів та інших тварин, які могли б їм нашкодити. Він писав: «Деякі наземні птахи отримують їжу в польоті», маючи на увазі ластівок та чижів. Він спостерігав, як вони їдять мух, жуків, бджіл, ос та інших комах, але думав, що, перебуваючи вгорі, вони не ковтали тих, хто жалить. Такі птахи сідають і першими видаляють жало. Він розділив хижих наземних птахів на три групи відповідно до харчових звичок: (1) стерв'ятники та грифи не вбивають свою їжу, а харчуються падлом; (2) шуліки та звичайні орли воліють їсти мертвих тварин, але іноді вбивають заради їжі; і (3) справжні соколи та яструби їдять лише те, що вбивають, і ніколи не їдять падаль. Він визначив, що стерв'ятники можуть знаходити їжу тільки на вигляд, а не на запах. Експерименти були дуже рідкісними в природничій історії в античності та середньовіччі, а Фредерік, ймовірно, експериментував у цьому випадку, оскільки, він звик маніпулювати яструбами під час дресирування та полювання. Оскільки, ми знаємо, що

Фредерік експериментував на грифах, історії Салімбене про його експерименти на людях також можуть бути правдою, хоча ніхто не може ручатися за його джерела. Якщо Фрідріх справді вирощував немовлят у тиші, щоб дізнатися, якою мовою вони будуть говорити, він повторював безрезультатний експеримент, проведений єгипетським фараоном, про що повідомляє Геродот. Інші експерименти, безсумнівно, відображають відомий інтерес Фредеріка до фізіології та медицини: він закрити людину в бочку, щоб перевірити, чи можна виявити її душу, коли та помре; щоб дізнатися, на яку глибину людина може зануритися, він попросив водолаза діставати предмети на все більших глибинах, поки той не потонув. Щоб дізнатися, чи слід розслабитися чи робити вправи після їжі, він добряче нагодував двох чоловіків обідом. Одного з них він негайно відправив спати, а іншого на полювання. Після цього він змусив їх випорожнитися у своїй присутності, бажаючи дізнатися, що краще засвоїлося. Це було трактовано присутніми під час експерименту лікарями на користь того, хто спав.

Фрідріх часто страчував ворогів церкви та держави, тому кілька людей, принесених у жертву заради науки, не здавалися чимось незвичайним, особливо якщо це були засуджені до страти. У першій книзі «*De Arte Venandi cum Avibus*» є набагато більше того, що ми можемо назвати екологією птахів. Не менш примітною є розповідь Фредеріка II про навчання соколів полювати з людьми та собаками. У цій дискусії із посібником Моаміна (Tjerneld 1945), він опирався на свої розмови із іншими сокольниками (у його штаті їх було близько 50) і на власний досвід. Незважаючи на те, що ці знання виникли більше шляхом проб і помилок, ніж із запланованих експериментів, вони надзвичайно складні. Приручених соколів, яких використовували для полювання, не вирощували в неволі, а ловили дикими. Нетерплячий або недбалий поводир може зробити невільного яструба непридатним для навчання через неправильне поводження. Навчання проводилося з використанням позитивного підкріплення (їжа та прогладжування) та депривації (відсутність їжі та зору), але без покарань. Маунтджой перефразував інструкції Фредеріка щодо дресирування соколів біхевіористською термінологією: процес керування шойно спійманим диким соколом (тобто його приручення так, щоб він спокійно сидів на руці сокольника та їв) здійснювався у навчанні, поки очі сокола залишалися запечатаними. Цей процес укомплектування поєднував не тільки з павлівським поєднанням стимулів, але й оперантним формуванням та принцип згасання стимулів. «*De Arte Venandi cum Avibus*» вважається «першим зоологічним трактатом, написаний у критичному дусі сучасної науки» (Mountjoy et al. 1969:61). На жаль, протягом століть її вплив був досить обмеженим. Фрідріх помер у 1250 році, і обидва його сини та онуки продовжили займатися соколиним полюванням, але потім його королівська лінія померла, а її вплив зник. Хоча існувало 12 рукописних копій його праці, жодна з них не поширювалася серед натуралістів. Він був опублікований лише в 1596 році і не привернув увагу орнітологів до 1788 року.

### 5.5. Екологічні та природоохоронні ідеї арабського світу

Арабська цивілізація, як і візантійська, була синтезом кількох культур. У цьому випадку, передусім арабської, візантійської та перської культур. Оскільки, арабська та перська культури не приділяли великого значення науці, а візантійська наука ледь піднялася над посереднім рівнем римської науки, можна було б припустити, що арабська наука не буде кращою за візантійську. Однак, в окремих галузях вона перевершила не лише їх, а й досягнула рівня європейської науки пізнього Відродження. Найбільші досягнення зосереджені в математиці, астрономії, алхімії, фізиці та географії. Разом із тим майже в усіх арабських джерелах нехтували зоологією (Anawati, 1970; Huff, 1993; 2000; Turner, 1995; Rashed, 1996; Dallal, 1999), а іноді й ботанікою. Винятками є Nasr та Sezgin. Зоологія поширювалася в основному через цікаві історії про тварин, але, також, розвивалася через медицину, ветеринарію, полювання та боротьбу зі шкідниками (Bodenheimer, 1928:128–167; Petit, Théodoridès, 1962:171–180; Pellat et al., 1966).

Династія Омейядів заснувала перший мусульманський халіфат у Дамаску в 661 р. З самого початку вони були еллінізовані та заохочували наукові дослідження. Однак, їм бракувало релігійного запалу Аббасидів, які скинули їх у 750 році та перенесли свій халіфат до Багдада.

Другий аббасидський халіф привіз людей науки до Багдада, третій наказав зібрати грецькі трактати, а четвертий заснував близько 828 року Будинок мудрості. Він спонсорував переклади з грецької на арабську, хоча багато з них спочатку були перекладені сирійською мовою і лише потім із сирійської на арабську. Перекладам було приділено велику увагу, але деяка плутанина була неминучою. Наприклад, як коли те саме арабське слово, *qunfudh*, використовувалося для їжаків і морських їжаків (Kruk 1985). Пізніше Дім Мудрості надихнув інші наукові установи в Каїрі, Кордові та інших частинах ісламської цивілізації. Арабська наука вивчалася та розвивалася на значно більшій території, ніж грецька та римська цивілізації. Велике значення надавалося бібліотекам. Їх створювали дуже багато. Араби перейняли в 700-их роках від китайців техніку виготовлення паперу, що прискорило виробництво книг. Вищі навчальні заклади, які називаються медресе, також розвивалися, але вони зосереджувалися на релігії та ісламському праві та не мали курсів з науки. Деякі професори викладали науку вдома (Huff, 1993:74–75).

Мусульмани наслідували візантійський приклад підтримки лікарень і навчання медицині в них (Savage-Smith 1996). Двоє перших авторів про тварин були з Басри, Ірак. Абд аль-Малік аль-Асмаї писав праці про диких тварин, коней, верблюдів і овець (Sarton, 1927) і вплинув на свого молодшого, більш відомого сучасника, Абу 'Усман 'Амр ібн Бахра, який відомий в історії під невтішним прізвиськом аль-Джахіз (вирячеокий). Він був високоповажним автором у традиції Еліана та Тимофея, і мав доступ до арабського перекладу або парафразу Аристотелевої «*Historia Animalium*», можливо, Ібн аль-Бітріка, завершеного приблизно в 815 році (Kruk 2001a). Розповіді Аль-Джахіза містять свідчення про близько 350 видів тварин та містять деякі оригінальні спостереження (Korf, 1952; Lewin, 1952; Bodenheimer, 1958; Pellat, 1969; Plessner, 1973).

Заява Байракдара про те, що аль-Джахіз був еволюціоністом, є непереконливою, але його вужче твердження про те, що він «визнав вплив факторів навколишнього середовища на життя тварин» (1983), здається слушним. Мабуть, аль-Джахіз був першим, хто обговорював харчові ланцюги, хоча його деталі не завжди точні. Він стверджував, що «ящірка спритно полює на змію та лисицю». Можливо, його джерело було перекладено арабською мовою з книги, яка стверджувала, що змія та лисиця вміють полювати на ящірку. Це найперший відомий опис харчового ланцюга. Історії про тварин Аль-Джахіза залишалися надзвичайно популярними та вплинули на пізніших письменників.

Абд аль-Латіф (1162–1231) народився в Багдаді і став видатним лікарем (Sarton 1927–1931:II, 599–600). Він жив у Каїрі (1191–1204) і збирав відомості про нільських крокодилів і різні види ящірок. Його розповіді про їхню природну історію ґрунтувалися, як на його власних спостереженнях, так і на попередніх описах. Він припустив, що з крокодилячих яєць утворюються, або крокодили, або сцинки, залежно від того, чи вилупилися пташенята у воді чи у піску. Це стало частиною традиційного фольклору. Єдиним арабським конкурентом книги про тварин аль-Джахіза була книга Мухаммада Аль-Дамірі (1341–1405), який був професором Каїрського університету Аль-Азар. «Життя тварин» Аль-Дамірі – це наукова енциклопедія, яка узагальнює величезну кількість інформації, хоча в ній відсутні оригінальні спостереження та містяться вигадані істоти. Наприклад, кінь на якому Пророк їхав на небо. Він мав людське обличчя, кінську гриву та верблюжі ноги (Somogyi 1950, Vernet 1971:549). Зрозуміло, що майже шість століть, які розділяють аль-Джахіз і аль-Дамірі, збільшувались відомості про тварин, але не було кому відокремити золото науки від пустої породи фольклору.

З арабського трактату: «Мудрість Божого Провидіння. зробив усі істоти плідними, що вони боязкі й придатні для їжі не зменшується від землі на будучи з'їденим, тоді як мало молодих народжені створіннями жорстокими та згубними. Заєць такий урожайний, для цього, він є здобиччю всякого звіра і птаха і чоловік. Єдине з усіх створінь воно зачало під час вагітності. Деякі з ненароджених дитинчат волохаті, деякі ще голі, деякі ще формуються в утробі матері в той час як інші тільки задумані. Але тоді, як це так із зайцем, левиця, дуже сильний і сміливий звір, народжує потомство лише раз у житті, а потім лише одне дитинча. Для матки виходить з дитинчам в акті народження. Це причина цього: коли дитинча першим починає ворухитися в матері, її кігті набагато гостріші будь-якої іншої істоти, розірвіть матку, а в міру її зростання значно більше чи дряпає та рве, щоб коли година народження близька, то рідко будь-яка частина матки залишилася

цілою. Так само і з гадюками. Крилаті змії Аравії: чи були вони люди, народжені природним чином, як змії, не мали можливості життя; але як це, коли вони в парі, і чоловік знаходиться в самому акті народження, самка хапає його за шию, ні відпускає хватку, поки вона не прокусить шию наскрізь. Таким чином, самець гине, але самка карається за його смерть. Молодь мстять за батька, і гризти свою матір, поки вони є але всередині неї; вони також не випадають від неї, поки вони не прогризуть свій шлях через її утробу. Інші змії, які не завдають шкоди самцям, відкладають яйця і виводять величезну кількість молодняку. Здається, що арабських крилатих змій справді багато, але це тому, що (тоді як гадюк має кожна земля) всі вони в Аравії і більше ніде не зустрічаються».

Ботаніка та географія займали більш помітне місце в арабській науці ніж зоологія (Egerton 2002). Однак, це були здебільшого утилітарні знання пов'язані із використанням рослин для їжі чи лікування. Оскільки, арабська цивілізація була географічно набагато більшою, ніж її попередники Греція, Рим та Візантія, то її інтерес до географії, також був пропорційно більшим. І на всій цій території була поширена середньовічна арабська наука. Однак, період розквіту цієї науки тривав лише з 9 по 12 століття. Далі переміг релігійний традиціоналізм, який повністю знищив усі аспекти досліджень крім теологічного. Однак, за 300-400 років активної діяльності арабських науковців було створено велику кількість оригінальних творів та ще більше коментарів до робіт античних авторів. Грецький вплив був найбільш помітним як на організацію, так і на зміст цих праць, але вчені також спиралися на північноафриканські, месопотамські, перські, індійські та центральноазіатські роботи, щоб розширити свої знання, а іберійські автори, можливо, спиралися на римську сільськогосподарську літературу (Egerton 1983, Fahd 1996:813–841, Kruk 1993, Nasr 1968:111–118, Nasr 1976:54–60, Sezgin 1971:301–346, Ullmann 1972:62–94; Fahd 1996:841–852, Shihabi et al. 1967, Ullmann 1972:427–451). Більшість цих робіт були згодом перекладені на європейські мови і дали поштовх європейській цивілізації в епоху Відродження. Адже, слід визнати, що в галузі природничих наук Європа відставала від Арабської імперії як мінімум на 800 років. Перші діячі Ренесансу не лише користувалися готовими арабськими розробками і дослідженнями, а й безсовісно їх присвоювали собі. Наприклад, в роботах Коперника зустрічаються малюнки, на яких збережено арабські підписи. Саме тому відродження почалося із Італії. Саме італійські автономні міста-держави мали найтісніші торгівельні та військово-політичні контакти із арабським світом. До речі не лише наукові знання запозичила Європа в арабів. Деякі розділи науки стали в середньовічній науці псевдонауковими течіями, про що більш детально розглянемо в параграфі «5.7. Екологічні та природоохоронні ідеї в середньовічних псевдонауках».

Арабські дослідники активно опиралися на першоджерела свої попередників. Була, наприклад, зроблена спроба перекласти ботанічні праці Теофраста на арабську мову, яка на жаль не дійшла до наших часів. Основний грецький вплив на ботаніку походить від книги «De Plantis», короткого трактату, який тоді приписували Аристотелю. Зараз вважають, що це робота придворного чиновника Миколи з Дамаску в 64 р. до н. е. (Longrigg 1974) Для сучасного читача «De Plantis» вправа із, аристотелевої логіка, яка нібито може пояснити все. Наприклад, Микола, спростовує твердження Емпедокла про те, що рослини мають дві статі, змішані разом і «логічно» виводить, що у рослин рослини взагалі немає статі. Тим не менш, для середньовічних учених це був важливий теоретичний трактат з ботаніки. Оригінальний грецький текст зник, але він повністю або частково зберігся сирійською, арабською, єврейською, латинською мовами та в грецькому перекладі, зробленому близько 1300 року з латини. Під впливом «De Plantis» було написано сьомий розділ Кітаб-аль-Шіфа (Книга зцілення) лікаря-філософа Ібн Сіні про фізіологію рослин: функції коренів, гілок, листя, плодів, насіння, колочки, ясна тощо (Fahd 1996:818; Ullmann 1972:78–79), Кітаб-аль-Набат (Книга рослин) філософа Ібн Баджі, робота якого є опубліковано арабською мовою з анотованим іспанським перекладом і коментарем Ібн Рушда, який зберігся в перекладі на іврит (Lulofs and Poortman, 1989:363–371, 440–443). На сьогодні, є фактом, що натхненні «De Plantis» арабські дослідники перевершили його у рази.

Сучасні описи видів рослин, які зустрічаються у всіх флорах, як згадувалося в частині 3 (Egerton 2001b), сягають корінням роботи Діоскорида. Вона написана грецькою мовою, незважаючи на популярне надання назв латинською мовою. Довгий час припускали, що Істіфа,

син Базіла (Істіфан ібн Базіл), переклав його з грецької на сирійську, а потім Хунайн ібн Ісхак переклав його арабською мовою в Багдаді у 800-х роках (Dubler 1962).

Однак, воно потрапило в арабську мову і було вдосконалено в 900-х роках у Кордові та Самарканді, майже на протилежних кінцях ісламської цивілізації. Підвищення інтересу до наук в Кордові відбулися завдяки тому, що візантійський імператор Роман II подарував кордовському халіфу Абд аль-Рахману III ілюстровану грецьку копію «Materia Medica» Діоскорида в 948 році, а потім послав ченця Ніколаса в 951 році, який провів решту свого життя, допомагаючи Хасдаю. Шапрут та інші адаптують східну арабську версію до іспано-арабської номенклатури. Подібну переробку зробив у Самарканді аль-Хусайн ібн Ібрагім аль-Натілі, який додав ілюстрації, натхненні перською мовою, і присвятив їх новому царю Абу Алі в 990 році. Існує сучасний арабський текст, і є два конкорданси для співвіднесення не лише арабських і грецьких текстів, але й текстів іншими мовами (Dubler 1953, Sadek 1983:66–123). Вчені були дуже стурбовані правильною ідентифікацією рослин, які використовуються для приготування ліків, і мало стурбовані тим, чи ліки насправді були ефективними; вони припускали ефективність. Оскільки, ісламська цивілізація поглинала ботанічні та медичні знання практично з усіх регіонів, існувала нагальна потреба в появі арабського Ліннея в ботаніці, яка не відчувалася в зоології. Наприклад, Аль-Кінді (бл. 800–870 pp.) написав медичний формуляр «Арабадін», у якому фармакологічні назви (включаючи назви рослин) були на 33% месопотамськими (передано сирійською, арамейською, єврейською та перською мовами), 23% були грецькими, 18% перськими, 13% індійськими, 5% арабськими та 3% єгипетськими, решта невідомого походження (Levey 1966:20).

Його сучасний редактор зміг визначити та пояснити 319 термінів, більшість з яких є або назвами рослин, або назвами частин рослин (Levey 1966:225–345). Щоб задовольнити цю ботанічну потребу, з'явився вчений і його трактат, який приблизно можна порівняти з «Життям тварин» аль-Дамірі. Абу Ханіфа ад-Дінаварі (пом. 895) з Дінавару (Ірак), написав свою найважливішу працю, «Kitab alnabat» (Книга про рослини), на основі літературних та усних переказів (Lewin 1967). Вні на відміну від Ліннея у 1700-х роках не поєднував літературні, усні і власні ботанічні дослідження. Це все ще було цінним, оскільки це був детальний синтез робіт багатьох учених (Baueg 1988), і він широко використовувався. Відображаючи більшу актуальність ботаніки, ніж зоології, Аль-Дінаварі написав свою книгу приблизно за 500 років до роботи Аль-Дамірі.

Частина I «Kitab alnabat» є алфавітним списком назв рослин (al-Dinawari 1953), а частина II має огляд різних рослин та їх використання або екологічне значення (al-Dinawari, 1974). Наприклад, він наводить приклади, що від певних рослин хворіють верблюди та вівці, якщо вони їдять їх багато. Оскільки, сарана настільки руйнівна для рослинності, він процитував джерела з історії життя цієї комахи. Оскільки, медоносні бджоли харчуються квітами, він також процитував інформацію про бджіл з «Історії тварин» Аристотеля. Були також важливі дослідження фармакологічних синонімів, які пролили світло на ботанічні назви (Levey, 1973: 146–169).

Накопичені знання й запозичення традицій Діоскорида та аль-Дінаварі, які передавалися століттями, були знову синтезовані у більшому масштабі Ібн аль-Байтаром (бл. 1190–1248), іберійським фармакологом, який оселився в Каїрі в 1224 році, як головний травник султана аль-Каміля. Серед кількох його праць, що збереглися, найважливішою є «Кітаб аль-Джаміфі аль-адвія аль-муфрада» (перекладена французькою мовою як *Traité des simples* (Трактат про простоту), 1877–1883). Він спирався на близько 150 авторів, щоб описати в алфавітному порядку близько 1400 рослинних, тваринних і мінеральних ліків (Vernet 1970, Hamarneh 1973:93–96, Torres 1986, Salvo 1997). Близько 200 його видів рослин були нещодавно описані або нещодавно знайдені як джерела ліків (Sarton 1931:663).

Протягом ісламського Середньовіччя, ані чиста ботаніка, ані медична ботаніка не створювали таких сприятливих умов для екологічних думок, як сільське господарство. Сільськогосподарські трактати спиралися на грецькі джерела, такі як «Георгіка» Кассіана Басоса; однак його основним раннім джерелом було «Набатейське землеробство», яке Ібн Вахшійя нібито переклав із сирійської мови. Оскільки, про таку особу нічого не відомо, справжнім автором чи перекладачем міг бути ймовірний учень і секретар Ібн Вахшії, Абу Таліб аз-Зайят (пом. бл. 951 р.).

Ця робота синтезувала грецьку, перську та індійську науку та фольклор (Fahd 1971). Для кожного одомашненого виду було зроблено спробу надати сім типів інформації: опис, найкращий ґрунт, час посадки та збору врожаю, спосіб посадки, необхідний догляд, сприятливі вітри та пори року, удобрення, корисність і шкідливість, а також властивості (Fahd 1996:821). ). Хоча критичне знання та розуміння цих факторів було далеко за межами досягнень набатейського сільського господарства, ця спроба послужила моделлю для пізніших авторів.

Мусульманська Іспанія, яка називається Андалусія, була процвітаючим регіоном від арабського завоювання в 700-х до 1100-х років, і вона стала центром важливих культурних досягнень, які включали фармакологічні та сільськогосподарські праці (Glick 1979:253–257). Папір був завезений в Андалусію в середині 900-х років, і протягом наступного століття там були засновані паперові фабрики (Bloom 2001:87). Андалусець Ібн Вафід (бл. 1008–1075) був фармакологом, навчався в Кордові, а потім створив ботанічний сад у Толедо для свого патрона аль-Мамуна (Vernet 1996, Calvo 1997b). Ібн Вафід написав кілька робіт з фармакології та одну з сільського господарства (Volens 1981:21–23). Його сучасник Ібн Бассаль написав книгу «Libro de Agriculture», яка зараз опублікована арабською мовою з іспанським перекладом. Його 16 розділів висвітлювали традиційні теми практичною мовою, як він писав для фермерів, і без посилань на літературу, якою він, здається, користувався (Volens 1981:23–25). Кульмінація традиції в сільськогосподарських трактатах була описана Ібн аль-Аввамом (друга половина 1100-х рр.) у 35 розділах. Його трактат містить його власні спостереження, але це, насамперед, дуже вдалий синтез сільськогосподарської літератури, що тягнеться до греків і включає багатьох арабомовних авторів (Vernet 1970a, Volens 1981:29–31). Цілком можливо, що він мав певні знання від Колумелли (одного з іберійців першого століття нашої ери). Його найважливішими джерелами Ібн аль-Аввама були Набатейське землеробство та Кітаб аль-мугні фіал-Філаха Абу Умара ібн Хаджаджа. Ібн аль-Аввам описав 585 видів одомашнених рослин, включаючи 50 різних видів фруктових дерев. Його перші два розділи відображають давнє занепокоєння арабів щодо якості води та ґрунту, які використовуються для сільського господарства (Olson and Eddy 1943, Volens 1981: 58–123). Те, що ми могли б назвати екологічними коментарями, включало «уникання певних комбінацій рослин, які, як правило, мали шкідливий вплив одна на одну, таких як пальми та ялівці, і комбінування інших, які сприяли росту одна одної» (Kruk, 1993:832).

Хоча Ібн аль-Аввам написав найповнішу сільськогосподарську енциклопедію арабською мовою, це не був кінець арабської сільськогосподарської писемності. Альманах фермера – ще один формат, який привабив багатьох авторів. Сам формат сягає більш ніж 3500 років аж від шумерів (Kramer 1963:105–109, 340–342). Більш широко відомими були «Твори та дні» Гесіода (бл. 700 р. до н. е.) і «Георгіки» Вергілія (бл. 37–29 рр. до н. е.), але жодна з цих трьох праць, ймовірно, не була доступна арабською мовою. Арабська традиція альманахів почалася у 800-х роках, коли і аль-Дінаварі, і його співвітчизник, лікар Ібн Масавайх, видали свої праці (Varisco 1994:7, 128, 262). Наші знання про цей жанр базуються на альманасі, написаному еменським султаном Расулідом Аль-Маліком аль-Ашрафом (бл. 1242–1296, правління 1295–1296) у 1271 році.

Це був перший із восьми альманахів Расуліда. Ємен, розташований у південно-західній частині Аравії, є найродючішою частиною півострова, але він має мінливий рельєф, що простягається від прибережної рівнини до гір і внутрішнього плато, що вимагає ретельного розгляду того, які рослини слід висаджувати в певних місцях і в який місяць. Крім того, фермери повинні остерігатися мінливого клімату. Наприклад, у 1295 році холодний дощ убив багато овець, а також було велике нашествя сарани (Varisco 1994:13). Таким чином, Аль-Малік обговорював режим дощу, прогнози дощу, вітри, періоди найбільшої спеки та інші аспекти клімату, використовуючи велику кількість термінів (Varisco 1994: 105–127). Він однаково цікавився теплом і вологістю як на поверхні, так і в під поверхнею ґрунту, різновидами місцевих рослин, які росли в різних місцях, коли сік тече, і коли листя проростає й опадає (Varisco 1994:128–132).

Ємен має найбагатшу флору на Аравійському півострові, і батько Аль-Маліка, Юсуф ібн ‘Уман (пом. 1295), склав важливу збірку трав, яка опублікована арабською мовою. Цікавий перетин між домашнім і природним сезонним циклом є в обговоренні Аль-Маліком шести видів

меду, отриманого від домашніх медоносних бджіл, залежно від видів квітів, які вони відвідували. Квіти розцвіли в різний час. Він записав пору року, коли вироблявся кожен сорт меду, і квіти, які постачали для нього нектар.

Альманах Аль-Маліка показує, що навіть у Середньовіччі вже проводилися оригінальні спостереження, які ми могли б назвати екологічними. Самі Хамарнехом писав про це в своїй статті «Лікарські рослини, терапія та екологія в книзі Аль-Газзі про сільське господарство» (1978). Аль-Газзі (1457–1529) був добре освіченим ученим і чиновником у Дамаску, який відвідав Єгипет, щоб порівняти його сільське господарство та садівництво з сирійськими. Хамарнех зробив висновок, що Джама альфілаха аль-Газзі виявляв «глибокий інтерес до озеленення, садівництва та екології», що «дає йому право на найвищий ранг, досягнутий у хорошому землеробстві та садівництві в усьому регіоні під час пізнього мамлюцького та раннього османського періодів в ісламі» (Harmaneh 1978: 229). Було б цікаво дізнатися про будь-які успіхи, досягнуті протягом чотирьох століть, відколи Ібн аль-Аввам написав свій трактат, але короткий виклад Хамарнех лише вказує на дамаську варіацію андалузського досягнення.

Вивчення географії було більш розвиненим в ісламському світі, ніж у його візантійських і західноєвропейських сусідів. Арабська цивілізація охоплювала набагато більший регіон, ніж будь-яка з інших. Мусульмани вели торгівлю із дуже віддаленими країнами, а іноді й завойовницькі походи, і вони хотіли зрозуміти, куди вони прямують. Крім того, два з п'яти стовпів ісламу передбачають, що вони моляться в напрямку Мекки незалежно від того, де вони знаходяться, і що вони здійснюють паломництво, хадж, до Мекки, якщо вони можуть; досягнення цих умов вимагало розуміння місць розташування.

У географічних пошуках арабам допомагали важливі наукові інструменти (астролябія, небесна сфера, гномон, квадрант і сонячний годинник, які вони запозичили у візантійців на початку 800-х років) і компас (який вони запозичили у китайців до середини 1100-х років). Географічну та картографічну літературу не можна оглянути в такому ж обсязі, як зоологічну та ботанічну літературу, оскільки вона надто різноманітна та розсіяна, і наголошує на культурній, а не на фізичній географії (Ahmad 1965, Miquel 1967–1987, 1996, Nasr 1968:98–108; 1976:36–48, Kish 1978:199–235, Sezgin 1987a, Buang 1997).

Географія та картографія арабською мовою почалася з перекладу «Географії» Клавдія Птолемея на арабську мову трьома вченими протягом 800-х років. Ця географія трактувала землю аналогічно тому, як його Альмагест трактував небо. Насправді, астрономія була потрібна для визначення широт і довгот. Птолемею мав велику майстерність у синтезі вимірів, і його трактат був добре організований. Однак, він прийняв дуже неточно малий розмір Землі, який обчислив Посідоній, а не більш точні попередні розрахунки Ератосфена. Він також вважав, що люди, які живуть у жарких тропіках і холодних північних областях, є дикунами через несприятливий клімат; цивілізація розвивалася лише в помірних областях (Kish 1978:106). Ці останні твердження підкріплювали ідеї Гіппократа. Уявлення про зв'язок між обставинами навколишнього середовища та розвитком живих істот глибоко вкорінене в світогляді арабських вчених, починаючи з 9 століття. Такий погляд стосувався як місцевого, так і регіонального рівня. З лікарем «проконсультувалися б не тільки щодо здорового середовища для окремого пацієнта, але й щодо вибору місця для нового міста чи установи, наприклад школи чи лікарні» (Harmaneh 1973b: 127). Географічне розташування, зокрема клімат, також було важливим. Ібн Сіна вважав, що капуста змінює свій вигляд, якщо її нести в різні регіони, і що географічне розташування визначає, чи переросте пагін пальми у фінікову чи кокосову пальму (Kruk 1993:833).

До трійки найвидатніших арабських географів належать аль-Біруні (973–1050), аль-Ідрісі (1100–1166) та Ібн Батута (1304–1368). Аль-Біруні був вченим енциклопедистом із Центральної Азії (Kennedy 1970), якого найбільше запам'ятали завдяки його цінній історії та географії Індії. Він був відомим математиком-географом, який розробив оригінальний метод визначення розміру Землі на основі вимірювання висоти гори та кута зору від вершини гори до горизонту (Mergier 1992:182–188). У його книзі є короткі побіжні зауваження, які є цікавими з позиції екології. Наприклад, «Життя світу залежить від посіву та розмноження. Обидва процеси посилюються з плином часу, і це збільшення є необмеженим, тоді як світ обмежений ... окремі види рослин і



тварин займають землю і поширюються ... на стільки території, скільки вони можуть знайти». Він визначив воду, як найважливішу причину зміни ландшафту, і він побачив, що вода несе більше осаду, коли вона тече швидко, що пояснює, чому повільно текуча вода в гирлах річок відкладає мул (Samian and Siddiqi 1997: 159). Коли він складав свою роботу, то можливо, мав доступ до версії Діоскорида аль-Натілі; обидва чоловіки працювали в одному регіоні, і вони зустріли лікарські рослини, невідомі Діоскориду (Hamarneh 1973a).

Аль-Ідрісі народився і помер у Сеуті (Марокко) на східному кінці Гібралтарської протоки в родині правителів. Він отримав освіту в Кордові та подорожував до Малої Азії у віці 16 років. Пізніше він подорожував християнською Європою, а в 1138 році прийняв запрошення Роджера II Сицилійського жити при його дворі в Палермо, де він залишався до смерті правителя в 1154 році. Сам Роджер глибоко цікавився географією і спонукав аль-Ідрісі скласти карту світу та географію. Рожер розіслав посланців у різні місця для збору інформації. Аль-Ідрісі та його помічники побудували велику рельєфну карту із срібла, яка зникла, але в його підручнику з географії є менша версія; він також намалював великомасштабну карту світу з 70 розділами (Ahmad 1992). Це був унікальний синтез арабських і європейських знань.

Ібн Баттута був із Танжера, Марокко, із західного кінця Гібралтарської протоки. Він був добре освічений в ісламському праві. У 1325 році він здійснив хадж до Мекки, який змінив його життя. Він виявив, що любить подорожувати, і саме він, а не Марко Поло, став найбільш мандрівним дослідником Середньовіччя. Він мандрував від одного кінця ісламської цивілізації до іншого, а також далі на обох кінцях, у християнську Європу та Китай, подолавши приблизно 73 000 миль (Dunn 1986). Він також проплив уздовж узбережжя Східної Африки аж до Кілви, нижче екватора, підірвавши загальну думку про те, що екваторіальний регіон надто жаркий для проживання людей. Його Rihla (Подорожі) найповніший середньовічний опис багатьох місць, які він відвідав. Він не був вченим, і часами його коментарі щодо рослин і тварин були викликані тим, що здалося йому незвичайним, але він також цікавився важливими їстівними рослинами (Fahd 1996). Однак, він дав систематичного опису дерев, фруктів та злаків Південної Аравії, Індії та Мальдів (Rosenthal 1970).

Занепад арабської науки до традиціоналізму стався приблизно в той самий час, коли ісламська цивілізація перестала розширюватися і замість цього почала скорочуватися під нападами спочатку християн, а пізніше монголів. Відвоювання Андалусії християнами почалося незабаром після розпаду халіфату в 1031 році і тривало до 1492 року (Reilly 1993). Натиск хрестових походів почався в 1096 році і тривав безперервно протягом більше трьох століть (Setton 1969–1989, Riley-Smith 1987). Монголи спустошили Харат у 1222 році та Багдад у 1258 році, але зазнали поразки в Палестині в 1260 році (Donner 1999:58–61). Історики зрозуміло бачать причинно-наслідковий зв'язок між цими вторгненнями та занепадом науки, але історичний соціолог Хафф (1993:202–236) відкидає геополітичні катастрофи та стверджує, що ісламська соціальна структура та інститути були несприятливими для подальшого розвитку науки. Ми часто спостерігаємо що утворення імперського типу починають занепадати і розвалюються після припинення розширення.

## **5.6. Екологічні та природоохоронні ідеї в межах схоластики**

Як би там не було, поки ісламська цивілізація занепадала, мусульмани, євреї та християни співпрацювали в перекладі арабської науки на латинську мову. Це сталося в основному в Толедо, Сицилії та Італії, починаючи після християнського завоювання Толедо в 1085 році (Benoit, Michaud, 1995; Haskins, Levy 1973). Використання та виготовлення паперу також передавались від мусульман до християн приблизно в той самий час і в тих самих місцях (Bloom 2001:204–209). Дослідники арабської мови увібрали грецьку природничу історію та значно доповнили її. Загалом, ця спадщина була надто дифузною, щоб стати основою для екологічної науки. Однак, майбутні досягнення європейської природної історії були значною мірою завдячені цій арабській науковій спадщині.

У середньовічній Європі розвиток дослідницької думки був затиснутий церковними обмеженнями та традиціями. Наукові дослідження були лімітовані поясненнями «Святого Письма» в межах окремих монастирських орденів. Світська дослідницька традиція була практично відсутня. Панівним методологічним підходом до пізнання світу була схоластика – синтез християнської теології та Аристотелевої логіки. Вона сформувалася на межі між 5 і 6 століттям і включала в себе «сім вільних мистецтв», що складаються із «тридоторіжжя» та «чотиридоторіжжя». У «сім вільних мистецтв входила» граматики, риторика, логіка, арифметика, астрономія, музика. Як бачимо, єдиною умовно природничою дисципліною була астрономія. В 12 столітті схоластика стала основою для утворення університетів. Згодом екологічні знання зустрічалися в цих установах в межах курсу філософії та медицини. Середньовічна Західна Європа інвестувала у вищу освіту набагато більше, ніж будь-яка інша цивілізація того часу. У суспільстві виник сильний попит на освічених людей, які мають теологічну, юридичну або медичну освіту. Це створило попит на професорів, які їх навчатимуть. Італійські університети фінансувалися містами. Наприклад, хоча Фрідріх II заснував Неаполітанський університет у 1224 році, як державний університет для навчання державних чиновників, які не були священнослужителями. В інших країнах університети зазвичай фінансувалися церквою, але навіть у цьому випадку всі університети в Західній Європі мали набагато більшу автономію, ніж аналогічні заклади в інших цивілізаціях (Kibre and Siraisi 1978, Huff 1993: 149–201).

Схоластика на той момент повністю перетворилася на християнську релігійну філософію. Вона переважно використовувала вислови різних теологів, щодо певних релігійних положень та текстів. Найбільший вплив на схоластичну традицію здійснили античні філософи Платон і Аристотель. З часом, схоластикою почали називати знання відірвані від життя. Протягом більшої частини 1200-х років точилася жвава дискусія між вченими та священнослужителями щодо того, наскільки доречно було присвятити так багато часу «язичницькому» вченню античних авторів. Прихильники Аристотеля на чолі з Альбертом Великим і його учнем Фоною Аквінським майже перемогли, хоча університети погодилися не обговорювати еретичні питання, наприклад про вічність Всесвіту (Grant 1974:42–52).

**5.6.1. Екологічні ідеї Альберта Великого.** Альберт Великий походив зі знатної родини і народився близько 1200 року в сімейному замку Лауінген. Він виріс у сімейному маєтку в сусідньому Больштедті, і його звали Альберт з Лауінгена або Альберт з Больштедта. Він вивчав вільні мистецтва в Падуанському університеті, в Італії, і всупереч волі своєї родини вступив до домініканського ордену. Він був висвячений у Німеччині та викладав у кількох пріоратах, поки не поїхав до Паризького університету в 1240 або 1241 рр. Він отримав ступінь магістра богослов'я та читав там лекції. У 1248 р., він переїхав викладати до Кельна. Значну частину свого часу з 1253 по 1262 рік він присвятив адміністративним обов'язкам Католицької Церкви, після чого повернувся до викладання, проповідування та писання аж до своєї смерті в 1280 році (Wallace 1970). Домініканці були дуже віддані навчанню, і часто його брати по монастирському ордену просили його пояснити латиною праці Аристотеля. Це завдання стало головною справою його життя, і він, ймовірно, був найпліднішим автором Середньовіччя (Kitchell and Resnick 1999). Він перефразував усього Аристотеля та додав коментарі, засновані на власних спостереженнях та спостереженнях інших.

Однією з найперших робіт Альберта є «*Liber de natura locorum*», присвячена географії. Він розглянув давні аргументи проти можливості існування людей на екваторі, але відкинув їх, оскільки і Птолемей, і Ібн Сіна бачили людей, які жили між тропіком Рака та екватором, і було відомо, що люди живуть на екваторі. Однак він знав, що життя на широті 56 градусів було важким, і тому вірив, що полюси непридатні для життя; вони можуть мати день протягом півроку і ніч протягом півроку (Tilmann 1971). Тварини, такі як ведмеді та леви, які живуть у полярних регіонах, як правило, білі. Альберт знав, що близькість моря змінює клімат суші, що у високих горах може бути вічний сніг, що гори також можуть впливати на клімат, блокуючи вітер, і що западини великої глибини можуть містити шкідливі гази, як і болота та деякі озера. (Tilmann 1971). Він також вважав, що «землі, розташовані серед великих лісів або поблизу лісу, завжди мають задушливе і густе повітря, і там багато туманів і багато вихорів». Проблемою був не лише

ліс у сукупності, а й деякі шкідливі дерева: «горіх, дуб та інші дерева, які або своєю гіркотою отруюють повітря, або своєю висотою обмежують повітря і не пропускають його, щоб втекти й очиститися». (Tilmann 1971).

Він також вважав, що на живі істоти, в тому числі людей, впливають умови місцевості: гори, моря, ліси, болота тощо. «Чоловіки, народжені в скелястих місцях, рівних місцях і холодних сухих місцях, дуже міцні та з міцними кістками, з видимими суглобами. Вони благородної статури, мають вправність і витривалість у війні, мають м'язисті кінцівки, і вони мають дикі звичаї...» З іншого боку, ті, хто живе «на півдні, а не в інших напрямках, живуть бідно через бурхливий, теплий, вологий і шкідливий вітер. Оскільки, їхні пори відкриваються від тепла, вони повинні носити такий одяг, який не дасть вітру проникнути до мозку їхніх кісток. Будинки для них слід будувати з міцним захистом з півдня» (Tilmann, 1971).

Те саме стосується рослин: «Це доказ. Ведмеді в холодних і вологих місцях і кролики в місцях досить вологих, холодних і сухих білі, тоді як в інших кліматах вони мають тенденцію до чорноти, темності або вони золотисто-жовті» (Tilmann 1971). Він написав «*De vegetabilibus libri*» протягом 1250-х років, заснований на «*De plantis*» Миколи Дамаського (перше століття до нашої ери), який, як він припускав, був написаний Аристотелем. Він побачив, що вона не була так добре написана чи організована, як інші праці Аристотеля, але пояснив це відсутністю розуміння чи навичок перекладача (Альфреда з Сарашеля) з арабської на латинську.

«*De vegetabilibus*» має таку організацію: книги I і IV парафразують «*De plantis*» – книги II і V є коментарями Альберта до «*De plantis*»; книга III підсумовує дискусію Ібн Сіні про насіння, фрукти та фруктові соки; книга VI – це опис близько 400 видів рослин, включаючи місця існування та місця; а книга VII присвячена сільському господарству, що базується в основному на «*De agricultura*» Рутілія Тавра Палладія (кінець 300-х років нашої ери). Книга VII є «найкращою загальною працею про сільське господарство з часів Колумелли і показує, як наукове мислення було схвилювано поточними технічними змінами в сільському господарстві».

Альберт був єдиним середньовічним енциклопедистом, який додав важливі власні спостереження, щоб доповнити те, що він вибрав зі своїх джерел (Paszewski 1968, Stannard 1978, 1980, Reeds 1980, Egerton 1983). Книга VI містить більшість його особистих спостережень і є книгою, яка найбільше перекладена сучасними мовами (Альберт Великий, 1992). Ці спостереження були, як помилковими, так і вірними з позиції сучасної науки. Він вірив, що пшениця та жито змінюють один вид на інший залежно від ґрунту, в якому висаджено насіння (Sprague 1933:432). Його розповідь про дуби включає спостереження та припущення щодо дубових галлів (Grant 1974:700): «На листі дуба часто ростуть певні круглі кулькоподібні об'єкти, звані галами, які, залишаючись на дереві деякий час, виробляють у собі маленького черв'яка. розмножується псуванням листка. Якщо черв'як точно досягає середини жовчного яблука, то пророки погоди віщують, що майбутня зима буде важчою; якщо ж біля краю жовчі, то віщують, що зима буде м'якою». «*De vegetabilibus*» Альберта була найважливішою ботанічною працею Середньовіччя (Thorndike 1923:538–539), але вона не зрівняється з ботанічними трактатами Теофраста (бл. 371–бл. 287 до н. е.), яких він ніколи не бачив.

«*De animalibus libri*» XXVI Альберта була його найбільш масштабною та найвпливовішою працею, ймовірно, розпочатою між 1256 і 1260 роками. Вона складається з трьох частин: книги I–XIX перефразовують і пояснюють зоологічні праці Аристотеля. Її частини XXII–XXVI є бестіарієм, «заснованим на *De natura rerum* його колишнього учня Фоми Кантімпре».

Те, як Альберт використав роботу Томаса, заслуговує на більше, ніж побіжне згадування. Томас (1201–1270/1272) також був аристократичного походження, народився в Льюїсі, поблизу Брюсселя. Він навчався в Льежі, 1206–1216, а потім вступив до августинського абатства в Кантімпре. У 1232 році Фома перейшов до домініканського ордену і пішов навчатися під керівництвом Альберта в Кельні, 1233–1237. Далі він навчався в Паризькому університеті, 1237–1240. Перебуваючи в Парижі, він закінчив свою енциклопедію «*De naturis rerum*» — першу енциклопедію всіх природних явищ латинською мовою з часів «*Naturalis historia*» Плінія (бл. 23–79 pp. н. е.) (Leu 1968:92). Томас не був вченим, як Альберт, а скоріше вчителем, який збирав науково-популярну інформацію для проповідників, щоб використовувати її для релігійних

аргументів у своїх проповідях (Friedman 1974:107–110, Kibre 1976). Тим не менш, Альберт запозичив без визнання більшу частину бестіарію цієї праці (Тома з Кантімпре 1973:101–311) для своїх власних книг XXII–XXVI. Альбертус описує чотириста сімдесят шість конкретних істот. Для чотирьохсот із них (понад п'ять шостих від загальної кількості) Фома є головним джерелом. У трьохстах сімдесяти чотирьох з цих описів (майже чотири п'ятих від загальної кількості) немає додаткового матеріалу або не більше ніж кілька речень на розділ. Оскільки, Альберт посилався як на давні, так і на арабські джерела, але не на його сучасне латинське джерело, важко уникнути висновку, що він навмисно списав у свого колишнього учня. Вплив «*De animalibus*» Альберта виправдовує серйозне ставлення до цієї складної роботи. Далі після використання праць Аристотеля та Фоми третім за значенням джерелом для Альберта, здається, був «*De animalibus*» Ібн Сіні, який, як і зоологія Аристотеля, був перекладений з арабської на латинську. Його перекладачі (Kitchell and Resnick, 1999) підкреслюють скептицизм Альберта щодо багатьох казкових повідомлень у науковій літературі, його наполягання на природних, а не надприродних поясненнях, а також численні спостереження з перших рук, про які він повідомив (Kitchell and Resnick, 1999: 36).

Книги I–IV присвячені анатомії та фізіології тварин і людей, які лише опосередковано пов'язані з екологічними науками. Однак, методологічно цікаво прослідкувати його спробу визначити, правий Аристотель, кажучи, що вени та артерії виникають у серці, або Гален має рацію, кажучи, що вени виникають у печінці, а артерії — у серці. Ймовірно, відповідь мала важливі наслідки для фізіології. Щоб вирішити проблему, Альберт не лише обговорив аргументи обох чоловіків, він також навів аргументи Ібн Сіні та Ібн Рушда. Альберт вважав, що тоді він зможе дійти висновку «за допомогою розуму та надійних досвідчених знань, які заслуговують на довіру» (Tilmann, 1971). Він дійшов висновку, що Аристотель був правий, але зробив це, використовуючи Аристотелеву логіку. Якщо він засновував будь-які свої аргументи на власних спостереженнях, то він не сказав про це, і «тверде досвідчене знання», на яке він посилався, очевидно, було отримано Ібн Сіною та Ібн Рушдом. У книгах V–VI, присвячених розмноженню тварин та в книгах IX–X, присвячених розмноженню людини, він прийняв ідею Аристотеля про те, що деякі тварини створені з мулу, гниття (Tilmann 1971), слизу або піску, і «вони відрізняються тією мірою, якою відрізняються слиз або пісок, з яких вони створені» (Tilmann 1971). Однак, після огляду розмноження океанічних безхребетних тварин, він визнає, що «неможливо добре знати відмінності в поколінні всіх цих тварин, оскільки експерти навряд чи можуть спостерігати час зачаття, відкладання яєць і поява дитинчат цих тварин» (Tilmann, 1971). Він згадує той факт, що різні види птахів відкладають різну кількість яєць, не замислюючись, чому. Щодо орлів, однак, він повідомив, що вони відкладають три яйця, але вирощують лише двох пташенят, і пропонує пояснення: «Деякі кажуть, що причина цього в тому, що він настільки ослаблений висиджуванням яєць, що не може полювати на достатньо пташенят інших птахів і ледве здатний піклуватися про двох з них» (Tilmann 1971).

У книзі VIII «Про звички тварин» Альберт додав свої спостереження до Аристотелевої дискусії про яструбів і орлів (Tilmann 1971): «З усіх родів орлів і соколів найкращим і найлютішим є той, який походить із півночі, регіон Швеції та Латвії, широта якого перевищує п'ятдесят градусів від екватора. Це люті птахи, і вони радше їдять рибу, ніж м'ясо. Таким чином, ті, які були привезені з цієї землі до нашої землі, безсумнівно, ловлять птахів, але вони їдять крабів охочіше, ніж будь-яку іншу їжу. Сокольніки в нашій землі вважають, що вони кращі й благородніші за будь-які інші, і вони дуже великі. Один справжній експерт сказав мені, що навіть у тій країні орли харчуються здебільшого рибою, і тому вугри та риба водяться в їхніх гніздах і поблизу них.

Розповіді Альберта про яструбів і соколине полювання були ретельно вивчені, включаючи його джерела. Ми знаємо, що він запозичив у Хоми Кантімпре, але чи мав він також доступ до «*De arte venandi cum avibus* Фредеріка II». Мабуть, ні: «здається більш імовірним, що Альберт передавав інформацію, передану йому в усній формі сокольніками Фредеріка» (Oggins 1980). Незалежно від його джерел, дискусія Альберта загалом виглядає добре поінформованою. Однак, він також включає елементи фольклору: «Є в нашій землі також невеликий рід орлів, який називається орел-рибалка (скопа). Він полює лише на рибу і має одну перетинчасту ногу для

плавання, як у гусака, тоді як інша нога має гачкуваті кігті для хапання, як у орла» (Tilmann 1971). Альберт багато подорожував Європою і цей досвід, можливо, підвищив його інтерес до міграції та також додав його знання про це. Він знав, що спека чи холод, які є здоровими для одних видів, можуть бути шкідливими для інших. Він вважав, що міграція була зумовлена або спекою (навесні), або холодом (восени), хоча він знав різні способи, якими тварини реагують на зміни клімату (Tilmann 1971): «З тих тварин, які відходять, деякі ходили на височини, шукаючи в них помірного холоду. Проте інші йдуть у теплі місця, схожі на печери, шукаючи там тепла. Вони ховаються в одних і тих же місцях — у дуплах дерев, під опущеним листям або в справжніх печерах — у пошуках тепла. Деякі не змінюють місця. У наших краях журавлі постійно присутні і взимку, і влітку. І все-таки наше місце проживання дуже холодне, воно знаходиться майже на 47 градусах широти від екватора. Гуси розмножувалися в Склавії у «вологих, піщаних, болотистих місцях», але на початку зими вони «повертаються на нашу землю», яка, за його словами, була на широті 47°, шукаючи «їжі та більш помірного повітря». Вони летять на південь за вітрами з півночі тисячними зграями. Риби або мігрують, або шукають нори для зимівлі. «Деякі риби взимку виходять із морських глибин і наближаються до краю суші в пошуках тепла. Інші роблять навпаки і тікають з берега на глибину моря, рятуючись від берегової спеки» (Tilmann 1971). Альберт, також, стверджував, що коли тварини мігрують із теплого місця в холодне, вони жиріють, але коли повертаються, то худнуть «через розчинення жиру та споживання тепла» (Tilmann 1971).

Альберт знаходиться під впливом деяких повідомлень про відмінності між статями, які були фольклорними гендерними упередженнями. Він повідомив, що самок легше дресировати, ніж самців, і це особливо вірно серед собак (Tilmann, 1971). Серед чотириногих самки слабші за самців, але у хижих птахів самки є більшою і сильною статтю. Самка ведмедя «має сміливість завдяки поганим звичкам, які супроводжують її стать» (Tilmann, 1971). Самки майже всіх видів «жорстокіші за самців у той час, коли вони мають дитинча». Що стосується людей, то він цитував Ібн Сіну про те, що жінки «дурніші, коли справа доходить до чесних і добрих речей, а також до управління» (Tilmann, 1971). Імовірно, він писав лише для читачів-чоловіків, тому що підтверджувати це твердження доказами не здавалося потрібним. Переходячи до спарювання, він повідомив, що голуби залишаються вірними один одному після спарювання, але Ібн Сіна бачив, як двоє самців б'ються за самку, яка погоджується на переможця, але коли переможений знову повертається до бою і цього разу перемагає, самка погоджується замість нього. Після копуляції «самка йде за самцем і слухається його. Однак коли самка не заходить у гніздо швидко, самець б'є її своїми крилами» (Tilmann, 1971). Однак навіть у сексуальних питаннях Альберт міг вірити в обмеження. Він міг повірити, що самка горлиці залишалася вірною своєму партнеру за його життя, але не після: «Деякі кажуть, що навіть після смерті цього чоловіка вона не бере іншого чоловіка, але це ні ймовірно, ні перевірено на досвіді» (Tilmann 1971).

Альберт – це видатний енциклопедист Середньовіччя. «De natura locorum» було вперше надруковано в 1514 році, «De vegetabilibus» — у 1517 році, а «De animalibus» — у 1478 році. Були й інші енциклопедисти, чий праці читали так само або навіть більше, ніж його. У найкращому випадку всі їхні енциклопедії поєднували факти та фольклор, і Альберт мав найбільше інформації з перших рук. Не було простого переходу до все більшої й більшої точності від одного до іншого. Як ісламська цивілізація, так середньовічна Європа зазнала катастрофи та занепаду; Чорна смерть вразила в 1347 році і тривала кілька століть. Загалом, вважається, що це була бубонна чума, хоча останні дослідження припускають, що початкова епідемія могла не обмежуватися лише одним типом інфекції (Cantor, 2001). Однак, на відміну від ісламської цивілізації, Європа відновилася століттям пізніше, сильнішою, ніж будь-коли. Розвиток університетів і винахід Гутенбергом друкарського верстата були важливими чинниками цього відновлення.

## **5.7. Екологічні та природоохоронні ідеї в середньовічних псевдонауках**

Здобутки арабської науки, потрапляючи в середньовічну Європу, викривлялися через віддзеркалення релігійних упереджень та фольклору. Це призвело до того, що вони сформували кілька псевдонаукових течій, які не лише збереглися до нашого часу, а й розцвіли буйним цвітом в

часи масового доступу до Інтернету. Це, насамперед, алхімія, нумерологія та астрологія. Певною мірою в межах цих псевдонаук, здійснювалися спроби пояснити зв'язки між живими істотами та навколишнім середовищем.

Джерелом впливу навколишнього середовища, яке серйозно сприймалося багатьма, хоча й не всіма, арабомовними вченими, були небесні тіла; астрологія широко вивчалася та обговорювалася в багатьох працях (Lemaу 1997). Наприклад, Аль-Біруні також писав про астрономію та астрологію.

Астрологія визнається псевдонаукою ще із 18 століття. Незважаючи формальне засудження зі сторони християнської церкви, вона була дуже поширеною в середньовічній Європі. Навіть при дворах кардиналів чи самого Папи Римського. Наприклад, Лука Гауріко, водночас був астрономом, астрологом, математиком і священником. Він надавав послуги астролога знаменитій родині Медичі, а після передбачення папства Алессандро Фарнезе (папа Павло III) став ще й ватиканським астрологом. Він став автором найпопулярнішого збірника гороскопів «Tractatus astrologicus». В 1506 він склав гороскоп правителю Болоньї Беніволіо, порадивши примиритися з папою Юлієм II. Беніволіо, почувши прогноз, розлютився і піддав астролога чотириразовим тортурам і ув'язненню. Однак, це пророцтво Гауріко незабаром виповнилося. Успішність астролога залежала від факторів: розмитості передбачення, харизматичності провісника, його аналітичних здібностей та інтуїції, «вірусності» рідкісних успішних передбачень. Чудово орієнтуючись в італійській політиці та маючи чудову інтуїцію, Лука Гауріко мав декілька успішних передбачень про які усі говорили і велику кількість неточних або розмитих передбачень про які усі забули. Наприклад, усі говорять про передбачення, що Джованні Медичі, що він стане главою католицької церкви (папа Лев X), Алессандро Фернезе про отримання сану папи Римського (папа Павло III), передбачив юній Катерині Медичі, що вона стане королевою Франції, а її чоловікові Генріхові II смерть на турнірі від поразки ока. Тут ще спостерігається і «ефект Піфії» (із фільму Матриця, частина 1) – вплив провісника на власні передбачення. Адже, будучи одночасно і радником-астрологом Ветикану та родини Медичі, він мав вплив на рішення, які приймалися в цих двох спільнотах.

Астрологія претендує на розпізнавання інформації про людські справи та земні події шляхом вивчення видимих положень небесних об'єктів. Це досить давня практика відома ще з 2 тисячоліття до н.е. Ці практики виникли в календарних системах, які використовувалися для прогнозування сезонних змін і тлумачення небесних циклів як знаків божественного спілкування. Більшість, якщо не всі, культури надавали значення тому, що вони спостерігали на небі, а деякі, такі як індісти, китайці та майя, розробили складні системи для передбачення земних подій на основі небесних спостережень. Середньовічна Європейська астрологія жорстко пов'язана із арабськими роботами, однак сучасні представники цього роду занять намагаються відобразити свій зв'язок із давніми Месопотамськими практиками. Однак, слід визнати що існував досить тривалий культурний розрив між часами бронзового віку та Середньовіччям. Лише Єгипетські твори частково впливали на Античний світ, а самі араби познайомили із ним Європу. Тобто усі знання проходили через четверті руки. Месопотамська ж традиція була повністю втрачена.

Астрологія набула широкої популярності арабських вчених після руйнування Александрії арабами в 7 столітті та заснування імперії Аббасидів у 8 столітті. Другий аббасидський халіф, Аль-Мансур (754–775), заснував місто Багдад, щоб діяти як центр навчання, і включив до його проекту бібліотечний центр перекладу, відомий як Байт аль-Хікма «Будинок мудрості», який продовжував отримав розвиток від своїх спадкоємців і став головним поштовхом для арабо-перських перекладів елліністичних астрологічних текстів. Серед ранніх перекладачів були Машалла, який допоміг визначити час для заснування Багдада та Сахл ібн Бішр (він же Заель), чий тексти безпосередньо вплинули на пізніших європейських астрологів, таких як Гвідо Бонатті в 13 столітті, і Вільям Ліллі в 17 столітті. Знання арабських текстів почали імпортуватися в Європу під час латинських перекладів 12 століття.

У сьомому столітті Ісидор Севільський у своїй «Etymologiae sive Origines libri XX» стверджував, що астрономія описує рух небес, тоді як астрологія складається з двох частин: одна є науковою, описує рух сонця, місяця та зірок, а інша робить передбачення пов'язаних із ними

подій. Першою астрологічною книгою, опублікованою в Європі, була *Liber Planetis et Mundi Climatibus* («Книга планет і регіонів світу»), яка вийшла в світ між 1010 і 1027 роками нашої ери. Можливо, її автором був Герберт з Орійяка. На той час Тетрабіблос Птолемея із другого століття нашої ери вже був перекладений на латину Платоном з Тіволі в 1138 році. Домініканський богослов Фома Аквінський слідом за Аристотелем припустив, що зірки керують недосконалим «підмісячним» тілом, намагаючись примирити астрологію з християнством, заявивши, що так Бог керує душею. Кажуть, що математик тринадцятого сторіччя Кампанус із Новари винайшов систему астрологічних будинків, яка ділить первісну вертикаль на «будинки» з рівними 30° дугами, хоча ця система використовувалася раніше на Сході. Астроном тринадцятого століття Гвідо Бонатті написав підручник *Liber Astronomicus*, примірник якого наприкінці п'ятнадцятого століття належав королю Англії Генріху VII.

У «Парадізо», заключній частині «Божественної комедії», італійський поет Данте Аліг'єрі згадував «у незліченних подробицях» астрологічні впливи планет, хоча він адаптував традиційну астрологію відповідно до своєї християнської точки зору, наприклад, використовуючи астрологічне мислення в його пророцтвах про реформу християнського світу.

Астрологія піддавалася критиці ще із 15 століття. Джон Гауер у чотирнадцятому столітті визначив астрологію як обмежену, по суті, прогнозуванням. Вплив зірок, у свою чергу, було розділено на природну астрологію, наприклад, з впливом на припливи та ріст рослин, і судову астрологію, з нібито передбачуваним впливом на людей. Проте скептик чотирнадцятого століття Ніколь Оресме включив астрономію як частину астрології у свою «*Livre de divinations*». Оресме стверджував, що сучасні підходи до передбачення таких подій, як чума, війни та погода, є невідповідними, але таке передбачення є дійсним полем дослідження. Однак, він заперечував використання астрології для вибору часу дій (так звані допити та вибори) як абсолютно хибне, і відкидав визначення людських дій зірками на підставі вільної волі. Монах Лоренс Пінйон (бл. 1368–1449) так само відкидав усі форми віщування та детермінізму, у тому числі за допомогою зірок, у своїй праці 1411 «*Contre les Devineurs*». Це суперечило традиції арабського астронома Альбумасара (787-886), чий «*Introductorium in Astronomiam*» «*De Magnis Coniunctionibus*» стверджували, що як окремі дії, так і масштабна історія визначаються зірками. Наприкінці, 15-го століття Джованні Піко делла Мірандола рішуче атакував астрологію в «*Disputationes contra Astrologos*», стверджуючи, що небеса не викликають і не передвіщають земні події. Його сучасник, П'єтро Помпонацці, «раціоналістичний і критичний мислитель», був набагато оптимальнішим щодо астрології та критично ставився до нападу Піко.

У межах наукової екології у XX столітті розвивався розділ, в якому вивчався вплив циклічних космічних явищ на життя – біоритмологія. Однак, ця наука не виникла із астроекології еволюційним шляхом. Вона виникла самостійно на початку XX століття та існує поза астрологічною практикою.

Астрологія не була єдиною, яка перенеслася із давніх часів в християнське європейське Середньовіччя та збереглася до наших днів. Таємниця живучості псевдонауки в еволюції людської свідомості. Наш мозок, яким би він нам досконалим не видавався, не може нормально працювати в поза межами уявлень про детермінований світ. Ми хочемо не лише вірити в те, що певні причини ведуть до однозначно визначеним наслідкам. Ми хочемо, щоб моделі, які формує наш мозок, були такими ж реальними, як і об'єкти світу навколо нас. Це створює ілюзію контролю. Адже, маніпулювати образами, словесними формулами чи іншими абстракціями досить просто. Потрібно лише повірити, що спостерігаючи за ними чи маніпулюючи ними, можна перебачити чи й змінити майбутнє. Це основа магічного мислення, в якому уявний образ чи символ вважається рівним реальному. Доброю ілюстрацією цій закономірності є нумерологія.

Перші писемні згадки про неї зустрічаються в Ассирії VIII століття до нашої ери. Це був надпис зроблений на замовлення Саргона II. Цей надпис мав такий текст: «Цар побудував стіну Хорсабада 16 283 ліктів завдовжки, щоб відповідати числовому значенню свого імені». Нумерологія зустрічається в усіх культурах Бронзової доби та античності по всьому світу. Від мая, ацтеків та інків в Месоамериці й до Стародавнього Китаю на Далекому Сході, Індії на півдні, та Середземномор'я, скрізь використовується нумерологія. Найбільш відомим прихильником

нумерології в античному світі був математик і філософ Піфагор. Він вірив у те, що числа містять священні коди світобудови та створені божественними силами.

З початком домінування в Європі християнства виник конфлікт між його традицією і нумерологією. Адже, ще в апостольські часи було продемонстровано відмову від гадання і магії. Однак, самі християнські тексти, навіть жорстко відфільтровані Першим Нікійським собором, були перенасичені нумерологічними концептами. Особливо багата на них книга «Одкровення Іоанна Богослова» відома як «Апокаліпсис». Наприклад, число звіра 666 стало символом багатства. Іоанн запозичив його в Старому заповіті. Там цим числом позначається дохід найбагатшого із ізраїльських царів Соломона – 666 таланів золота (біля 23 тон). Таким чином, християнство мало очиститись від екотеричних практик і діяти в межах удосконалення віри та розвитку християнських чеснот, але прості віряни та більшість священників природно не могли змінити свою природну схильність до магічного мислення. Саме тому у 325 році такий відступ від переконань державної церкви було класифіковано, як цивільні порушення в Римській імперії. Тут називають нумерологію ізопсефією. Вона увесь час залишалася в ужитку серед консервативних грецьких православних кіл. В межах західного християнства теж спостерігалось поглиблення нумерологічної традиції в офіційних текстах та неофіційній практиці.

Із нумерологією тісно пов'язана алхімія. Наприклад, персько-арабський алхімік Джабір ібн Хайян описав свої експерименти на базі складної нумерології, заснованій на назвах речовин арабською мовою. Арабська алхімія поєднувала в собі дослідницьку і виробничу практику із езоторикою. Незважаючи на це вона здійснила велике число спонтанних, побічних для містиків відкриттів та розробила досить цікаві методології.

Слово алхімія походить від давньофранцузького *alquemie*, *alkimie*, що використовувалося в середньовічній латині як *alchymia*. Сама ця назва походить від арабського слова *al-kīmiyā* (الكيمياء). Арабське *al-kīmiyā*, у свою чергу, було запозиченням пізньогрецького терміну *khēmeia* (χημεία), який також пишеться *khumeia* (χυμεία) і *khēmía* (χημία), але є арабським означальним артиклем аналогічним англійському «the». Їй давали таке визначення: «процес трансмутації, за допомогою якого відбувається злиття або возз'єднання з божественною або первісною формою». За словами єгиптолога Уолліса Баджа, арабське слово *al-kīmiya* насправді означає «єгипетська наука». Це запозичення від коптського слова «Єгипет», *kēme* (або його еквівалента в середньовічному бохайському діалекті коптської мови, *khēme*). Це коптське слово походить від демотичного *kmī*, а саме від давньоєгипетського *kmt*. Давньоєгипетське слово стосувалося як країни, так і кольору «чорний» (Єгипет був «чорною землею», на відміну від «червоної землі», навколишньої пустелі). Тому ця етимологія також може пояснити прізвисько «єгипетської чорної магії».

Алхімія включає в себе кілька філософських традицій, що охоплюють близько чотирьох тисячоліть і три континенти. Загальна схильність цих традицій до загадкової та символічної мови ускладнює відстеження їхніх взаємних впливів та «генетичних» зв'язків. Можна виділити принаймні три основні напрями, які здаються здебільшого незалежними, принаймні на своїх ранніх стадіях: китайська алхімія з центром у Китаї; індійська алхімія, зосереджена на півострові Індостан; і західна алхімія, яка відбувалася навколо Середземномор'я. Центр останньої протягом тисячоліть переміщався з греко-римського Єгипту до ісламського світу і, нарешті, до середньовічної Європи. Західна алхімія розробила свою філософську систему здебільшого незалежно від різних західних релігій, але зазнала їхнього впливу. Досі залишається відкритим питання, чи мають ці три напрями спільне походження, чи якою мірою вони впливають одна на одну.

Після падіння Римської імперії фокус алхімічного розвитку перемістився в ісламський світ. Про ісламську алхімію відомо набагато більше, тому що вона була краще задокументована: справді, більшість ранніх писань, які дійшли до нас протягом багатьох років, збереглися як арабські переклади. Ранній ісламський світ був плавильним котлом для алхімії. Платонівська та Аристотелева думка, яка вже була певною мірою присвоєна герметичній науці, продовжувала засвоюватися протягом кінця 7-го та початку 8-го століть через сирійські переклади. Наприкінці, дев'ятого та на початку десятого століть арабські праці, які приписуються Джабіру ібн Хайяну



(латинізовано як «Гебер» або «Геберус»), представили новий підхід до алхімії. Попередні праці зібрані візантійськими вченими з десятого століття являють собою скупчення неузгоджених фрагментів, що сягають усіх часів з третього століття до кінця середньовіччя. Інакше йде справа з алхімією Джабіра. Вона має відносно чіткий опис процесів і алхімічного апарату а також методичну класифікацію речовин, які відзначають експериментальний дух, який надзвичайно далекий від дивної та дивної езотерики грецьких текстів. Теорія, на якій Джабір обґрунтовує свої операції, є однозначною та вражаючою єдністю. У нього більше, ніж в інших арабських авторів, можна помітити баланс між теоретичним навчанням і практичним навчанням. В жодному із грецьких текстів не знайти таку ж систематичну працю, як його «Книга Сімдесяти».

Кінцевою метою Джабіра був Таквін, штучне створення життя в алхімічній лабораторії, аж до людського життя включно. Він проаналізував кожен елемент Аристотеля з точки зору чотирьох основних якостей: гарячості, холоду, сухості та вологості. За словами Джабіра, у кожному металі дві з цих якостей були внутрішніми, а дві — зовнішніми. Наприклад, свинець зовні був холодним і сухим, а золото було гарячим і вологим. Таким чином, за теоретикою Джабіра, шляхом перегрупування якостей одного металу вийде інший метал. Такими міркуваннями пошуки філософського каменю були введені в західну алхімію. Джабір розробив детальну нумерологію, згідно з якою літери кореня назви речовини в арабській мові, піддані різноманітним трансформаціям, відповідали фізичним властивостям елемента.

Система елементів, яка використовувалася в середньовічній алхімії, також походить від Джабіра. Його оригінальна система складалася включала п'ять класичних елементів (ефір, повітря, землю, вогонь і воду), двох хімічних елементів, що представляють метали: сірки, «каміння, що горить», що характеризує принцип горючості і ртуть, яка містила ідеалізований принцип металевих властивостей. Незабаром після цього це еволюціонувало у вісім елементів, з арабською концепцією трьох металевих принципів: сірка, що дає займистість або горіння, ртуть дає летючість і стабільність, а сіль надає міцності. Також в його роботах описується атомна теорія корпускуляризму, згідно з якою всі фізичні тіла мають внутрішній і зовнішній шар дрібних частинок або корпускул. Починаючи з 14 століття багато матеріалів і практик, які спочатку належали до індійської алхімії (Расаяни), були асимільовані в перських текстах, написаних арабськими вченими.

З 9-го по 14-е століття алхімічні теорії стикалися з критикою з боку різних арабських хіміків-практиків, включаючи Алкінда, Абу аль-Райхана аль-Біруні, Авіценни та Ібн Халдуна. Зокрема, вони писали спростування ідеї про трансмутацію металів. Тодішні арабські хіміки навчилися синтезувати багато різноманітних речовин та здійснювати численні перетворення, а також винайшли багато хімічних пристроїв і технологій.

Офіційну презентацію алхімії в Середньовічній Європі можна датувати 11 лютого 1144 року, коли Роберт Честерський переклав *Liber depositione alchemiae* («Книга композиції алхімії») з арабської праці, яку приписують Халіду ібн Язиду. Європейські ремісники ще раніше запозичили технології описані в цьому творі, але Роберт Честерський заявляє що він публікує їх першим. Його переклад запустив моду на подібні роботи. Одним із найбільших таких центрів стало місто Толедо. Тут працювали Жерар з Кремони та Аделард з Бата. За їхньої участі та під їхнім впливом було перекладено «*Turba Philosophorum*», а також праці Авіценни та Мухаммеда ібн Закарії ар-Разі. Вони принесли з собою багато нових слів до європейського словника, для яких не було попереднього латинського еквівалента. Прикладами є алкоголь, карбой, еліксир і атанор.

Тим часом, християнські богослови зробили кроки до примирення віри та експериментального раціоналізму, тим самим підготувавши Європу до напливу алхімічної думки. Святий Ансельм у 11-го століття висунув думку про те, що віра та раціоналізм сумісні, і заохочував раціоналізм у християнському контексті. На початку 12 століття Пітер Абеляр наслідував роботу Ансельма, заклавши основу для прийняття Аристотелевої думки ще до того, як перші праці Аристотеля досягли Заходу. На початку 13 століття Роберт Гроссетест використав методи аналізу Абеляра та додав використання спостережень, експериментів і висновків під час проведення наукових досліджень. Гроссетест також зробив багато роботи, щоб узгодити платонівське й аристотелеве мислення.

Протягом більшої частини 12-го і 13-го століть алхімічні знання в Європі залишалися зосередженими на перекладах. У 13 столітті Альберт Великий і Роджер Бекон були найвідомішими з перекладачів та коментаторів і їхня робота узагальнювала та пояснювала нещодавно імпортовані алхімічні знання в термінах Аристотеля. Відомо, що Альберт Великий, домініканський монах, написав такі праці, як «Книга мінералів», де він спостерігав і коментував операції та теорії алхімічних авторитетів, таких як Гермес і Демокрит, і неназваних алхіміків свого часу. Альберт критично порівнював їх із працями Аристотеля й Авіценни, де вони стосувалися трансмутації металів. Після його смерті, і до 15-го століття йому неправильно приписували більше 28 алхімічних трактатів, що зумовило його репутацію досвідченого алхіміка. Аналогічні алхімічні тексти приписували учню Альберта Фомі Аквінському.

Роджер Бекон, монах-францисканець, який писав на різноманітні теми, включаючи оптику, порівняльну лінгвістику та медицину, склав свою Велику працю (лат. *Opus Majus*) для папи Климента IV як частину проекту перебудови середньовічної університетської навчальної програми, щоб включити нове навчання свого часу. Хоча алхімія була для нього не більш важливою, ніж інші науки, і він не створював алегоричних робіт на цю тему, він вважав її та астрологію важливими частинами натурфілософії і теології. Його внесок розширив зв'язки алхімії з сотеріологією та християнською теологією. Твори Бекона інтегрували мораль, порятунок, алхімію та продовження життя. Його листування з Климентом підкреслювало це, відзначаючи важливість алхімії для папства.

Як і греки до нього, Бекон визнавав поділ алхімії на практичну і теоретичну сфери. Він зазначав, що теорія лежить поза межами Аристотеля, натурфілософів і всіх латинських письменників його часу. Практика підтвердила теоретичне, і Бекон виступив за його використання в природничих науках і медицині. У пізніших європейських легендах та міфах він став архімагом алхімії. Зокрема, разом з Альбертом Великим йому приписували кування мідної голови, здатної відповідати на запитання власника.



Рис. 31. Роджер Бекон

Невдовзі після Бекона з'явилася впливова праця Псевдо-Гебера (іноді його ідентифікують як Павла Тарентського). Його «Сума досконалості» залишалася основним підсумком алхімічної практики та теорії протягом середньовіччя та епохи Відродження. Він був примітний тим, що описував практичні хімічні реакції поряд із сірчано-ртутною теорією, а також надзвичайною

ясністю, з якою вони були описані. До кінця 13 століття алхімія перетворилася на досить структуровану систему вірувань. Адепти вірили в теорії Гермеса про макрокосмос-мікрокосмос, тобто вважали, що процеси, які впливають на мінерали та інші речовини, можуть впливати на організм людини. Наприклад, якщо можна дізнатися секрет очищення золота, можна використовувати техніку для очищення людської душі. Вони вірили в чотири елементи та чотири якості, як описано вище, і вони мали міцну традицію маскувати свої письмові ідеї в лабіринті закодованого жаргону, встановленого пастками, щоб ввести в оману непосвячених. Нарешті, алхіміки практикували своє мистецтво: вони активно експериментували з хімікатами, робили спостереження та теорії про те, як функціонує Всесвіт. Однак, вся їхня філософія оберталася навколо віри в те, що душа людини була розділена всередині неї після гріхопадіння Адама. Очищаючи дві частини людської душі, людина могла возз'єднатися з Богом.

У 14 столітті алхімія стала більш доступною для європейців поза межами латиномовних церковників і вчених. Алхімічний дискурс перейшов від наукових філософських дебатів до відкритих соціальних коментарів про самих алхіміків. Данте, Пірс Плауман і Чосер малювали невтішні картини алхіміків, як злодіїв і брехунів. Едикт папи Іоанна XXII від 1317 року «*Spondent quas non exhibent*» забороняв фальшиві обіцянки трансмутації, зроблені псевдо алхіміками. Звернімо увагу на те, що при цьому не критикувалася сама алхімічна практика. «*Directorium Inquisitorum*» римсько-католицького генерального інквізитора Ніколаса Еймеріха, написаний у 1376 році, пов'язував алхімію з виконанням демонічних ритуалів, які Еймеріх відрізняв від магії, що виконується згідно зі священним писанням. Це, однак, не призвело до будь-яких змін у нагляді інквізиції або судовому переслідуванню алхіміків. У 1403 році король Англії Генріх IV заборонив практику множення металів (хоча можна було купити ліцензію на спробу виготовити золото алхімічним шляхом, і деякі з них були надані Генріхом VI та Едуардом IV). Ця критика та правила зосереджувалися більше навколо псевдоалхімічного шарлатанства, ніж у справжньому вивченні алхімії, яке продовжувалось у все більш християнському тоні. У 14 столітті християнські образи смерті та воскресіння використовувалися в алхімічних текстах Петруса Бонуса, Іоанна з Рупесціси та в роботах, написаних від імені Раймонда Лулла та Арнольда з Вілланови.

Інколи європейське ставлення до алхімії призводило до виникнення гротескних історій. Наприклад, два єзуїтських монахи працювали над пошуком еліксиру молодості. Вони, скориставшись логікою, вирішили таким чином. Оскільки, людина споживаючи вино, відчувається молодшою, то вони подумали про можливість екстрагувати із нього еліксир молодості. Вони використали винайдену арабами реторту і почали нагрівати вино та збирати його конденсовані пари. Потім, як це було прийнято в Середньовіччі, вони випробували отриману речовину на собі. Відчули набагато сильніший «омолоджуючий» ефект і вважали, що знайшли бажаний еліксир. Вона назвали його «дух винограду» або *Spiritus vini*. З часом від цієї назви, в результаті скорочення залишилося тільки «спирт». Однак, ці двоє монахів лише перевідкрили давно відому арабським алхімікам речовину. Арабською вона називається алкоголь *الكحل* (*al-kuhl*, *ال* – артикль і *كحل* *kuhl* – речовина, що утворилася в результаті сублімації).

## 6. ЕКОЛОГІЧНІ ІДЕЇ ЕПОХИ ВІДРОДЖЕННЯ.

Епоха Відродження (Ренесансу) – це період в європейській історії, що позначає перехід від Середньовіччя до Нового часу. Він охоплює 15-16 століття. Філософія Відродження характеризується прагненням відродити і перевершити ідеї та досягнення класичної античності. Це сталося після кризи пізнього середньовіччя і було пов'язане з великими соціальними змінами. Цей процес в різних частинах Європи відбувався не синхронно. Початок періоду – раннє Відродження 15-го століття та італійський Проторенесанс приблизно в 1250-1300 роках значною мірою збігається з пізнім Середньовіччям, яке традиційно датується близько 1250–1500 роками. Саме Середньовіччя було тривалим періодом, наповненим поступовими змінами, як і сучасність; і як перехідний період між обома, Відродження має велику подібність до обох, особливо до пізнього та раннього під періодів.

Інтелектуальною основою Ренесансу була його версія гуманізму, що походить від концепції римської людяності та повторного відкриття класичної грецької філософії, як-от філософії Протагора, який казав, що «людина є мірою всіх речей». Це нове мислення виявилось в мистецтві, архітектурі, політиці, науці та літературі. Оглянувшись на усю історію дослідження відносин людини та оточуючого її світу, ми бачимо в цьому лише продовження типового антропоцентризму. Як в первісних мисливців та збирачів магія давала можливість людині ставати вищою над рівними, тобто бути «мірою всіх речей», так і в антропоморфних божествах неоліту та античності чи богоподібності людини в авраамічних релігіях, в епоху Відродження гуманізм дорівнював антропоцентризму. Каталізаторами ідей Відродження стали географічні відкриття, які зламали сталу картину непорушного знайомого світу і стимулювали економічне зростання та втрату контролю церкви за дослідженнями і поширенням дослідницької інформації. Прискорив поширення ідей кінця 15 століття винахід металевого рухомого шрифту, який зробив книги більш доступними а навчання масовим.

Епоха Відродження почалася у італійській місті державі Флоренції. Цьому сприяли соціальні та громадянські особливості Флоренції того часу: її політична структура, патронаж домінуючої родини Медичі та міграція грецьких вчених разом із їхніми текстами після захоплення Константинополя турками-османами. Після Флоренції великими центрами Відродження стали Венеція, Генуя, Мілан, Рим епохи папства та Неаполь. Звідси Відродження поширилося по всій Європі: у Фландрію, Францію, Великобританію, Ірландію, Іспанію, Португалію, Німеччину, Польщу, Угорщину (з Беатріче Неаполітанською) та в інших місцях.

Гуманісти епохи Відродження, такі як Поджо Браччоліні, шукали в європейських монастирських бібліотеках латинські літературні, історичні та ораторські тексти античності. Додаткові джерела інформації надходили через хвилю грецьких вчених-емігрантів, які привозили дорогоцінні рукописи давньогрецькою мовою, багато з яких були забули на Заході. Саме своєю новою зосередженістю на літературних та історичних текстах дослідники епохи Відродження так помітно відрізнялися від середньовічних учених, які зосереджувалися на вивченні грецьких і арабських творів природничих наук, філософії та математики, а не на культурних текстах.

Під час відновлення неоплатонізму гуманісти Відродження не відкидали християнство. Навпаки, багато найбільших творів Відродження були присвячені йому, і Церква протегувала багатьом творам мистецтва Відродження. Однак, у підході інтелектуалів до релігії відбувся тонкий зсув, який відобразився на багатьох інших сферах культурного життя. Крім того, багато грецьких християнських творів, у тому числі грецький Новий Заповіт, були привезені з Візантії до Західної Європи і вперше з часів пізньої античності залучили західних учених. Ця нова взаємодія з грецькими християнськими творами, і особливо повернення до оригінальної грецької мови Нового Завіту, пропагованого гуманістами Лоренцо Валла та Еразмом, допомогло б прокласти шлях для Реформації.

Джованні Піко делла Мірандола, зробивши важливий внесок в гуманізм італійського Відродження, написав знаменитий текст «De hominis dignitate» («Промова про гідність людини», 1486), який складається з серії тез про філософію, природне мислення, віру та магію, захищені від

будь-яких заперечувати на підставі розуму. Окрім вивчення класичної латини та грецької мови, автори епохи Відродження почали все частіше використовувати народні мови; разом із запровадженням друкарського верстата це дало б багатьом людям доступ до книг, особливо до Біблії. Загалом, Відродження можна розглядати як спробу інтелектуалів вивчити й удосконалити світське й релігійне життя через відродження ідей античності, так і через нові підходи до думки.

Повторне відкриття стародавніх текстів і винайдення друкарського верстата приблизно в 1440 році демократизували навчання та дозволили швидше розповсюджувати дослідницькі ідеї. У перший період італійського Відродження гуманісти віддавали перевагу вивченню гуманітарних наук, а не природничій філософії чи прикладній математиці, а їхнє шанування класичних джерел ще більше закріплювало погляди Аристотеля та Птоломея на Всесвіт.

Наука та мистецтво були переплетені в епоху раннього Відродження, коли художники-ерудити, такі як Леонардо да Вінчі, використовували дослідження людської анатомії та природи для своїх мистецьких робіт. Склалося сприятливе середовище, щоб поставити під сумнів класичну наукову доктрину. Відкриття в 1492 році Нового Світу Христофором Колумбом кинуло виклик класичному світогляду. Виявилося, що роботи Птоломея (з географії) і Галлена (з медицини) не завжди відповідають повсякденним спостереженням. У міру зіткнення Реформації та Контрреформації Північне Відродження продемонструвало вирішальний зсув фокусу від Аристотелевої натурфілософії до хімії та біологічних наук (ботаніки, анатомії та медицини). Деякі розглядають це як «наукову революцію», яка проголошує початок сучасної доби, інші – як прискорення безперервного процесу, що тягнеться від стародавнього світу до наших днів. У цей час значний науковий прогрес був досягнутий Галілео Галілеєм, Тихо Браге та Йоганном Кеплером. Наприклад, в роботі Андреаса Везалія «*De humani corporis fabrica*» (Про роботу людського тіла) розвивається ідея впевненості ролі розтину, спостереження та механістичного погляду на анатомію.

Іншою важливою подією був процес відкриття, науковий метод, який зосереджувався на емпіричних доказах і важливості математики, відкидаючи при цьому велику частину Аристотелевої науки. Серед ранніх і впливових прихильників цих ідей були Коперник, Галілей і Френсіс Бекон. Новий науковий метод зробив великий внесок у галузі астрономії, фізики, біології та анатомії.

Розвиток природничих наук та їхній відхід від чистої схоластики був значною мірою спровокований розширенням дослідженої території в результаті Великих географічних відкриттів. В цей час, з 1450 по 1650 рік, європейці відвідали і здебільшого нанесли карту на всі континенти, за винятком Антарктиди. Цей розвиток зображено на великій карті світу *Nova Totius Terrarum Orbis Tabula*, зробленій голландським картографом Джоаном Блау в 1648 році на честь Вестфальського миру. У 1492 році Христофор Колумб переплив Атлантичний океан з Іспанії, шукаючи прямого шляху до Індії Делійського султанату. Він випадково натрапив на Америку, але вважав, що досяг Ост-Індії. У 1606 році голландський мореплавець Віллем Янсзон відплив із Ост-Індії на кораблі «*Duyfken*» і висадився в Австралії. Він наніс на карту близько 300 км західного узбережжя півострова Кейп-Йорк у Квінсленді. Далі було здійснено більше тридцяти голландських експедицій, які наносили на карту ділянки північного, західного та південного узбережжя. У 1642–1643 роках Абель Тасман обігнув континент, довівши, що він не приєднаний до уявного південного полярного континенту. До 1650 року голландські картографи нанесли на карту більшу частину берегової лінії континенту, яку вони назвали Новою Голландією, за винятком східного узбережжя, яке було нанесено в 1770 році Джеймсом Куком. Південний полярний континент, про який довго мріяли, зрештою побачили в 1820 році. Протягом епохи Відродження він був відомий як *Terra Australis*, або скорочено «Австралія». Однак після того, як ця назва була передана Новій Голландії в дев'ятнадцятому столітті, нова назва «Антарктида» була присвоєна південному полярному континенту.

## 6.1. Наукові ідеї в роботах Миколи Кузанського

Микола Кузанський також відомий як Микола Куесський і Миколай Кузанський – німецький католицький кардинал, філософ, теолог, юрист, математик і астроном. Один із перших німецьких прихильників ренесансного гуманізму. Яскравим доказом цього є його містичні чи духовні твори про «вчене невігластво», а також його участь у боротьбі за владу між Римом і Священною Римською імперією. Будучи папським легатом у Німеччині з 1446 року, він був призначений кардиналом за його заслуги Папою Миколою V. У 1448 році став принцом-єпископом Бріксену, а у 1459 році він став генеральним вікарієм у Папській області.

Найбільш відомим його філософським твором стала «De Docta Ignorantia» («Про вчене невігластво») епістемологічний і метафізичний трактат. Він стверджує, що обмежений людський розум не може повністю пізнати божественний, нескінченний розум. Тим не менш, він вважає, що людський інтелект може усвідомити свої обмеження в пізнанні Бога і таким чином досягти «навченого невігластва». Його теорія демонструє вплив неоплатонізму та негативної теології, і він часто цитує Псевдо-Діонісія Ареопігита. Микола Кузанський був відомий своїми глибоко містичними творами про християнство. Дехто підозрював його в дотриманні пантеїстичних вірувань, але його твори ніколи не звинувачували в еретичності. Він також писав у «De coniecturis» про використання припущень або припущень, щоб піднятися до кращого розуміння істини. Людина може піднятися над простим розумом до бачення інтелекту, але та сама людина може відступити від такого бачення. Теологічно Миколай передбачив наслідки реформаторського вчення про муки пекла.

Більшість математичних ідей Ніколаса можна знайти в його есе, De Docta Ignorantia (Про вчене невігластво), De Visione Dei (Про бачення Бога) і Про припущення. Він також писав про квадратуру кола. Математика відіграє ключову роль для Кузанського в орієнтації людського розуму на Бога. Математичні фігури надають розуму засіб для розгляду того, як фігури можуть бути деформовані та трансформовані, і таким чином готують розум до досягнення «збігу протилежностей» в «Абсолютно максимальному Істоті».

Астрономічні погляди кардинала розсіяні по його філософським трактатам. Вони свідчать про повну незалежність від традиційних доктрин, хоча базуються на символіці чисел, на комбінаціях букв і на абстрактних спекуляціях, а не на спостереженнях. Він писав: Земля є зіркою, як і інші зірки, вона не є центром Всесвіту, вона не перебуває в спокої, і її полюси не є нерухомими, небесні тіла не є строго сферичними, а їхні орбіти не є круговими, різниця між теорією і видимістю пояснюється відносним рухом. Якби Коперник знав про ці твердження, він, ймовірно, був би спонуканий ними опублікувати свою власну монументальну працю. Як і Ніколь Оресм, Ніколас також писав про можливість множинності світів.

У медицині він ввів удосконалення, яке в зміненому вигляді продовжує використовуватися донині. Цим удосконаленням був підрахунок пульсу, який до його часу відчувався та обговорювався багатьма способами, але ніколи не підраховувався. Микола Кузанський запропонував порівнювати частоту пульсу шляхом зважування кількості води, що витікає з водяного годинника, коли пульс відбивається сто разів. Виробництво годинників із секундними стрілками згодом дало нам простіший метод підрахунку, але заслуга впровадження цього корисного виду спостереження в клінічну медицину належить Миколі Кузанському.

У 1460 р. Микола Кузанський склав рукописну мапу Середньої Європи Її оригінал не зберігся але лишилися численні копії. Була навіть зроблена на її основі гравюра із міді в Ейхштедте у 1491 року. Вона стала першою мапою Німеччини та решти Європи від південного узбережжя Скандинавії до Середземного моря і від Нідерландів до Балтії і Чорного моря. На карті зустрічається назва Червона Русь, яка охоплює південний захід України, та середню течію Південного Бугу. Їй присвячені написи Rvssia (Русь) та Поділля (Podolia). А ще тут є Біла Русь віднесена до Новгороду. Також на карті позначено Київ. Литва на ній позначена двічі – як Литовські землі або Велике Князівство Литовське (сучасна Білорусь) та власне Литва.

## 6.2. Наукові ідеї в роботах Ніколи Коперника

Микола Коперник (Mikołaj Kopernik) – католицький канонік, ерудит, активний математик, астроном. Він сформулював модель Всесвіту, в центрі якої знаходилося Сонце, а не Земля, як вважалося раніше. Цілком імовірно, Коперник розробив свою модель незалежно від Аристарха Самоського, давньогрецького астронома, який сформулював таку модель приблизно вісімнадцять століть тому. Ця ідея була опублікована Коперника в його книзі «De revolutionibus orbium coelestium» перед його смертю в 1543 році. Вона стала важливою подією в історії науки, та поклала початок Революції Коперника і стала одним із детонаторів Наукової революції.

Коперник жив у Королівській Пруссії, яка була частиною Королівства Польського. Він отримав ступінь доктора канонічного права, а також був математиком, астрономом, лікарем, вченим-класиком, перекладачем, губернатором, дипломатом і економістом. З 1497 р. був каноніком вармінської кафедральної капітули. У 1517 році він розробив кількісну теорію грошей – ключову концепцію в економіці, а в 1519 році він сформулював економічний принцип, який пізніше отримав назву закону Грешема.

Біля 1514 року Коперник надав друзям свій «Commentariolus» («Маленький коментар»), рукопис, що описував його ідеї щодо геліоцентричної гіпотези. Він містив сім основних припущень, які стали основою його геліоцентризму. Після цього він продовжив збір даних для більш детальної роботи. Приблизно в 1532 році Коперник в завершив роботу над рукописом «De revolutionibus orbium coelestium». Незважаючи на заклики своїх найближчих друзів, він опирався відкритому опублікуванню своїх поглядів, не бажаючи, як він зізнався, ризикувати презирством, «якому він піддав би себе через новизну та незрозумілість своїх тез».

У 1533 році Йоганн Альбрехт Відманштеттер прочитав у Римі серію лекцій, викладаючи теорію Коперника. Папа Климент VII і кілька католицьких кардиналів слухали лекції і зацікавилися теорією. 1 листопада 1536 року кардинал Ніколаус фон Шенберг, архієпископ Капуї, написав Копернику з Риму. У його листі йшлося про таке: «Кілька років тому до мене дійшла звістка про вашу майстерність, про яку всі постійно говорили. У той час я почав дуже поважати вас... Бо я дізнався, що ви не тільки надзвичайно добре засвоїли відкриття стародавніх астрономів, але й сформулювали нову космологію. У ньому ви стверджуєте, що земля рухається, що Сонце займає найнижче, а отже, центральне місце у Всесвіті... Тому я з усією серйозністю благаю вас, найвченіший пане, якщо я не створю вам незручностей, повідомити про це ваше відкриття вченим і якнайшвидше можливий момент, щоб надіслати мені ваші твори про сферу всесвіту разом із таблицями та всім іншим, що у вас є, що має відношення до цієї теми...». На той час роботи Коперника наближалися до остаточної форми, і чутки про його теорію дійшли до освічених людей усієї Європи. Незважаючи на заклики з багатьох сторін, Коперник відклав публікацію своєї книги, можливо, через страх критики — страх делікатно виражений у наступній присвяті його шедевру Папі Павлу III.

Коперник все ще працював над *De revolutionibus orbium coelestium*, коли в 1539 році Георг Йоахім Ретікус, математик Віттенберга, прибув до Фромборка. Філіп Меланхтон, близький теологічний соратник Мартіна Лютера, домовився, щоб Ретік відвідав кількох астрономів і навчався у них. Ретік став учнем Коперника, пробув у нього два роки і написав книгу «Narratio prima» (Перша розповідь), в якій виклав суть теорії Коперника. У 1542 році Ретікус опублікував трактат Коперника з тригонометрії. Під сильним тиском Ретика та побачивши прихильне загальне сприйняття його праці, Коперник нарешті погодився передати «De revolutionibus» своєму близькому другу, Тідеманну Гізе, єпископу Хелмно (Кульм), щоб він був переданий Ретікусу для друку німцями. Хоча Ретікус спочатку керував друком, йому довелося залишити Нюрнберг до того, як воно було завершено, і він передав завдання нагляду за рештою друком лютеранському богослову Андреасу Осіандеру. Осіандр додав несанкціоновану та не підписану передмову, захищаючи роботу Коперника від тих, кого могли образити його нові гіпотези. Він стверджував, що «іноді пропонуються різні гіпотези для одного й того самого руху, астроном прийме своїм першим вибором ту гіпотезу, яку найлегше зрозуміти». За словами Осіандера, «ці гіпотези не

обов'язково повинні бути правдивими або ймовірними. Якщо вони забезпечують розрахунок, що відповідає спостереженням, цього достатньо».

### 6.3. Наукові ідеї в роботах Джордано Бруно

Джордано Бруно італійський філософ, математик, поет, теоретик космології та герметики. Він відомий своїми космологічними теоріями, які концептуально поширювалися на нову на той час модель Коперника. Він припустив, що зірки були далекими сонцями, оточеними власними планетами, і він висловив можливість того, що ці планети можуть створювати власне життя – це космологічна позиція, відома як космічний плюралізм. Він також наполягав на тому, що Всесвіт нескінченний і не може мати «центру».

Джордано Бруно починав як домініканський монах, але під час перебування в Женеві прийняв кальвінізм. Пізніше римська інквізиція судила Бруно за ересь за звинуваченням у запереченні кількох основних католицьких доктрин, включаючи вічне прокляття, Трійцю, божественність Христа, незайманість Марії та трансубстанціацію. Церква не сприйняла пантеїзм Бруно, як і його вчення про переселення душі (реінкарнацію). Інквізиція визнала його винним, і його спалили на вогнищі на Кампо де Фіорі в Римі в 1600 році.

Він здобув значну славу вже після смерті. Вчені та просвітителі в XIX-XX століттях вважали його мучеником науки, хоча більшість істориків погоджуються, що суд над його ерессю був не відповіддю на його космологічні погляди, а скоріше реакцією на його релігійні погляди та погляди на загробне життя. Окрім космології, Джордано Бруно цікавився мнемонікою (про мистецтво пам'яті). Інші дослідження Бруно були зосереджені на його якісному підході до математики та його застосуванні просторових концепцій геометрії до мови.

Історик Френсіс Сйтс стверджує, що на Бруно глибоко вплинули досократичний Емпедокл, неоплатонізм, ренесансний герметизм і легенди, подібні до книги Буття, що оточують елліністичну концепцію Гермеса Трисмегіста. На космологічні висновки Джордано Бруно вплинули геліоцентризм Коперника та роботи Миколи Кузанського, який кинув виклик загальноприйнятій на той час філософії аристотелізму, уявляючи натомість нескінченний Всесвіт, центр якого всюди, а окружність ніде, і, крім того, рясніє незліченними зірками.

У 1584 році Джордано Бруно опублікував два важливі філософські діалоги («La Cena de le Ceneri» і «De l'infinito universo et mundi»), в яких він виступав проти планетних сфер і підтверджував Принцип Коперника. Зокрема, щоб підтримати точку зору Коперника та заперечити критикам, згідно з яким рух Землі можна було б сприймати за допомогою руху вітрів, хмар тощо, у La Cena de le Ceneri Бруно передбачає деякі аргументи Галілея щодо принцип відносності. Нескінченний Всесвіт Бруно був наповнений субстанцією — «чистим повітрям», ефіром або духом, яка не чинила опору небесним тілам, які, на думку Бруно, не були нерухомими, а рухалися під власним імпульсом. Найбільш різко він відмовився від ідеї ієрархічного Всесвіту. Таким чином, Всесвіт, згідно із ідеями Джордано Бруно, є єдиним, нескінченним, нерухомим... Він не здатний до розуміння і тому є безкінечним і безмежним, і до цього ступеня нескінченним і невизначеним, і, отже, нерухомим.

Космологія Бруно розрізняє «сонця», які виробляють власне світло та тепло, і мають інші тіла, що рухаються навколо них; і «землі», які рухаються навколо сонць і отримують від них світло і тепло. Він припустив, що деякі, якщо не всі, об'єкти, класично відомі як нерухомі зірки, насправді є сонцями. За словами астрофізика Стівена Сотера, він був першою людиною, яка зрозуміла, що «зірки — це інші сонця з власними планетами». Бруно писав, що інші світи «мають не меншу силу і природу, відмінну від нашої Землі» і, як і Земля, «містять тварин і мешканців».

Наприкінці 16-го століття та протягом усього 17-го століття ідеї Бруно викликали висміювання, дискусії чи натхнення. Маргарет Кавендіш, наприклад, написала цілу серію віршів проти «атомів» і «нескінченних світів» у «Віршах і фантазіях» у 1664 році. Правдиве, хоча й часткове, виправдання Бруно мало б чекати ньютонівської космології. Загальний внесок Бруно в зародження сучасної науки все ще викликає суперечки. Деякі вчені наслідують Френсіс Сйтс, підкреслюючи важливість ідей Бруно про нескінченність Всесвіту та відсутність геоцентричної



структури, як вирішальної точки перетину між старим і новим. Інші бачать в ідеї Бруно про безліч світів, що втілюють нескінченні можливості незайманого, неподільного Єдиного, попередника багатосвітової інтерпретації квантової механіки Еверетта.

Хоча багато вчених відзначають теологічну позицію Бруно як пантеїзм, деякі описали її як пантеїзм, а деякі також як панентеїзм. Фізик і філософ Макс Бернгард Вайнштейн писав, що теологічна модель пантеїзму була сильно виражена у вченнях Бруно, особливо щодо бачення божества, для якого «концепція Бога не відокремлена від концепції Всесвіту».

#### **6.4. Наукові ідеї в роботах Теофраста Парацельса**

Теофраст фон Гогенгейм (Парацельс) – швейцарський лікар, алхімік, світський теолог і філософ німецького Відродження. Його повне ім'я Філіпп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм. Він був піонером у кількох аспектах «медичної революції» епохи Відродження, наголошуючи на цінності спостережень у поєднанні з отриманою мудрістю. Його вважають «батьком токсикології». Парацельсіанство – це ранній сучасний медичний рух, натхненний вивченням його праць.

Філософія Парацельса близька до герметичної, неоплатонічної та піфагорійської філософій, що стали центральними для епохи Відродження світоглядом. Астрологія була дуже важливою частиною медицини Парацельса, і він був практикуючим астрологом, як і багато лікарів з університетською освітою, які працювали на той час у Європі. Парацельс присвятив кілька розділів у своїх творах створенню астрологічних талісманів для лікування хвороб. Він значною мірою відкидав філософію Аристотеля та Галлена, а також гуморальну теорію. Хоча він прийняв концепцію чотирьох елементів, таких як вода, повітря, вогонь і земля, він розглядав їх лише як основу для інших властивостей, на яких можна будувати. Він часто розглядав вогонь як твердь, що перебувала між повітрям і водою на небі. Парацельс часто використовує яйце для опису елементів. У своїй ранній моделі він стверджував, що повітря оточує світ, як яєчна шкаралупа. Яєчний білок під шкаралупою схожий на вогонь, оскільки в ньому є певний хаос, який дозволяє йому затримувати землю та воду. Земля і вода складають кулю, яка, з точки зору яйця, є жовтком. У *De Meteoris* Парацельс стверджує, що небосхилом є небо.

На підхід Парацельса до науки сильно вплинули його релігійні переконання. Він вважав, що наука і релігія нероздільні, а наукові відкриття є прямим посланням від Бога. Таким чином, він вважав, що божественним обов'язком людства було розкрити й зрозуміти все Його послання. Парацельс також вважав, що чесноти, з яких складаються природні об'єкти, є не природними, а надприродними та існували в Бозі до створення Всесвіту. Через це, коли Земля і Небо врешті-решт розвіються, чесноти всіх природних об'єктів продовжуватимуть існувати і просто повернуться до Бога. Його філософія про справжню природу чеснот нагадує ідею Аристотеля про природне розташування елементів. Для Парацельса мета науки полягає не тільки в тому, щоб дізнатися більше про навколишній світ, але й у пошуку божественних знаків і потенційному розумінні природи Бога. Він заявляв, що якби людина, яка не вірить в Бога, стала лікарем, вона не мала б кращого авторитету в очах Бога і не досягла б успіху у своїй роботі, оскільки не практикувала в Його ім'я. Він говорив, щоб стати ефективним лікарем, потрібна віра в Бога. Парацельс розглядав медицину як щось більше, ніж просто поверхневу практику. Для нього медицина була божественною місією, а добрий характер у поєднанні з відданістю Богу був важливішим за особисту майстерність. Він заохочував лікарів практикувати самовдосконалення та смирення разом із вивченням філософії, щоб отримати новий досвід.

Парацельс був одним із перших професорів-медиків, який визнав, що лікарям потрібні міцні академічні знання в природничих науках, особливо в хімії. Він став піонером використання хімічних речовин і мінералів у медицині. Зі свого дослідження елементів Парацельс перейняв ідею тристоронніх альтернатив, щоб пояснити природу ліків, які, на його думку, складаються з *tria prima* («трьох простих чисел»): горючого елемента (сірка), рідини та мінливого елемента (ртуть) і твердого, постійного елемента (сіль).

Парацельс вважав, що сірка, ртуть і сіль містять отрути, які спричиняють усі хвороби. Він вважав, що кожна хвороба має три окремі ліки залежно від того, як вона була спричинена отруєнням сіркою, ртуттю чи сіллю. Важливість сірки, солі та ртуті Парацельс витягнув із середньовічної алхімії, де всі вони посідали чільне місце. Свою теорію він продемонстрував, спаливши шматок дерева. Вогонь був створений сіркою, дим – ртуттю, а попіл, що залишився, – сіллю. Парацельс також вважав, що ртуть, сірка та сіль добре пояснюють природу медицини, оскільки кожна з цих властивостей існувала в багатьох фізичних формах. Перші три також визначали людську ідентичність. Сіль представляла тіло; ртуть представляла дух (уяву, моральне судження та вищі розумові здібності); сірка символізувала душу (емоції та бажання). Розуміючи хімічну природу перших трьох, лікар міг відкрити засоби лікування хвороби. При кожній хворобі симптоми залежали від того, який із трьох основних спричинив недугу. Парацельс висунув теорію про те, що речовини, отруйні у великих дозах, можуть бути лікувальними у малих дозах; він продемонстрував це на прикладах магнетизму та статичної електрики, у яких малий магніт може притягувати набагато більші метали. Ймовірно, він був першим, хто дав сучасну назву елементу цинку приблизно в 1526 році, ймовірно, на основі гострого загостреного вигляду його кристалів після плавлення (*zinke* перекладається як «загострений» німецькою). Парацельс винайшов хіміотерапію, хімічний аналіз сечі та запропонував біохімічну теорію травлення. Парацельс використовував хімію та хімічні аналогії у своїх вченнях для студентів-медиків та медичного закладу, багато з яких вважали це небажаним. Парацельс на початку шістнадцятого століття несвідомо спостерігав водень, оскільки він зазначив, що в реакції, коли кислоти атакують метали, газ був побічним продуктом. Пізніше Теодор де Майєрн повторив експеримент Парацельса в 1650 році і виявив, що газ є легководородистим. Однак ні Парацельс, ні де Майєрн не припускали, що водень може бути новим елементом.

Парацельсу часто приписують популяризацію опіуму в Західній Європі під час німецького Відродження. Він звеличував користь опіуму та пігулки з нього, яку він назвав лауданум. Парацельс не залишив повного рецепту, і відомі інгредієнти значно відрізняються від лаудануму 17 століття. Парацельс винайшов або, принаймні, назвав різновид мазі, оподельдок, суміш мила зі спиртом, до якої додавали камфору, а іноді й низку трав'яних есенцій, особливо полину. Рецепт Парацельса є основою для більшості пізніших версій лініменту. Його праця «*Die große Wundarzneu*» є попередником науки про антисептики. Ці конкретні емпіричні знання виникли з його особистого досвіду як армійського лікаря під час венеціанських війн. Парацельс вимагав відмовитися від нанесення на рани коров'ячого гною, пир'я та інших шкідливих сумішей на користь збереження рани в чистоті, заявивши: «Якщо ви запобіжите інфекції, природа сама вилікує рану». Як військовий хірург, Парацельс зіткнувся з грубістю медичних знань того часу, коли лікарі вважали, що інфекція була природною частиною процесу загоєння. Він виступав за чистоту і захист ран, а також за регулювання дієти. Популярні ідеї того часу виступали проти цих теорій і пропонували зашивати або гіпсувати рани. У своїй короткій брошурі про лікування сифілісу, яка також була найвичерпнішим клінічним описом того періоду, він написав клінічний опис сифілісу, в якому стверджував, що його можна лікувати ретельно відміряними дозами ртуті. Так само він був першим, хто виявив, що хворобою можна заразитися лише при контакті.

Гіпократ висунув теорію про те, що хвороба викликана дисбалансом чотирьох гуморів: крові, мокротиння, чорної та жовтої жовчі. Ці ідеї були далі розвинені Галеном у надзвичайно впливовий і дуже стійкий набір медичних переконань, які зберігалися до середини 1850-х років. І навпаки, Парацельс вірив у три гумори: сіль (уособлює стабільність), сірку (уособлює горючість) і ртуть (уособлює ліквідність). Він визначив хворобу як відокремлення одного гумору від двох інших. Він вважав, що органи тіла функціонують алхімічно, тобто вони відокремлюють чисте від нечистого. Домінуючими медичними методами лікування за часів Парацельса були спеціальні дієти, які допомагали в «очищенні загнилих соків» у поєднанні з очищенням і кровопусканням для відновлення балансу чотирьох гуморів. Парацельс доповнював і оскаржував цю точку зору своїми віруваннями в те, що хвороба є результатом нападу на тіло зовнішніх агентів. Він заперечував проти надмірного кровопускання, кажучи, що цей процес порушує гармонію системи, і що кров не

можна очистити, зменшивши її кількість. Парацельс вважав, що піст допомагає організму самовідновлюватися. «Піст — найкращий засіб, внутрішній лікар».

Парацельс дав початок клінічній діагностиці та призначенню високоспецифічних ліків. Це було незвичайним явищем для періоду сильного впливу універсальних засобів. Теорія мікробів була передбачена ним, оскільки він припустив, що хвороби є сутностями самі по собі, а не станами буття. Парацельс вперше ввів в європейську фармакологію морозник чорний і призначив правильне дозування для полегшення деяких форм артеріосклерозу. Нарешті, він рекомендував використовувати залізо для «поганої крові».

### **6.5. Наукові ідеї в роботах Леонардо да Вінчі**

Леонардо ді сер П'єро да Вінчі – італійський художник, ілюстратор, інженер, учений, теоретик, скульптор і архітектор. Хоча основним видом його занять було образотворче мистецтво, він мав нотатки та малюнки, в яких він охоплював анатомію, астрономію, ботаніку, картографію, живопис і палеонтологію.

Він зробив багато винаходів, більшість з яких не були втілені у життя. Це літаючі машини, броньовані бойові машини, концентровану сонячну енергію, арифмометр. Деякі з його менших винаходів, однак, увійшли у світ виробництва несподівано, наприклад, автоматизований пристрій для намотування бобіни та машина для випробування міцності дроту на розрив. Він зробив значні відкриття в анатомії, цивільному будівництві, гідродинаміці, геології, оптиці та трибології, але він не публікував свої відкриття, і вони майже не мали прямого впливу на наступну науку. Леонардо встановив контрольовані експерименти з течії води, медичної дисекції та систематичного вивчення руху та аеродинаміки, і він розробив принципи методу дослідження, які змусили Фрїтьофа Капра класифікувати його як «батька сучасної науки». Інші приклади внеску Да Вінчі в цей період включають машини, призначені для розпилювання мармуру та підйому монолітів, а також нові відкриття в акустиці, ботаніці, геології, анатомії та механіці.

Його дослідження були записані на 13 000 сторінках нотаток і малюнків, які поєднують мистецтво та натурфілософію (попередницю сучасної науки). Вони створювалися та підтримувалися щодня протягом усього життя та подорожей Леонардо, коли він постійно спостерігав за навколишнім світом. Нотатки та малюнки Леонардо відображають величезний діапазон інтересів і занять, деякі такі ж буденні, як списки продуктів і людей, які йому боргували гроші, а деякі такі ж інтригуючі, як проекти крил і взуття для ходьби по воді. Тут є композиції для картин, етюди деталей і драпіровок, етюди облич і емоцій, тварин, немовлят, препарування, етюди рослин, скельних утворень, вирів, бойових машин, літальних апаратів і архітектури. Ці зошити – спочатку окремі аркуші різних типів і розмірів, були в основному довірені учню та спадкоємцю Леонардо Франческо Мельці після смерті майстра. Після смерті Мельці в 1570 році колекція перейшла до його сина, адвоката Ораціо, який спочатку мало цікавився журналами. У 1587 році наставник домашнього господарства Мельці на ім'я Леліо Гаварді відвіз 13 рукописів до Пізи. Там архітектор Джованні Маджента дорікнув Гаварді за незаконне заволодіння рукописами і повернув їх Ораціо. Маючи в своєму розпорядженні ще багато таких творів, Ораціо подарував окремі томи Мадженті. Новини про ці втрачені роботи Леонардо поширилися, і Ораціо знайшов сім із 13 рукописів, які потім передав Помпео Леоні для публікації у двох томах; одним із них був Атлантичний кодекс.

Більшість творів Леонардо написані дзеркальним курсивом. Оскільки, Леонардо писав лівою рукою, йому, ймовірно, було легше писати справа наліво. Леонардо використовував різноманітні скорочення та символи, і зазначає у своїх нотатках, що мав намір підготувати їх до публікації. У багатьох випадках одна тема детально висвітлюється як словами, так і малюнками на одному аркуші, разом передаючи інформацію, яка не буде втрачена, якби сторінки опублікували не по порядку. Чому вони не були опубліковані за життя Леонардо, невідомо.

Підхід Леонардо до науки був побудований на спостереженнях. Він намагався зрозуміти явище, описуючи та змальовуючи його в найдрібніших подробицях, і не наголошував на експериментах чи теоретичному поясненні. Оскільки, він не мав формальної освіти з латини та

математики, сучасні вчені здебільшого ігнорували вченого Леонардо. У 1490-х роках він вивчав математику під керівництвом Луки Пачолі та підготував серію малюнків правильних твердих тіл у скелетній формі, які були вигравірувані як пластини для книги Пачолі «Божественна пропорція», опублікованої в 1509 році. Живучи в Мілані, він вивчав світло з вершини Монте-Роза. Наукові праці в його блокноті про скам'янілості вважаються впливовими на ранню палеонтологію.

Зміст його щоденників свідчить про те, що він планував написати серію трактатів на різноманітні теми. Кажуть, що під час візиту секретаря кардинала Луї д'Арагона в 1517 році був помічений досить послідовний трактат з анатомії. Аспекти його роботи з вивчення анатомії, світла та ландшафту були зібрані для публікації Мельці та зрештою опубліковані як «Трактат про живопис у Франції та Італії» в 1651 році та в Німеччині в 1724 році. У той час, як експерименти Леонардо проводилися за науковими методами, недавній і вичерпний аналіз Леонардо як вченого, проведений Фрїтьофом Капра, стверджує, що Леонардо був принципово відмінним типом вченого від Галілея, Ньютона та інших вчених.

Леонардо почав вивчати анатомію людського тіла під час навчання у Верроккіо, який вимагав від своїх учнів глибокого знання цього предмету. Як художник, він швидко став майстром топографічної анатомії, малюючи багато досліджень м'язів, сухожиль та інших видимих анатомічних особливостей. Будучи успішним художником, Леонардо отримав дозвіл на препарування людських трупів у лікарні Санта-Марія-Нуова у Флоренції, а пізніше в лікарнях Мілана та Риму. З 1510 по 1511 рік він співпрацював у своїх дослідженнях з доктором Маркантоніо делла Торре, професором анатомії Павійського університету. Леонардо зробив понад 240 детальних малюнків і написав близько 13 000 слів для трактату з анатомії. Лише невелика частина матеріалу з анатомії була опублікована в «Трактаті про живопис» Леонардо.

Анатомічні малюнки Леонардо містять багато досліджень людського скелета та його частин, а також м'язів і сухожиль. Він досліджував механічні функції скелета та м'язові сили, які до нього прикладаються, у спосіб, який став прообразом сучасної науки біомеханіки. Він намалював серце і судинну систему, статеві та інші внутрішні органи, зробивши один із перших наукових малюнків внутрішньоутробного плоду. Малюнки та замітки значно випередили свій час, і якщо б їх опублікували, безсумнівно, зробили б великий внесок у медичну науку.

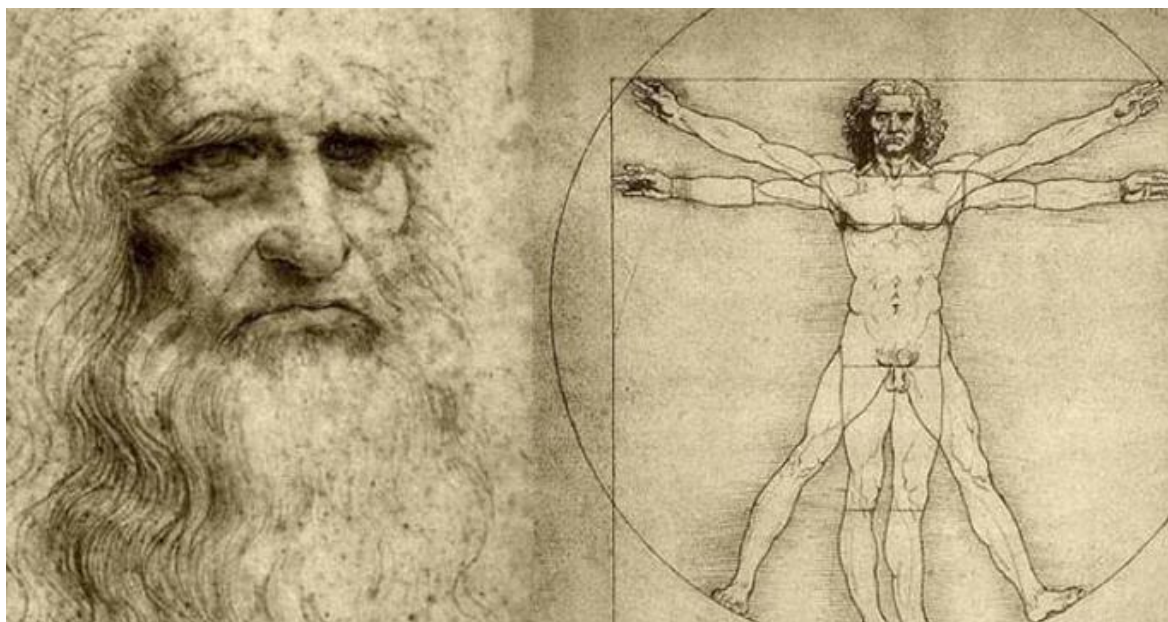


Рис. 32. Автопортрет Леонардо ді сер П'єро да Вінчі та йогог рисунок вітрувіанської людини

## 7. ЕКОЛОГІЧНІ ЗНАННЯ НА ЕТАПІ СТАНОВЛЕННЯ НАУКИ

Починаючи із 16 століття на території Європи відбулася низка подій, які ознаменували появу сучасної науки та початку Нового часу. Це стосувалося, насамперед, природничих і точних наук (математики, фізики, астрономії, біології і хімії). Успіхи в цих науках запустили зміни у виробництві, які згодом перетворили і соціальне життя людини та її ставлення до оточуючого світу.

Початком наукової революції вважають вихід роботи Миколи Коперника 1543 року «*De revolutionibus orbium coelestium*» (Про обертання небесних сфер). Ранній етап зародження науки супроводжувався відродженням античних знань. Однак, це було не просте копіювання та переосмислення філософського суб'єктивізму давньогрецьких, давньоримських та арабських мислителів. Це був новий підхід до вивчення навколишнього світу із мінімізацією суб'єктивізму та максимізацією емпіризму. Стартовий етап наукової революції завершився роботою Ісаака Ньютона 1687 року «*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*», яка сформулювала закони руху та всесвітнього тяжіння, завершивши синтез нової космології та заклавши основні принципи побудови наукових теорій. Наступна епоха знаменується роботою Жана Сільвена Бейї, який описав двоетапний процес змітання старого та встановлення нового.

Сам термін «наукова революція» поширився із Франції. Його вперше використав французький математик Алексіс Клеро, який писав, що «у своєму житті Ньютон, як кажуть, створив революцію». Це слово також використовувалося в передмові до праці Антуана Лавуазьє 1789 року, про відкриття кисню. У 19 столітті Вільям Уевелл описав революцію в самій науці, науковому методі, яка відбулася в 15-16 століттях: «Серед найбільш помітних революцій, яких зазнали думки з цього приводу, є перехід від прихованої довіри внутрішнім силам людського розуму до відкритої залежності від зовнішнього спостереження, і від безмежного благоговіння перед мудрістю минулого, до палкого очікування змін і вдосконалення». Виник новий погляд на природу, який замінив грецький погляд, що домінував у науці протягом майже 2000 років. У 20 столітті Олександр Койре активно поширював термін «наукова революція», зосередивши свій аналіз на Галілеї. Цей термін також популяризував Герберт Баттерфілд у своїй праці «Походження сучасної науки». А у праці Томаса Куна «Структура наукових революцій» 1962 року підкреслюється, що різні теоретичні рамки, такі як теорія відносності Ейнштейна та теорія гравітації Ньютона, яку вона замінила, не можна безпосередньо порівнювати без втрати сенсу.

Наука стала автономною дисципліною, відмінною, як від філософії, так і від технології, і стала розглядатися як така, що має утилітарні цілі. Її потрібно розглянути в історично-еволюційному зрізі. Спочатку вона була лише описовою. Бачиш явище і фіксуєш його. Є повтори – явище реальне. Немає повторів і відтворення – явище за межами інтересу науки. Окремі галузі, до сьогодні залишаються на описовому рівні, а деякі еволюціонували вище. Це пов'язано, насамперед, і складністю об'єкта досліджень. Якщо ти маєш справу із складними нелінійними системами, то тобі нічого не залишається, як просто фіксувати спостереження. Ще довго так працюватимуть науки, які мають справу із суспільством, поведінкою людини чи історичними подіями. Там, де об'єкти дослідження простіші, там в 17-18 столітті відбувся перехід на новий рівень. Явища не тільки фіксувалися, а й для них підбиралася математична модель (формула). Наприклад із взаємодією двох фізичних тіл Ньютон чудово справлявся, але коли з'являлося третє, то він лише надсилав йому жорстокі прокляття. А ще наука навчилася передбачати як поведе себе конкретний об'єкт в конкретних обставинах. Така конкретика обов'язкова. Наприклад, при малій гравітації добрі передбачення дають закони Ньютона. Однак, якщо вона зростає хоча б так, як на орбіті Меркурія, то відхилення стає неприйнятно великим і досить помітним. Ейнштейн розв'язав цю проблему. Ми тепер знаємо, що відбуватиметься при високих швидкостях і гравітаціях. Але ми не певні, що теорія відносності спрацює за горизонтом подій чорної діри, де простір викривлений ще сильніше. Отже, наукові теорії і наукові передбачення працюють виключно в конкретних умовах.

На межі XIX і XX століття дехто із дуже сміливих вчених почав припускати, що ми можемо досліджувати не лише реальні об'єкти, а й математичні моделі (формули), які їх описують. Ці спроби отримали жорсткий супротив від прихильників «старої доброї науки», яка нібито вже всі формули отримала і діяла за принципом «міряй і не думай». Однак, посмертний успіх теорії Л. Больцмана та прижиттєвий А. Ейнштейна пробили дірку і в старому визначенні «справжньої науки». Останній цвях в її труну мала забити історія із відкриттям позитрону, передбаченим рівнянням Дірака. Отже, математичні моделі, які описують повторювані та відтворювані явища теж є джерелом наукових знань. Однак, не усі науки зуміли перейти на такий рівень розвитку, але колись обов'язково перейдуть. Для цього потрібен лише математичний апарат і технології його застосування. Я зараз докладаю усіх зусиль, щоб моя люба екологія рухалася слідом за фізикою. А колись настане час і стане звичною психоісторія, описана А. Азімовим в своїй «Фундації», здатна передбачати історичні події та впливати на них заздалегідь.

Значною мірою зміна підходів до вивчення світу відбулася завдяки Френсісу Бекону, чие «впевнене й рішуче оголошення» щодо сучасного прогресу науки надихнуло створення наукових спільнот, таких як Королівське товариство (Британська академія наук), і робіт Галілея, який підтримував Коперника та розвивав науку.

Наукова революція стала можливою завдяки прогресу у виробництві книг. До появи друкарського верстата, запровадженого в Європі в 1440-х роках Йоганном Гутенбергом, тут не було масового ринку наукових трактатів, такого як релігійних книг.

Друкування та його нові технології рішуче змінили спосіб створення наукових знань, а також спосіб їх поширення. Це дозволило відтворити точні діаграми, карти, анатомічні малюнки та зображення флори та фауни, а друк зробив наукові книги більш доступними, дозволяючи дослідникам вільно звертатися до стародавніх текстів і порівнювати власні спостереження з спостереженнями інших вчених. Незважаючи на те, що помилки друкарів часто призводили до поширення неправдивих даних, розвиток друкарства дозволив відтворювати точну візуальну інформацію на багатьох копіях. Попередній метод (ксилографічні ілюстрації) супроводжувався погіршенням якості зображень через повторне використання. Серед помилок друкарів найвідомішою є зроблена в «Sidereus Nuncius» («Зоряний посланець») Г. Галілея, опублікованому у Венеції в 1610 році. Його телескопічні зображення місячної поверхні помилково з'явилися задом наперед. Можливість отримати доступ до попередніх наукових досліджень означала, що дослідникам не потрібно завжди починати з нуля, щоб осмислити власні дані спостережень.

### **7.1. Досягнення біологічних досліджень в 16 столітті.**

На початку Наукової революції екологічна наука ще не виділилася в окремий напрямок. Екологічні знання зустрічалися в рамках більш давніх біологічних дисциплін: ботаніки, зоології та медицини.

Вивчення тварин стимулювалося публікацією зоологічних праць Аристотеля та Плінія. Наукова традиція в зоології почалася в 1550-х роках, очевидно, натхненна публікацією «De fabric humanis» Андреаса Везалія (1543), яка познайомила інших лікарів з можливістю публікації великих книг про тварин. Організація видів за видами, яку ботаніка запозичила у Діоскорида, була також прийнята в зоології, і тоді зоологія швидше, ніж ботаніка, розробила монографії про окремі групи тварин: ссавців, птахів, риб і комах. У першій половині 1500-х років, до того, як Везалій встановив новий стандарт – вони мали бути скромними за обсягом.

Ще одним видатним зоологом того часу був Вільям Тернер з Нортумберленда (1508–1568). Він рано зацікавився історією природи, але його також охопила протестантська Реформація, як тільки вона досягла Англії. Він вступив до Пембрук-Холлу в Кембриджському університеті, був висвячений у сан диякона в 1536 році та отримав дозвіл проповідувати у своєму коледжі в 1537 році. Однак, проповідування, очевидно, принесло йому проблеми, і він провів деякий час у в'язниці до свого вигнання в 1540 році. Він навчався медицині в Італії (1540–1541) у Феррарі та Болоньї, отримав ступінь доктора медицини, потім подорожував Швейцарією та Німеччиною з 1541 по 1544 роки. Він налагодив зв'язки з іншими натуралістами перед поверненням до Англії в

червні 1549 року під час правління протестантського короля Едуарда VI, але знову втік за кордон під час правління католицької королеви Марії (1553–1558), перш ніж повернутися додому назавжди. Тернер приділяв більше часу та публікацій рослинам, ніж тваринам, але його згадка «*Avium praecipua quae apud Plinium et Aristotelem*» (1544) є першою опублікованою книгою про природну історію птахів з наукової, а не з утилітарної точки зору. Хоча твір організований відповідно до імен і спостережень Аристотеля та Плінія, він додав у нього свої власні спостереження. Одна з найдовших розповідей Тернера стосується великого сірого сорокопуда (*Lanius excubitor*). Тернер надіслав додаткові спостереження за птахами та рибами Конраду Гесснеру, який опублікував їх у своїй «*Historia animalium*». Нотатки Тернера про птахів, цитовані Гесснером, передруковані латинською мовою в «Тернер про птахів» Еванса, а одну з його нотаток про рибу з Гесснера цитує англійською Рейвен.

Деякі дослідники насмілилися провести аналогії в будові тіла людини і тварин. Наприклад, Андреас Везалій (1514–1564), народжений у Брюсселі, вивчав медицину в Лувенському та Паризькому університетах і викладав анатомію в Падуанському університеті. Везалій задумав сміливу ідею видання енциклопедії анатомії людини, яка вказала на всі розбіжності між знаннями Галлена, заснованими на тваринах, і знаннями Везалія, заснованими на анатомії людини. Він отримав допомогу від талановитого художника, який намалював повносторінкові ілюстрації того, що розкрив Везалій, і його «*De fabrica humani*» (1543). Робота Везалія стала однією з основоположних праць Наукової революції та мала далекосяжний вплив на інші аспекти зоології.

Безпосередній вплив на нього мали книги чотирьох лікарів. Троє із них написали книги про рибу (Белон, Ронделе та Сальвіані), а четвертий, Гесснер, написав енциклопедію тварин, яка містила том про рибу. Однак Белона найбільше запам'ятали завдяки малюнку, який порівнює людські та пташині скелети в його природничій історії птахів. В іншому випадку його книга про птахів була затьмарена більшим томом про птахів Гесснера, який вийшов того ж року. Конрад Гесснер (лат. Gesnerus, 1516–1555) був швейцарським ученим, який володів дуже широким спектром знань, у тому числі різних мов. Після навчання в Швейцарії та Парижі він вивчав медицину в 1540 році в Монпельє, де познайомився з Белоном і Рондле. Він отримав ступінь доктора медицини в Базельському університеті в 1541 році, а потім повернувся до рідного Цюріха, щоб практикувати та публікувати, здавалося б, нескінченну кількість праць. Його енциклопедична «*Historia animalium*» у п'яти великих томах спиралася на практично всіх грецьких, римських і середньовічних авторів, а також на його власні спостереження та спостереження його сучасників з усієї Європи. Його перший том про те, що ми називаємо ссавцями, все ще вважався авторитетним у 1607 році, коли Едвард Топселл (1572–1625) опублікував ілюстрований переклад англійською мовою. Як і Гесснер, Топселл розташував свій переклад в алфавітному порядку. У 1608 році Топселл опублікував більш тонкий другий том, який містить переклади з томів 2, 4 і 5 Гесснера, а також есе англійською мовою доктора Джона Бонема про комах, павуків і дощових черв'яків. Як Пліній і Альберт Великий, Гесснер намагався відсіяти фольклор, але лише з частковим успіхом. Його інтерес до культурних асоціацій різних видів тварин часто був таким же сильним, як і його інтерес до їхньої природної історії. Том про ссавців англійською мовою має вісім сторінок, присвячених єдинорогу. На ілюстрації зображений кінь із бивнем нарвала на голові. Гесснер висловив певний скептицизм, але був схильний прийняти можливість існування єдинорога, оскільки єврейське слово *Reem* було перекладено в грецькому Старому Завіті як «єдиноріг». Саме цей переклад був у Біблії версії короля Якова (1611), але перекладається як віл у переглянутій стандартній версії. Під час другої подорожі Мартіна Фробішера в пошуках північно-західного проходу (1577) його корабель виявив мертвого нарвала з цілим бивнем, який плавав у Північній Атлантиці. Довга розповідь Гесснера про мавп включає інформацію Везалія про анатомічні відмінності між мавпами та людьми, які були невідомі Галлену. Спроба Гесснера відрізнити різні види приматів і мавп не була дуже успішною. У нього є ілюстрація та обговорення павіанів на сторінках 8–9, а на сторінках 342–343 є ще одна ілюстрація та обговорення того, що, здається, є різновидом павіанів, позначене «Другий вид гієни, який називається Папію або Дабу». Те, що він пише про «мавп», слід читати як загальні спостереження за приматами: «Вони живуть переважно в печерах і дуплах у скелях і на деревах, харчуються яблуками та горіхами. Вони їдять

вошей і вибирають їх з голови та одягу. П'ють вино, поки не сп'яніють. Народжують переважно двійню».

Том про ссавців містить досить довгі розповіді про собак, коней і овець і лише трохи коротші описи інших видів худоби. Розповідь про коней, безсумнівно, містить найдовше обговорення їхніх захворювань, коли-небудь опубліковане до того часу, включаючи обговорення глистів і печінкових сисунів. Геснер дуже цікавився екзотичними тваринами, і описав та проілюстрував вісім видів ссавців з Америки. Описум (так званий *simivulpa*), описаний ним, як носій дитинчат у сумці; лама привезена з Перу до Мідделбурга; лівинець, зображений крокуючим по землі; дев'ятиполюсний броненосець, добре проілюстрований Адріаном Марсілієм, який також надіслав Геснеру його панцир, хвіст і кігті; мураход, малюнок якого майже не схожий на тварину; мавпа сагуїн з Бразилії, опис і малюнок якої він отримав від антверпенського аптекаря Петера Гоуденберга, який бачив її живою. Інші два види були гризуном і ящіркою, які точно не ідентифіковані. Третій том Геснера присвячений птахам. Розповідь та ілюстрація *Corvo sylvatico* («Waldgrapp», або Wood Raven) були загадкою для сучасних орнітологів, оскільки не відповідав жодному виду, відомому з Баварії, Лотарингії та північної Італії. У 1890-х роках вони нарешті зрозуміли, що це вид ібіса *Comatibis eremita* (L.), відомий у наш час лише на Близькому Сході. Невідомо, чому його європейська популяція зникла, і розповідь Геснера є нашим доказом того, що він колись населяв Центральну Європу.

Три натуралісти (Гійом Рондле (1507–1566), П'єр Белон (1517–1564) із Франції та Іпполіто Сальвіані (1514–1572) із Італії), які писали книги про рибу протягом 1550-х років, вийшли за межі роботи Геснера. Вони вивчали рибу, і, хоча були обізнані з класичними авторами, вони приділяли їм менше уваги, і таким чином заклали основу для науки іхтіології. Всі троє досліджували рибу Середземного моря та його приток. Белон був видатним першим дослідником-натуралістом, який подорожував Близькому Сходу в 1546–1550 роках і описав у своїх подорожніх книгах тварин, яких він бачив. Він також описав свої водні відкриття в трьох роботах: «L'histoire naturelle des estranges poissons marins» (1551), «De aquatilibus libri duo» (1553) і «La nature et diversité des poissons» (1555). У «De aquatilibus libri duo» він надав малюнки 110 видів, включаючи 22 види хрящових і 17 прісноводних видів, і описав близько 20 видів без ілюстрацій. Його ілюстрація лосося вперше показала гачкувату нижню щелепу дорослих самців. Він вирішив віднести всіх літаючих хребетних до птахів, а всіх водних — до риб. Тим не менш, він розкрив і порівняв трьох китоподібних (дельфіна, фосену і афаліну) і звернув увагу на їхні молочні залози.

Ронделе був популярним професором медицини в університеті Монпельє, а також був канцлером університету протягом останнього десятиліття свого життя. Він опублікував свої докладні дослідження у двох латинських томах: «Libri de piscibus marinis» (1554) і «Universae aquatiliū historiae pars altera» (1555), які згодом з'явилися у стислому французькому виданні (1558). Він використав свій досвід анатомії людини для вивчення риб і описав їхню морфологію та внутрішню анатомію. У томі 1554 року описано 244 види, 47 з яких були прісноводними рибами, і його ілюстрації досить точні. Том 1555 року описує кілька морських риб, 60 прісноводних риб і безліч інших морських мешканців.

Сальвіані отримав освіту в Римі, викладав медицину в своєму рідному університеті і був лікарем трьох пап. Його *Aquatilium animalium historiae*, виданий частинами, 1554–1558, містив красиві фігури, вигравіровані на латуні замість дерева, але їхні достоїнства більше мистецькі, ніж наукові. Сальвіані описав 99 видів і проілюстрував 93; 18 з них були новими відкриттями; він також включив до своєї роботи восьминога та двох кальмарів.

Коли Геснер вирішив опублікувати 4-й том своєї «*Historia animalium*» про рибу і водних тварин (1558), він мудро спирався на праці Белона, Ронделе і Сальвіані, хоча на цьому не зупинився. Його робота складалася із 1297 сторінок і понад 900 ксилографічних ілюстрацій. Робота Геснера була справді вичерпною для того часу, і тому дуже дивно, що інший лікар вирішив її перевершити. Уліссе Альдрованді (1522–1605) походив із добре забезпеченої та процвітаючої болонської родини. Після навчання в університетах Падуї та Пізи він отримав медичний ступінь у Болонському університеті, де він викладав протягом 40 років. Однак, він ніколи не займався медициною, тому що мав сильний інтерес до природної історії, частково



натхненний Рондле, якого він зустрів у Римі, поглинав увесь його час і енергію. Він закликав місто Болонья створити ботанічний сад і став його довічним директором. Альдрованді створив найважливіший музей Європи (він назвав його восьмим чудом світу), який він залишив місту з умовою, що воно продовжить видавати його твори, лише чотири томи яких він сам видав. Місто сумлінно виконувало це прохання протягом 60 років, видавши ще дев'ять томів.

Скромність не була однією з чеснот Альдрованді. Під своїм портретом, який висів у нього вдома і відтворений у першому томі його *Ornithologiae* він написав: «Це не ти, Аристотель, а зображення Улісса: хоча обличчя не схожі, проте геній той самий». В інших випадках він проголошував себе новим Плінієм і новим Галеном. Енергія та наполегливість Альдрованді викликають загальне захоплення; він створив 13 великих, добре ілюстрованих томів, які містили величезну кількість інформації, включаючи його власні спостереження. Наприклад, він відродив аристотелівський (і гіппократівський) проект відкривання інкубованих курячих яєць протягом наступних днів для спостереження за ембріонами, що розвиваються, який він описав у частині своєї роботи, перекладеної англійською мовою.

У своїй розповіді про ворон Альдрованді відродив стародавню концепцію рівноваги природи. Якщо в цій дискусії є щось оригінальне, так це те, що цей принцип застосовується як до рослин, так і до тварин. Існують суперечливі судження про якість роботи Альдрованді. Його репутація була величезною за його життя, але в 1628 року Фабіо Колонна суворо розкритикував як зміст, так і публікацію одного з його томів, мабуть, «*De mollibus, crustaceis, testaceis*», et zoophytis (1606), який, звичайно, був одним із посмертно виданих. редактованих томів.

Однак, ілюстрації з його томів про птахів все ще мали вплив через століття після їх публікації. Бюффон у 1749 році визнав, що в його облікових записах є цінність, але сказав, що цінні частини «становили лише десяту частину цілого, а решта одноманітна і гнітюча». Сучасний читач може співчувати реакції Бюффона, але коли Альдрованді писав, існував сильний інтерес до культурних асоціацій із тваринами. Коментарі Кюв'є в 1828 році були неоднозначними, але дещо негативними: «Зокрема, щодо риб, Альдрованді та його редактор Утерверіус майже нічого не зробили, крім того, що скоротили роботу Гесснера, звели її до власного плану та додали до ілюстрацій, які вони взяли з нього, серед яких насправді є кілька зроблених за натурою, які мають певну цінність, хоча грубо вигравірувані на дереві».

Коротше кажучи, його величезна кількість робіт вивела природну історію тварин лише трохи далі Гесснера і його кілька посилань на Гесснера ніколи не визнавали його головним джерелом, натомість віддаючи перевагу власним даним. Із усіх вищеназваних авторів Альдрованді був справді революціонером, оскільки він зробив частину античної науки застарілою, але натуралісти, які зробили внесок у зоологію хребетних протягом 1500-х років, виправили та розширили стародавні та середньовічні знання багатьма значними способами, і вони використовували друкарський верстат ефективно поширювати свої висновки.

Зоологія безхребетних не набула такого поширення та інтересу, як зоологія хребетних. Терміни «зоологія безхребетних» і «паразитологія» були введені пізніше. Ряд лікарів у цей час значно поглибили знання з цих предметів. Серед них Джироламо Фракасторо (1478–1553). Він походив з патриціанської родини Верони, і він вивчав медицину в Падуанському університеті, який мав одну з найкращих медичних шкіл у Європі. Він був справжнім гуманістом епохи Відродження, який мав широкі інтереси та багато друзів на високих посадах. Його найвідоміший твір, вірш із 1346 рядків у трьох книгах, «*Syphilis sive morbus Gallicus*» (1530), був більш відомий своїми літературними, ніж науковими роботами. Це найвідоміша поема епохи Відродження латинською мовою. Можливо, він обрав віршований формат тому, що його власні ідеї були невизначеними, і він хотів передати їх неоднозначно. До речі сучасна назва хвороби сифіліс походить від назви його вірша.

Після 16 років подальшої медичної практики, читання та публікації, ідеї Фракасторо щодо інфекційних хвороб стали більш визначеними, і він опублікував прозовий трактат. Ця книга містила дві різні роботи: перша, про симпатію та антипатію, була досить традиційною та порожньою у своїх розміркуваннях. Друга частина, присвячена зараженню, інфекційним хворобам і лікуванню, заклала нові теоретичні основи медицини. Він виділив три способи зараження:

прямий контакт із хворою людиною, контакт із зараженими хворою людиною предметами та зараження на відстані. Хоча міркування за аналогією часто вводили в оману ранніх натуралістів, включаючи Фракасторо, його міркування про зараження через контакт були проникливими. Він порівнював це з тим, що зіпсований виноград або яблука псують сусідні з ними. Подібно до Лукреція в Стародавньому Римі, він вірив, що невидимі мікроби можуть переміщатися по повітрю, хоча жоден із них не стверджував, що такі мікроби живі. Концепція мікробів Фракасторо була хімічною.

Він зрозумів, що деякі хвороби переважно вражають дітей і що деякі з них викликають лихоманку та пустули на шкірі. Він інтерпретував ці «варіоли» як захворювання крові, а пустули як гнильні процеси, що виходять з організму. Як тільки це трапляється, людина рідко страждає від тієї ж хвороби знову. Сказ був хворобою в основному собак, і з давніх часів було відомо, що вони передають його через укуси. Потім він інкубує протягом 20 або 30 днів, але іноді протягом 4-6 місяці. Симптоми, які він описує, були добре відомі, але його подальші міркування щодо гідрофобії були марними. Його уявлення про сифіліс тепер були більш певними, ніж тоді, коли він писав про нього свій вірш. Він знову каже нам, що він прибув до Неаполя з Франції з армією короля Карла в 1490-х роках і що він прибув з Нового Світу з іспанськими моряками. Але, тепер він також каже нам, що він передається переважно статевим шляхом, хоча немовлята можуть отримати його від інфікованої матері або годувальниці, висмоктуючи їхнє молоко.

Ще одним прикладом наукового підходу до вивчення природи є роботи Джироламо Габуччіні. Він був італійським лікарем, який опублікував перший окремий трактат про паразитичних черв'яків (Gabuccini, 1547), який привернув достатню увагу, щоб з'явитися у другому, можливо, піратському виданні у Венеції в 1547 р. і третьому виданні в Ліоні в 1549 р. Частина його праць про стрічкових черв'яків (які були відомі з давнини) цитує латиною Хоппелі. Габуччіні вважав, що менша кількість тепла в кишечнику призводить до утворення стрічкових черв'яків. Він також описав печінковий сисун овець і кіз вперше ідентифікований французьким вівчарем Жаном де Брі, який за заохочення Карла V написав трактат про догляд за вівцями в 1379 році. Де Брі вважав, що вівці заразилися сисунами (*Fasciola hepatica*), з'ївши траву «la dauve» в болотистих місцях. Він був близький до істини, оскільки личинкові стадії інцизуються на рослинності в болотистих місцях, де чекають на овець, але Де Брі вважав, що листя трави насправді перетворилося на сисун. Ентоні Фіцгерберт пішов далі у своїй «Книзі землеробства» (1523), описавши дві небезпечні рослини в болотистих місцях, а також описавши сам сисун. Габуччіні наблизився до розгадки таємниці життєвого циклу печінкового сисун не ближче, ніж два його попередники, і минуло три століття, перш ніж були зроблені проривні відкриття. Його книга переварена в довгому розділі Томаса Муффе під назвою «Про ознаки та лікування глистів у Габуччіна».

У 1500-х роках лікарі не лише писали медичні книжки, але часто описували рослини та тварини. Наприклад, лікар Едвард Воттон. Він отримав вищу освіту в Оксфорді та ступінь доктора медицини в Падуї, потім повернувся до практики в Лондоні, де він служив президентом Королівського коледжу лікарів. Його «De differentiis animalium libri decem», написана в Парижі 1552 року, була оглядом тваринного світу, складеним переважно з класичних джерел. Однак, у дев'ятій книзі, присвяченій комахам він подає багато оригінальних спостережень. Тут він намагався узгодити свої спостереження статевого розмноження з традиційною вірою в самозародження. Вага традиції була для нього занадто сильною, і він дійшов висновку, що існують обидва методи відтворення. У другій половині 1500-х років точилася гонка за публікацію першої книги, присвяченої повністю комахам, хоча учасники, ймовірно, не знали про роботу один одного.

Томас Пенні пішов стопами Вільяма Тернера і був другом сина Тернера, Пітера. Як і Тернер, він вивчав теологію та медицину в Кембриджі, а в 1565 році поїхав до Цюріха, щоб вивчати медицину у Конрада Гесснера. Це тривало лише кілька місяців, перш ніж Гесснер раптово помер від чуми. Перед тим, як приїхати туди, Пенні вже почав вивчати як рослини, так і комах, і після прибуття він і Гесснер поділилися своїми знаннями з цих предметів один з одним. Гесснер запланував том про комах, але його єдиний опублікований звіт про «комах» стосувався скорпіонів.

Після смерті Гесснера Пенні допоміг у підготовці деяких рукописів до публікації, і він придбав деякі з рукописів про комах. Потім Пенні подорожував і навчався в Європі (1566–1569), перш ніж повернутися зі ступенем доктора медицини до Англії, де він практикував медицину в Лондоні. Коли він повернувся, його ботанічний інтерес був домінуючим, але він витратив останні 15 років свого життя на підготовку до написання книги про комах, використовуючи матеріали Вутона, Гесснера та власні матеріали. Однак, він так і не написав книгу, а передав свої матеріали своєму молодому другові та колезі Томасу Муффе. Муффе також навчався в Кембриджі, а потім отримав ступінь доктора медицини в Базелі, а потім практикував у Лондоні. Він повідомив, що матеріали Пенні були погано впорядковані та написані. Упорядковуючи їх, Томас Муффе додавав власні коментарі, які були менш корисними, ніж коментарі Пенні. Муффе весь час мусив відволікатися на заняття своєю зайнятою медичною практикою і так і не опублікував свій латинський рукопис. Його вдова продала його записи Теодору Маєрну, який нарешті опублікував його в Лондоні в 1634 році. Вони містять близько 500 дерев'яних гравюр різної якості. Він робив наголос на комах-шкідниках і способах боротьби з ними. Не заперечуючи можливості спонтанного зародження, він висловив скептицизм щодо цього, оскільки ніхто не стверджував, що бачив це. З іншого боку, він не завжди скептично ставився до фольклору, наприклад до повідомлення про те, що в Індії була сарана три фути завдовжки, чії задні лапи використовувалися як пилки. Принаймні в одному випадку медичні та ентомологічні інтереси Муффе та Пенні зійшлися, щоб створити оригінальні спостереження — щодо коростяного кліща *Sarcoptes scabiei*, який був відомий із Середньовіччя.

## 7.2. Досягнення біологічних досліджень в 17 столітті.

На початок 17 століття наукова активність невпинно зростала. Наукові дослідження вийшли за межі університетів. Було створено велике число приватних та громадських ботанічних садів і музеїв, вчені активно переписувалися між собою. Виникла потреба для поза університетського об'єднання вчених. У 16 столітті в цьому русі лідирувала Італія. Міжнародне спілкування між науковцями покращувалося, але все ще було досить скромним за сучасними мірками. Італія та Англія забезпечили гарне середовище для розширення науки, 1600–1650 рр., але так само зробили Франція та Нідерланди. Німеччина в той час страждала від Тридцятилітньої війни 1618–1648 років.

Наприкінці 1500-х років неаполітанський дворянин і натурфілософ Джамбаттіста делла Порта (1535–1615), будучи ще підлітком, заснував перше наукове товариство *Academia dei Segreti* (*Academia Secretorum Naturae*). Його надихали літературні академії Неаполя. Він і його група досліджували широкий спектр наукових тем, таких як магнетизм, оптика, дистиляція, механіка води і пари, змушування рослин цвісти або плодоносити не в сезон. Також, вони практикували те, що зараз вважається псевдонаукою: фізіономіка та дивні ліки. Це вони називали природною магією. Порта був плідним автором, чия найвідоміша праця, *Magia Naturalis*, містила результати досліджень Академії. Вона вперше з'явилася в чотирьох «книгах» у 1558 році, але через багато пізніших видань виросла до 20 «книг» до 1589 року. Крім 12 латинських видань, було чотири італійською, сім французькою, дві німецькою та дві англійською. Англійський переклад не був опублікований до 1658 року, а друге видання з'явилося в 1669 році.

Хоча Порта повідомив про виявлення маленького чорного «насіння» у грибах у своїй *Phytognomonica*, це не призвело його до висновку, що гриби розмножуються лише «насінням», яке ми називаємо спорами (1588). Розповіді Порти про фізичні науки в «Природній магії» певною мірою ґрунтуються на реальних експериментах, але його розповіді про народження тварин і рослин є лише повторенням традиційних вірувань.

Немає явних доказів того, що він проводив будь-який із експериментів, які він пояснював. Наприклад, щодо того, щоб змусити рослини цвісти чи плодоносити поза сезоном, інформацію було запозичено від авторитетів, які він цитував, і мало ймовірно, щоб спрацювати. Наприклад, щеплення виноградної лози на вишневі дерева. Хоча інквізиція закрила академію Порти на кілька років, її діяльність і його публікації пізніше привернули увагу іншого дворянина-підлітка, Федеріко Чезі (1585–1630). Незважаючи на сильну протидію свого батька, але за підтримки

матері, Сезі сформулював амбіційну програму розвитку науки. Його засобом реалізації своєї програми було заснування у 1603 році в Римі другого наукового товариства, Accademia dei Lincei. Порта використовував рись як емблему на титульній сторінці *Magia Naturalis* (1589) через її нібито здатність бачити крізь стіни, а Чезі прийняв її як символ бажання своєї академії проникнути в таємниці природи. Спочатку він складався з Чезі та трьох друзів у Римі, але Порта приєднався до них 1610 році, а Галілей у 1611 році. На цей момент товариство збільшилося до 30 членів. Додавання Галілея розширило порядок денний Академії за межі природної історії, включивши астрономію та фізику. Галілей також познайомив своїх колег по товариству із мікроскопом і мікроскопічними дослідженнями тварин. Власний «мікроскоп» Галілея був просто його перевернутим телескопом, а його розповідь про око комахи повідомив шотландець Джон Воддерборн, який був у Падуї в 1610 році. Однак, Академія була настільки зайнята публікацією телескопічних досліджень Галілея та захистом його поглядів, що її члени почали свої мікроскопічні дослідження лише в 1624 році, до того часу вже використовувалися вдосконалення Кеплера чи Дреббеля. Також у 1624 році лінсеанець Йоганнес Фабер ввів слово «мікроскоп».

Лінцеанці вирішили спершу зосередити свою увагу та свої мікроскопи на медоносній бджолі, яка була легкодоступною, але особливо тому, що було три бджоли на гербі родини Барберіні, один із представників якої став папою Урбаном VIII у 1623 році. Accademia dei Lincei прагнула його підтримки в той час, коли різні церковники вже скаржилися на публікації Галілея. У 1625 році Йохан Фрідріх Гройтер виготовив для Лінцеанців першу друковану ілюстрацію, зроблену за допомогою мікроскопа, під назвою *Melissographia* та збільшену приблизно у 20 разів. Також у 1625 році Чезі опублікував супровідний *Ariarium*, узагальнюючи все, що відомо про медоносних бджіл. Незважаючи на те, що лінсеанці видавали книги звичайного розміру, Чезі вирішив опублікувати *Ariarium* у вигляді чотирьох гігантських аркушів розміром 107×69,5 см. Цей незручний формат із дрібним латинським шрифтом значно обмежував його розповсюдження та збереження. Лінчеї також використовували збільшення для з'ясування різних аспектів рослин. Вони виявили, що коричневі зерна на нижній стороні листя папороті насправді є «насінням», а потім вони виявили «насіння» мохів.

Незважаючи на ці відкриття, Чезі і Порта, все ще вірили, що деякі рослини можуть виникати шляхом спонтанного зародження. Амбітні плани Чезі щодо публікацій з ботаніки були перервані через його смерть. Лінсеанцем, який опублікував важливі ботанічні роботи, був Фабіо Колонна (1567–1650). Однак, він опублікував значну частину своїх робіт ще до того, як приєднався до Академії в 1612 році.

Іншим важливим проектом товариства була публікація скороченої природної історії Мексики Франсіско Ернандеса (1517–1587). Ернандес був іспанським лікарем, який цікавився природою своєї країни. Він почав анований іспанський переклад «Природничої історії» Плінія в 1566 році, який закінчив, перебуваючи в Мексиці в 1570-х роках, і його було опубліковано в Мадриді в 1624 році. Філіп II, який мав загальний інтерес до науки, призначив Ернандеса головним медичним офіцером Мексики 11 січня 1570 року, а потім відправив його туди для вивчення рослин, тварин і мінералів, з акцентом на медичне використання. Неортодоксальні релігійно-філософські погляди Ернандеса могли стати ключовим чинником у цьому рішенні короля. Вони припускали, що це займе близько п'яти років, але у своєму четвертому листі до Феліпе 30 квітня 1572 року Ернандес повідомив, що це може зайняти дев'ять або десять років.

Він зібрав величезну колекцію з 10 томів кольорових картин і шести словесних описів 3000 рослин, 40 чотириногих, 229 птахів, 58 рептилій, 30 комах, 54 водних тварин і 35 мінералів, а також висушених ацтекських рослин. Насіння та рослини, які він привіз, були висаджені в іспанських ботанічних садах, зокрема в Аранхуесі. Хоча він робив нотатки про географію та клімат, він зосереджувався, насамперед, на зборі та описі зразків, мабуть, збираючись організувати колекцію для публікації після повернення. Він прожив ще десять років після повернення до Іспанії, але так і не організував його. Те, що він повернувся зі слабким здоров'ям, можливо, було доречним, хоча існує ймовірність того, що його неортодоксальний світогляд був фактором. У 1580 році він пішов у відставку, і Філіп II доручив своєму наступнику Нардо Антоніо Речкі (пом. 1595) підготувати до публікації величезну кількість письмових та ілюстрованих рукописів. У 1582 році

Реччі виконав своє завдання і повернувся до рідного Неаполя, маючи з собою свій перероблений рукопис, припускаючи, що він його опублікує. Але, й цього він ніколи не робив. Ернандес залишив копію своїх матеріалів у Мехіко, і деякі з них були опубліковані там у 1579 р., а також у 1615 р. Порта писав Уліссе Альдрованді в 1589 році, що Ернандес помер від розбитого серця, коли Рада Індії під керівництвом Філіпа II сказала йому, що від його ілюстрації та описи 4000 рослин і тварин мало користі, «оскільки це індійські рослини, яких не можна використовувати в Іспанії; і крім того, у книзі не було порядку».

У 1610 році Чезі поїхав до Неаполя, щоб переглянути редакцію Реччі, яку той залишив своєму племіннику. Він зміг отримати копію тексту та доступ до ілюстрацій у 1611 році. Величезний масштаб цього починання спричинив затримки, які неможливо собі уявити. У 1628 році вони надрукували майже 900 сторінок і 800 ілюстрацій. Довга боротьба за публікацію завершилася успішно лише в 1651 році, але весь процес був настільки складним, що немає двох однакових копій «*Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus seu Plantarum Animalium Mexicanorum Historia ex Francisci Hernandez*».

Іншим проектом, яким займалася Accademia dei Lincei, була колекція величезного «музею паперу» – добре виконаних кольорових малюнків рослин, тварин і скам'янілостей. Чезі хотів знайти спосіб класифікувати скам'янілості. Вони замовили вражаючу серію малюнків скам'янілостей, і оскільки опублікували небагато з них, то вони також були частиною його «паперового музею». Франческо Стеллуті нарешті опублікував регіональне дослідження «*Trattato del Legno Fossile Minerale*» (1637) від імені усієї Accademia dei Lincei. Він вважав, що викопна деревина «утворюється не з насіння чи кореня будь-якої рослини, а лише з шматка землі, що містить багато глини».

Подібний до італійського імпульс до організації науки також виник в Англії приблизно в той же час, але в іншій формі. Френсіс Бекон (1561–1626) став і філософом, і захисником науки, і його вплив був більшим, ніж у італійських організаторів наукових товариств, хоча він з'явився вже після його смерті. Бекон навчався у Франції протягом трьох років студіюючи римське право та французьку мову. Тут він ознайомився із роботами радикального реформатора освіти П'єра де Ла Раме (1515–1572), відомого своїми нападами на безплідні вчення аристотелівців. Видатна кар'єра Бекона в уряді, безсумнівно, надала ваги його висловлюванням щодо науки. Він критикував тогочасну освіту в «*The Advancement of Learning*» (1604), але його власна спроба спрямувати науку на змістовні дослідження була невдалою. Його посмертна робота «*Sylva Sylvarum*» (1627) є здебільшого збіркою старих традиційних знань. Наприклад, він писав, що деревний мох є різновидом волосся; бо це сік дерева, який виділяється та не асимілюється. Такі уявлення спонукали Вільяма Гарві до його відомого коментаря, що Бекон писав натуральну філософію «як лорд-канцлер». Тим не менш, Бекон був під впливом «Природної магії» Порти, висловився із ідеєю провести серію експериментів, щоб збільшити швидкість росту рослин. Він виростив кілька рослин у воді і виявив, що вони проростають швидше, ніж у ґрунті. «*Catalogue of Particular Histories by Titles*» Бекона пізніше послужив списком бажаних проектів для англійських учених. Серед них:

19. Природнича історія географії; гір, долин, лісів, рівнин, пісків, боліт, озер, річок, потоків, джерел...

20. Історія припливів і відпливів моря; Течії, хвилястість та інші рухи моря.

21. Історія інших морських аварій; його солоність, його різні кольори, його глибина; також Скелі, Гори та Долини під водою тощо.

34. Історія рослин, дерев, кущів, трав; та їхні частини: коріння, стебла, деревину, листя, квіти, плоди, насіння, камедь тощо.

35. Хімічна історія овочівництва.

36. Історія риб, їх частин і породження.

37. Історія птахів, їхніх частин і покоління.

38. Історія чотириногих, їх частини та породження.

39. Історія змії, черв'яків, мух та інших комах; а також їх частин і генерації.

Молодий лікар, Томас Браун (1605–1682), мав англійську та континентальну медичну освіту, яку можна порівняти з Гарві, але він не прагнув працювати серед еліти свого рідного міста, Лондона. Він оселився в Норвічі, але став відомий далеко за його межами. Інтереси Брауна були набагато ширшими, ніж інтереси Гарві, але через це його наукові дослідження також були більш поверхневими. Браун звернувся до своїх широких інтересів у дуже популярній книзі «Pseudodoxia epidemica: or Inquiries Into Very Many Received Tenents and Commonly Presumed Truths» (1646). Багато сучасників схвалювали його прагнення відокремити факти від фольклору, але це було важко через широке поле його дослідницьких інтересів. Однією з «помилкок», яку досліджував Браун, було твердження Плінія, Вергілія та інших, що «Омела розводиться на деревах із насіння, яке птахи, особливо дрозди та кільчасті голуби, пускають на нього...» Браун був схильний погоджуватися з Беконом в тому, що омела – це «деревовидна поросль, або, скоріше, суперрослина, вирощена з в'язкого і надлишкового соку, який саме дерево не може засвоїти». У листопаді Браун зібрав галли з дубів та інших рослин і виявив, що маленькі черви в них стали мухами в червні. З цих спостережень він дійшов висновку, що «... якщо гнильні соки тіл породжують багато мух і личинок, вони свідчать про загальне зіпсуття та заявляють, що елементи сповнені насіння гниття, як велика кількість гусениць, комарів». Він легко відкинув такі твердження, що у слонів немає суглобів на ногах, у коней немає жовчі, а у борсуків одна сторона довша, ніж інша. Коли він розглядав твердження про велике довголіття тварин, він використовував кілька видів доказів. Ще Аристотель помітив деяку кореляцію між періодом вагітності, періодом дозрівання та довголіттям. Слон, який міг би дожити до ста років, має період вагітності в рік і потребує 20 років для дозрівання. Вівці та кози, які живуть лише 8 або 10 років, мають період вагітності п'ять місяців і досягають зрілості через два роки. Отже, «Олень, який живе в утробі лише вісім місяців, і завершується в шість років, згідно з ходом природи, ми не можемо очікувати, що він проживе сто; ні в будь-якій пропорційній надбавці набагато більше тридцяти».

Релігійний діяч, який проявляв інтерес до науки, Микола Кузанський написав книгу діалогів «Idiotae» в чотирьох частинах. У частині IV «Про статичні експерименти» він стверджував, що деякі речі неможливо визначити за допомогою міркувань і логіки, а вимагають експерименту та вимірювання.

Оратор запитав: «Є приказка, що не можна давати жодного чистого елемента, як це підтверджується Балансом?». Ідіот відповідає: «Якщо людина покладе сто ваги землі у великий глиняний горщик, а потім візьме кілька трав і насіння, зважить їх, а потім посадить або посіє їх у цьому горщику, а потім дозволить їм рости там так довго, поки він поступово, потроху, не отримав сотню їх ваги, він знаходив землю, але дуже зменшилася, коли він прийшов, щоб зважити її знову: за допомогою чого він міг зібрати, що всі вищезазначені трави мали свою вагу від води. Тому води, поглинуті (або просочені) землею, притягували землю, і завдяки дії Сунна на траві конденсувалися (або конденсувалися в траву). Якщо ці бджолині трави не згорять дотла, ти не здогадаєшся про різноманіття ваги всіх. Скільки землі ти знаходиш понад сто ваги, а потім робиш висновок, що вода принесла все це? Бо елементи перетворюються один на одного частинами».

Немає жодних доказів того, що Микола Кузанський використовував такі експерименти. Однак, його книга була дуже популярною в середині 17 століття. Лікар-вчений Йоганнес Баптіста ван Гельмонт (1579–1644) таки провів цей експеримент. Він був таким же побожним католиком, як і Галілей, і, як і Галілей, був засуджений за свої твори. У його випадку засудження було здійснено його власним університетом у Лувені (1623 та 1633–1634) та католицькою інквізицією (1625) за книгу, яку він написав у 1621 році про загоєння ран магнітами. Він був поміщений під домашній арешт у 1634 році (через рік після Галілея) і залишався в такому статусі до 1642 року.

Хоча він ввів слово «газ» і намагався розрізнити різні види, він також захищав ідею Ніколауса (яка фактично сходить до Фалеса в давнину), що вода є універсальним елементом, а інші речовини є її модифікаціями. Після зіткнення з інквізицією він не публікував інших своїх творів з науки та медицини, і лише після його смерті його син Франциск Меркуріус ван Гельмонт опублікував свою роботу *Ortus Medicinae* у 1648 році. Розповідь про експеримент ван Гельмонта з вирощування рослин викликав великий інтерес, оскільки це був реальний, а не просто

гіпотетичний експеримент. Здається іронією, що той, хто відрізняв гази від повітря, не помітив, що його верба контактувала не лише з брудом і водою, а й з повітрям, з якого вона також могла поглинути речовину. Його молодший сучасник Рене Декарт (1596–1650) опублікував його «Discours de la methode» (1637) про те, як займатися наукою, вчасно, коли ван Гельмонт замислився над своїми чотирма правилами, четверте з яких полягало в тому, щоб «робити перерахування настільки повними, а огляди настільки загальними, щоб я був упевнений, що нічого не пропустив». У цьому випадку ван Гельмонт не дотримувався правила 4. Інакше, він міг би визначити повітря, як потенційно відповідний фактор. Звичайно, натомість він міг міркувати так: оскільки все походить із води, і він уже дозволив рослинам поглинати воду, повітря не потрібно враховувати; але якби це була його думка, швидше за все, він би так і сказав.

«Ortus medicinae» Ван Гельмонта вже викликав інтерес в Англії ще до того, як був перекладений у 1662 році. Ісаак Волтон обговорював експеримент із ростом верби в «The Compleat Angler». У 1658 році ріст рослин зацікавив двох колег з Оксфордського університету, Роберта Бойля (1627–1691) і Роберта Шаррока (1630–1684). Шаррок опублікував «Розмноження та вдосконалення овочів шляхом збігу мистецтва та природи» в 1660 році, за рік до того, як Бойль опублікував «Скептичний хімік». Шаррок хотів перевірити твердження Бекона в *Sylva Sylvarum*, і він вирішив перевірити широкий спектр видів, що ростуть просто у воді. Він помістив маленькі пагони без коріння у флакони з водою і виявив, що принаймні 24 види дали коріння, а 17 — ні; кілька вкорінених видів загинули незабаром після того, як проросли коріння. Він зважив рослини, що вижили, і опублікував свої дані про їх збільшення протягом зазначеного періоду часу. Він також виявив, що «у з'єднаних стеблах додаткові корені виникли з вузлів, тоді як у пагонів без з'єднань вони з'явилися з-під пазушних бруньок». Шаррок присвятив свою книгу Бойлю, і оскільки той спостерігав за деякими з його експериментів, він, можливо, пробудив у нього інтерес до росту рослин. Бойл зазначив у «Skeptical Chymist», що він почав свої власні експерименти ще до того, як дізнався про роботу ван Гельмонта, і що він міг би не турбуватися, якби прочитав його книгу заздалегідь. Бойл був активним експериментатором. Він довірив експеримент своєму садівнику, коли його навіть не було вдома. Хоча Бойль був високоповажним ученим-експериментатором, він не головним авторитетом на цю тему у своєму столітті.

Ще один дослідник Джон Вудворд (1665–1728) був лондонським лікарем, професором Грешемського коледжу та членом Лондонського королівського товариства. Він скептично поставився до того, що писали Бекон, Гельмонт і Бойль про воду як джерело росту рослин, і вирішив провести власні дослідження. Насамперед, щодо експериментів з вирощування рослин у землі, додавання води та зважування землі та рослини через певний період часу, так і до вирощування рослин лише у воді. У жовтні 2004 р., по-перше, він сумнівався в здатності людини «запекти Землю з такою точністю, щоб зменшити її двічі до тієї самої сухості» ), але більш фундаментально, він сумнівався, що вода, що використовується у тих попередніх експериментах був чистою. Він побував у різних куточках Англії, досліджував води і так і не знайшов жодної чистої води. Якщо налити найчистішу воду в скляний флакон, закупорити його та почекати кілька днів, іноді можна виявити або зелене забарвлення, або мінеральні частинки, що осідають на дно флакона. У 1691–1692 роках він провів близько двох десятків експериментів, у яких помістив різні види рослин у схожі скляні флакони, покриті пергаментом, за винятком отвору для стебел рослин, і поставив їх у ряд біля вікна, куди вони отримували повітря і світло.

Коли вода у флаконах зменшувалася, він поповнював її, але зважив додані кількості. У процесі він відкрив транспірацію, хоча й не назвав її. Він запропонував вісім цікавих «роздумів» про свої експерименти (Woodward, 1699)

1) У рослинах того самого виду, чим менше їх разом, тим витягується менша кількість рідкої маси, в якій вони закладені.

2) Набагато більша частина рідкої маси, яка відбирається і транспортується в рослини, не осідає і не залишається там: але проходить через їх пори і видихає в атмосферу.

3) Велика частина земної матерії, яка змішується з водою, піднімається в рослину, а також воду.

4) Рослина більш-менш живиться і збільшується відповідно до того, як вода, в якій вона стоїть, містить у собі більшу чи меншу кількість власне земної матерії.

5) Овочі утворюються не з води, а з певної специфічної матерії. Було виявлено, що значна кількість цієї матерії міститься як у дощовій, джерельній, так і в річковій воді

6) Джерельна та дощова вода містять приблизно однакову кількість рослинних речовин: річкова вода більше, ніж кожна з них.

7) Вода служить лише транспортним засобом для земної матерії, яка утворює овочі: і сама вона не додає до них жодного доповнення. Там, де не вистачає справжньої земної матерії, Рослина не збільшується, хоча в неї ніколи не піднімається стільки води.

8) Вода не здатна виконувати цей обов'язок для рослин, якщо їй не сприяє належна кількість тепла

Обговорюючи своє друге міркування, він прокоментував, що країни з деревами та більшими овочами мають велику вологість і частіші дощі, ніж інші країни з більш відкритим простором. В Америці перших поселенців дратувала вологість, але після того, як вони вирубали ліси, «повітря швидко виправилося та прояснилося: змінюючись на більш придатне, яка стала набагато більш сухою та спокійною, ніж раніше». Він також вважав, що запахи рослин передаються водою, яка випаровується з рослини. Обговорюючи своє четверте міркування, він прокоментував: «Неможливо уявити, як одна однорідна матерія, що має свої основи або оригінальні частини, всі з однієї субстанції, будови, величини, фігури та гравітації, коли-небудь повинні становити тіла, настільки надзвичайно несхожі в усіх цих відношеннях на різні види овочів. Крім того, чому поля з часом стають неродючими і їх потрібно поповнювати гноєм, якщо рослини ростуть лише з води? Чому вишні найкраще процвітають у графстві Кент, яблука — у Герефордширі, шафран — у Кембриджширі, якщо їм потрібна лише вода?»

Вудворд був більш досвідченим експериментатором, ніж його попередники, але, заперечуючи те, що ріст рослин відбувається лише від води, він зайшов занадто далеко, заперечуючи, що вода взагалі сприяє росту. Крім того, хоча він сказав, що поставив свої флакони там, де рослини могли отримати повітря та сонце, він не розглядав ні те, ні інше як потенційні фактори росту. Кожен із цих авторів ґрунтувався на роботах своїх попередників і дещо покращив розуміння росту рослин і способів його вивчення. Однак, вони все ще не мали базового розуміння росту. Перш ніж цього можна було б досягти, хіміки мали б ідентифікувати гази в повітрі. Це станеться лише в наступному столітті.

Ще однією спорідненою із екологією сферою досліджень є демографія. Це наука про якісний і кількісний склад населення, а також про його переміщення. В межах екології вона близька до популяційної екології або демекології. До періоду Наукової революції інтерес до демографії був незначний. З метою вдосконалення управління окремими державами робились часткові демографічні дослідження щодо людей, а для оцінки мисливських угідь дослідження щодо демографії тварин. Протягом 1600-х років виник інтерес до демографії людей, і це відродило інтерес до демографії тварин.

Перші публікації були пов'язані із даними, які подаються в Старому Заповіті щодо віку біблійних патріархів. Французький теолог-єзуїт Дені Петау (1583–1652) обговорював цю загадку у своїй широко перевиданій праці «Opus de doctrina temporum» (1627). Було певне здивування щодо того, чому вік спочатку був таким довгим, а потім скороченим, але питання, яке викликало розрахунки, полягало в тому, з якою швидкістю Землю заселяли нащадки Адама та Єви, а потім нащадки Ноя. Вважається, що асирійська цивілізація виникла лише приблизно через 153 роки після Ноевого потопу, але незабаром після цього у них була велика і густонаселена імперія, і вони зіткнулися з іншими густонаселеними націями у війні. Очевидно, деякі з попередників Петау не довіряли його даним про репродуктивну здатність людини, оскільки вони вдавалися до постулатів, що ранні люди починали потомство у віці 13 років або молодше, і що народження близнюків або трійні було частим. Відкидаючи ці припущення, його власні довільні припущення полягали в тому, що одна або дві лінії нащадків Ноя будуть повністю чоловічої статі, а інша лінія дасть достатньо жінок, щоб забезпечити їм пару. Він також припустив, що дітонародження починається у віці 17 років і що кожна людина матиме вісім синів до 24 років. Оскільки, він також припускав,



що до 24 років не буде смертності, він збільшував кількість дітей у кожному поколінні кратним 8. Його обчислення з числа дітей, народжених кожні 23 роки після Потопу (але починаючи з восьмого року після нього) протягом 285 років склала 623 612 358 728. Його розрахунок для 215 року є неправильним, що скидає нанівець подальші розрахунки, але правильні цифри не змінили б його висновку про те, що потенціал зростання людського населення міг би швидко заповнити землю, якби не було смертності до 24 років, і якби всі мали дітей.

Пояснення біблійному феномену можна вивести, опираючись на принцип «леза Оками». Згідно із ним логічніше припустити, що Мойсей (авторство приписується саме йому) просто переказав міф або намагався притягнути семітську усну історію під офіційну давньоєгипетську хронологію. Адже, в історії семітських народів, переказаних в "Біблії", зустрічаються реальні історичні персонажі та події, які чітко зафіксовано на часовій шкалі єгипетської хронології. Тому, часто між умовним "дідом", який зустрічався з одними із них, і його умовним "внуком", який зустрічався із іншими, лежать століття. Припустити, що, насправді, він не дід, а пра-пра-пра... дід чи взагалі якийсь далекий родич, Мойсею не хотілося, ось він і написав, що хтось жив століттями, а хтось менше віку. Скорочення так званого "довголіття" пов'язане не із реальним скороченням тривалості життя, а із зменшенням кількості "забутих предків" в ближчі до автора історичні епохи.

Дискусія Петау вразила сера Томаса Брауна (1605–1682). У своїй «Pseudodoxia Epidemica» він намагався спростувати «вulgарну думку», що «земля була малолюдна до потопу». Його положення не збігалися з постулатами Петау, але він, тим не менш, дотримувався методології Петау, і незрозуміло, що саме представляє його остаточна формула. Тим не менш, він об'єднав демографічну історію людей і тварин і зробив нові висновки. Його занепокоєність довголіттям патріархів спонукала його до введення віку як чинника природного балансу (Egerton 1966), а вік також був одним із двох факторів, що контролюють розмір популяції, іншим є кількість нащадків.

У цьому уривку Браун ввів в англійську мову терміни *multiparous*, *uniparous*, *oviparous*, *vegetiparous* і *viviparous*. Він підкреслив, що повільна швидкість розмноження не стримує збільшення популяції, коли особини виду довго живуть, з тривалим періодом плідності. У цьому відношенні він порівняв двох тварин, людей і слонів. Останні виношують ембріон два роки, але живуть і 100 років (за Аристотелем). Браун погоджувався як з природним балансом (довгожителі мають мало нащадків, так і з короткоживучими — багато), і можливістю чуми тварин, але він не ставив питання про те, коли баланс порушується і виникає така чума. Якби його запитали, він міг би згадати, що коні не мали хижаків на острові Астіпалея. Однак, роздумів Томаса Брауна та Дені Петау було недостатньо для зародження демографії як науки.

У 1662 році успішний лондонський галантерейник Джон Граунт (1620–1674), який також обіймав кілька міських посад, опублікував «Природні та політичні спостереження, згадані в наступному покажчику, і зроблені на рахунок смерті: з посиланням на уряд, релігію, торгівлю».

Цей перший статистичний трактат, який пройшов п'ять видань до 1676 року, продемонстрував корисність демографічної статистики для уряду, медицини та інших цілей, і він викликав інтерес вчених, уряду та інших офіційних осіб по всій Європі (Egerton, 1972). Лондон щотижня публікував свою кількість смертей та їхні ймовірні причини. У своїй передмові Граунт зазначив, що, на його думку, рахунки про смертність мають бути більш корисними, ніж просто попереджати людей про посилення чуми або задовольняти пусту цікавість. Крім впливу почуття громадянського обов'язку робота Граунта, була заохочена та скерована його другом, сером Вільямом Петті (1623–1687), одним із перших членів Лондонського королівського товариства (Egerton, 1972). Він пояснив, що лондонські дані мали кілька недоліків, які вплинули на їхню точність: частота та географічна територія, охоплена у звітах, різняться з роками; не вистачало стандартизованої термінології для опису причин. Проте, ці дані все ще можуть бути використані для важливих відкриттів. Одним з його найважливіших відкриттів була закономірність явищ, коли є велика кількість даних. Кількість померлих від більшості причин – за винятком епідемічних захворювань, але включаючи хронічні хвороби, самогубства, вбивства та різні нещасні випадки – залишалася приблизно однаковою з року в рік. Записи показали, що хлопчиків народилося трохи більше, ніж дівчаток, і що співвідношення статей залишалася приблизно рівним. Він намагався вивести з цих даних кількість населення, розподіл населення за віком і різницю в смертності між

містом і селом. Незважаючи на те, що його книга була початком, його процедури іноді було важко зрозуміти, а ступінь його точності було важко оцінити.

Ця процедура може не викликати довіри у сучасного статистика, але вона була адекватною при зародженні статистики. Крім того, Граунт також спробував оцінити популяцію трьома іншими методами. На додаток до щотижневих лондонських звітів смертності, Граунт використовував записи про хрещення та статистичні дані з сільської парафії Ромсі, які він порівнював із лондонською статистикою. Порівнявши статистику народжуваності, одруження та смерті в Лондоні та Ромсі, він дізнався, що в Ромсі щорічно помирає один із 50, а в Лондоні – один із 32. Він дійшов висновку, що очікувана тривалість життя в сільській місцевості вища, ніж у місті, і що дим Лондона був фактором, який спричиняв коротшу тривалість життя. Хоча ці звіти короткі, Граунт вказав на два простих, але корисних методи вивчення популяції риб: «Адам і Єва подвоюються кожні 64 роки з 5610 років, що є віком світу згідно з Святе Письмо, породить набагато більше Людей, ніж Січень 2005 35 зараз у ньому. Отже, світ не є вищим за те, що його визначає Святе Письмо». Це надихнуло сера Метью Гейла (1609–1676), лорда-головного суддю Англії на синтез демографії людей і тварин. Його «History and Analysis of the Common Law of England» були високо оцінені та пройшли шість видань до 1820 року. Метью Гейл поєднував глибокий інтерес до релігії та любительський інтерес до науки. Це найкраще проявилось в його книзі «The Primitive Origination of Mankind, Considered and Examined According to the Light of Nature» (1677). Він хотів підкріпити історичну достовірність Книги Буття демографічними доказами. Оскільки, він усе життя займався юриспруденцією, він надавав велике значення наявності якомога більшої кількості доказів для підтвердження своєї думки, особливо коли всі докази були непрямими. Таким чином, він написав повний синтез демографії.

Хейл спробував відповісти на чотири запитання: 1) чи буде людство поступово розширюватися, якби не було екологічних перешкод; 2) які екологічні перешкоди існували; 3) чи запобігли ці перешкоди збільшенню кількості людей протягом історичних часів; і 4) чи з'явилося людство в не надто віддаленому минулому (Hale 1677). Ніхто не сумнівався в позитивній відповіді на його перше запитання, але ніхто до Граунта не мав статистичних даних, щоб аргументувати їх. Хейл використовував цифри, які, на його думку, були більш консервативними, ніж були правдивими. Особистий досвід Гейла був таким: у нього було 10 дітей, четверо з яких померли в дитинстві; хоча інші шестеро одружилися, лише двоє пережили його; у нього було 18 онуків. Хейл навів цифри Аристотеля щодо віку розмноження, чисельності потомства та довголіття загальновідомих тварин. Екологічні обмеження збільшення населення були відомі з давніх часів. Дікеарх, «вчений і красномовний перипатетик», написав втрачену книгу про причини таких перешкод, а Цицерон (106–43 до н. е.) узагальнив висновки Дікеарха.

Граунт першим надав достатньо статистичних даних, щоб забезпечити основу для оцінки перевірок населення, але, оскільки, його дані стосувалися одного міста за короткий проміжок часу. Хейл оцінив інші звіти про чуму, голод, війни, міжособні конфлікти, повені та пожежі. Він хотів показати, що, взяті разом, вони не перешкоджають зростанню населення, тим самим дискредитуючи давньогрецьке уявлення про те, що існують цикли лих, які періодично виникають і залишають лише кілька людей і тварин, щоб заселити світ. Його основним доказом був вражаючий аналіз історичних записів, за допомогою якого він показав, що населення як євреїв, так і англійців збільшувалося протягом їхньої зареєстрованої історії, незважаючи на епідемії, голод, повені, війни та інші лиха. Переходячи до тварин, він зазначив, що люди контролюють поголів'я худоби, поїдаючи її (хоча це не стосується коней), і контролюють котів і собак, знищуючи небажаних дитинчат, а також роблять це зі шкідливими вовками та лисицями. Така ж причина стосується домашньої птиці та шкідливих птахів, тоді як інші птахи гинуть від зимових холодів або нестачі їжі. Тварини, які дають багато потомства, також мають коротке життя. Риба надихнула Гейла на глибші роздуми, тому що «їхнє зростання, здається, набагато більше, ніж у людей чи тварин...» Спираючись на «Історію тварин» Аристотеля, Томаса Брауна та інші англійські джерела, він обговорив шість обмежувальних факторів: 1) ікра, не запліднена самцями, не приносить плодів, і інші риби також їдять ікру, 2) люди їдять багато риби, 3) хижа риба 4) хижі птахи, 5) сильні морози вбивають ставкову рибу, або заморожуючи її, або «виключаючи

навколишнє повітря», а сильна спека та посуха також вбивають рибу в озерах, ставках і річках. Гейл мав деякий скептицизм щодо самозародження, але він не хотів повністю відкидати його для менших істот. Він визнав природний баланс як факт, а потім стверджував, що це не стосується людей. Інше питання, з яким зіткнувся Хейл, полягало в тому, як врахувати популяції людей і тварин в Америці. Він прийняв пропозицію іспанського єзуїта Хосе де Акоста (1540–1600), який був місіонером у Перу протягом 1571–1584 років і в Мексиці протягом 1585–1586 років, перш ніж стати ректором єзуїтського коледжу в Саламанці, Іспанія, і опублікувати «*Historia natural y moral de las Indias*» у 1590 році. Акоста визнав, що індіанці могли прийти до Америки на човнах, але єдиний правдоподібний спосіб, яким він міг пояснити, як великі тварини досягли Америки після Ноевого потопу, був через сухопутний міст між Азією та Америкою, і він підозрював, що люди також перепливали через нього. Сер Уолтер Релі (1552?–1618) вважав, що Ноїв ковчег не міг вмістити представників усіх тварин, але це було непотрібним, оскільки деякі мають «змішану природу» і могли бути «знову створені іншими, як мули», гієни, тощо. Гейл прийняв припущення Акости та Релі та вважав, що трансмутації можуть відбуватися чотирма шляхами: гібридизація, мутація, культивування та зміни ґрунтів і клімату. Примітивне походження людства Гейла було схвалено другом Граунта, сером Вільямом Петті, і згадувалося іншими англійськими авторами. Її також було перекладено німецькою мовою і залишалося в списку книг для британських студентів теології до 1792 року (Egerton 1967). Після смерті Граунта Петті почав дослідження, схожі на дослідження Граунта, які він назвав «політичною арифметикою». Він підрахував, що в 1682 році населення Лондона становило 670 000, і що його населення подвоїлося за 40 років. Петті також спрогнозував зростання населення в Лондоні та в Англії та Уельсі з 1565 по 1842 рік, і він зробив припущення про зростання населення світу.

Сімнадцяте століття це не лише перші кроки в науці але й відкриття цілих її напрямків. Цей процес пов'язаний із діяльністю декількох яскравих особистостей. Часто вони були членами однієї наукової спільноти. Наприклад, це було в Лондонському королівському товаристві сприяння природничим знанням, яке було засноване в 1660 році і отримало королівську грамоту (але без грошей) від Карла II. Незабаром Товариство налічувало 115 членів, хоча лише близько 20 були активними. Серед них Роберт Гук. Він (1635–1703) не був одним із «перших екологів», але він зробив достатньо інновацій і відкриттів, важливих для передісторії екології. Те що його робота здійснювалася поруч із такою одіозною та значимою фігурою як Ісаак Ньютон дещо применшує його значення в очах істориків науки. Цю несправедливість слід виправити.

Гук народився на мальовничому острові Вайт, за дві милі на південь від Англії, і в дитинстві він був зачарований як його геологічними утвореннями, так і викопними мушлями. Його батько-проповідник помер, коли йому було 13 років, і Роберт став учнем лондонського художника. Він мав талант, але випари фарби негативно вплинули на його здоров'я, тому Гука відправили до Вестмінстерської школи, де директор, доктор Річард Басбі, визнав його геніальність і дав йому не лише солідну академічну освіту, а й навчив його виготовляти дослідницькі інструменти. У 1653 році Гук вступив до Оксфордського університету і незабаром став лаборантом Роберта Бойля. Він побудував знаменитий повітряний насос для нього. Гук далі сам використав його, щоб продемонструвати гіпотезу, яка стала відомою як закон Бойля.

Роберт Гук у своїй праці був натхненний творами сера Френсіса Бекона. У 1662 році він став куратором Королівського товариства, відповідальним за три-чотири експерименти або демонстрації на кожній щотижневій зустрічі. У 1664 році Королівське товариство вирішило виплачувати йому скромну щорічну стипендію. У 1665 році він став професором геометрії в коледжі Грешем, і Королівське товариство часто збиралося в його кімнатах. Його книга «*Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses*» (1665) містить 9 місяців його експериментів і демонстрацій. Він для цього використовував комерційний мікроскоп, ймовірно, від виробника приладів Річарда Ріва.

Роберт Гук проілюстрував клітини кори пробкового дуба та деревного вугілля і сказав, що бачив їх принаймні у восьми інших видах рослин, можливо включно з мохом, оскільки його ілюстрація показує клітини в листі. Не менш важливим, хоча й менш відомим, було його відкриття мікроорганізмів. Він помістив кілька піщинок під свій мікроскоп і виявив, що одна з них нагадує

дрібну мушлю водяного равлика, і зробив висновок, що це скам'яніла мушля. Це було те, що зараз називають форамініферами. Протягом кількох літ він спостерігав, що зелене листя дамаської троянди «всі вкриті жовтими плямами, а нижня сторона... має маленькі чорні цятки посеред цих жовтих плям, які неозброєним оком здаються не більшими за точка шпильки». Він досліджував їх під мікроскопом і побачив «кілька маленьких жовтих горбків... з яких, як я помітив, виростає безліч маленьких коробочок або чорних тілець, схожих на тріски», хоча він не міг побачити жодного «насіння». Він відкрив, але не дав назви грибку трояндова іржа (*Phragmidium mucronatum*). Він підозрював, незважаючи на свої припущення про насіння, що це звичайний мох або пліснява, «які рухаються гнильним і ферментативним теплом у поєднанні з теплом навколишнього повітря» і тому ростуть за «той же принцип, я думаю, *Miseto* з дубів, терну, яблунь та інших дерев, щоб мати свій оригінальний ... рідко або ніколи не ростуть на жодному з цих дерев, доки вони не починають дряхліти».

Далі він дослідив пліснява на шкіряній обкладинці книги та побачив щось, що здавалося дрібними грибами. На його ілюстрації показано те, що зараз називають спорангіфорами зі спорангіями. Він припустив, що останнє могло бути насінням, хоча він ніколи не знаходив насіння в грибах, «які, здається, залежать від зручного складу матерії, з якої вони зроблені, і збігу природного або штучного тепла». Він понюхав і спробував пліснява і виявив, що це неприємно.

Мікроскоп дозволив йому підняти питання про те, чи розмножуються мікроскопічні рослини «насінням», але він не продовжував це дослідження достатньо довго, щоб з'ясувати це. Потім він вивчав мох, який видно неозброєним оком, хоча його тонку структуру найкраще досліджувати під мікроскопом. Він легко впізнав його насінневу оболонку, яка до дозрівання була твердою, але після того, як вона збільшилася, з'явилася дірка, з якої, ймовірно, випало насіння, оскільки пізніше насінневі коробочки були порожнистими. Хоча йому не вдалося знайти жодного насіння моху, він припустив, що воно існує, але навіть незважаючи на це він залишався невпевненим щодо того, чи міг мох також виникнути «внаслідок руйнування, без будь-яких насінин. Незважаючи на ці незначні плутанини, Гук дав «чудовий опис структури моху з дивовижною кількістю деталей»

Коли він звернувся до комах, то констатував, що велика муха (більш за все *Calliphora erythrocephala*, яку він проілюстрував) за один раз відкладає 400–500 яєць, і їхня кількість надзвичайно зростає, «якби вони не були жертвою багатьох птахів, морозів та дощів». Це привело його до висновку, що відсутність кліматичних перешкод призводить до того, що тропіки «кишать такими безліччю сарани та інших паразитів». Спостерігаючи за синіми м'ясними мухами, він зробив висновок, що м'ясо, що гнило, спонукало їх відкладати на нього свої яйця.

Його найдетальніше дослідження комах стосувалося комарів, яких він називав водними комахами або мошками. Назва «москіт» використовувалася до 1665 року, але вона була запозичена з іспанської мови для позначення маленьких американських мух. Гук спостерігав їх у водній стадії, яка, на його думку, утворилася в дощовій воді (імовірно, шляхом самозародження). Він був зачарований їхньою формою та рухом, і, можливо, через це захоплення він виявив через два-три тижні, що вони перетворилися на комарів, «залишаючи лушпиння позаду у воді, що плаває під поверхнею. Він описав двох дорослих особин, правильно здогадавшись про їхню стать, хоча це була лише личинкова стадія. В інтересах науки він дозволив комару вкусити його руку і спостерігав, як той висмоктує його кров і «наповнює своє черево настільки, наскільки воно може вмістити, роблячи його дуже червоним і прозорим...»

За іронією долі, Гук опублікував велику ілюстрацію блохи саме того року, коли в Лондоні охопила епідемія чуми, яка вбила майже 100 000 людей. Королівське товариство було попереджено про серйозність епідемії з опублікованих звітів про смертність і призупинило свої засідання наприкінці червня. Карл II також покинув місто в пошуках безпечнішого клімату. Звичайно, ніхто не встановив зв'язку між щурячими блохами (*Nosophyllus fasciatus*) і чумою.

Гук спостерігав, як воша смоктала кров після двох днів голодування; мабуть, це була його кров, як це було з комаром. Він виявив, що воша була «настільки жадібною, що, хоча вона не могла вмістити більше, все ж продовжувала смоктати так само швидко, як завжди, і так само швидко випорожнювати себе позаду...» Оскільки Гук не був впевнений у можливості

самозародження в дрібних організмах, цікаво, що він виявив яйця кліщів. Самі кліщі були ледь помітні неозброєним оком, але він, безсумнівно, знайшов їхні яйця. Він підрахував, що кліщ має товщину лише одну соту дюйма, що означає, що в кубічному дюймі їх буде мільйон, але його яйця становлять лише 400-500 розміру дорослої особини. «Незважаючи на те, наскільки дрібним був хороший мікроскоп, ці маленькі рухомі цятки є комахами дуже красивої форми, кожна з яких має вісім добре сформованих і пропорційних ніг...»

Ілюстрації в *Micrographia* надихнули голландця Антоні ван Левенгука (1632–1723) почати надсилати свої власні висновки до Королівського товариства в 1673 році. Гук часто повторював дослідження Левенгука для Товариства та іноді додавав власні коментарі. У 1692 році Гук висловив жаль, що хоча в 1660-1680-х роках були інші мікроскопісти, Левенгук був єдиним, хто все ще публікував наукові спостереження. Сам він не міг повернутися до цієї теми через погіршення зору

Інтереси Гука та Королівського товариства були досить широкими, і він легко переходив у інші сфери. Прагнучи показати практичне значення науки, він і Королівське товариство досліджували різні аспекти мореплавання та навігації. Мало що було відомо про океани, і він подумав, що морські капітани, можливо, захочуть провести деякі дослідження, якщо їм нададуть обладнання та програму. Він винайшов глибиномір і пробовідбірник води. Перший визначав глибини глибше, ніж це було можливо, опускаючи зважену лінію. Він складався з більшої порожнистої кулі, з'єднаної з меншою суцільною металевію кулькою застілкою, яка відкривалася, коли суцільна куля торкалася дна, дозволяючи порожнистій кулі піднятися на поверхню. Одна розрахункова глибина за часом, що минув між падінням обох кульок у воду та повторною появою порожнистої кулі. Він ніколи не отримав широкого застосування, тому що це був незручний пристрій і тому, що моряки не цікавилися великими глибинами. Однак його пробовідбірник води широко використовувався океанографами в 1700-х і 1800-х роках. Це було «квадратне відро з верхньою та нижньою шарнірними кришками, яке відкривалося вгору, коли його опускали крізь воду на обтяженій скобі»

Гук, за пропозицією Королівського товариства у вересні 1663 року, почав вести щоденні записи про погоду, і таким чином заснував регулярне дослідження погоди, яке, як він сподівався, призведе до прогнозування погоди. Цей предмет стимулював його винахідницький геній, спонукаючи його винайти або вдосконалити всі п'ять основних метеорологічних інструментів: барометр, термометр, гігроскоп, дощомір і вітромір.

Але Гуку було недостатньо зробити новий інструмент – він завжди придумував його кращі версії. Він не тільки винайшов прилади, він також розробив і надрукував метеорологічну форму для запису даних. З самого початку він і Королівське товариство зрозуміли, що будь-яке наукове дослідження погоди вимагає як єдиного набору записів, так і стандартного набору інструментів. Однак наука ще не була достатньо добре організована, щоб ці ідеї були широко впроваджені. Це займе ще два століття.

Ідеї Гука щодо океанографії не пропали марно. Зрештою з'явився той тип моряка-розслідувача, якого прагнуло Королівське товариство — чудовий Вільям Дампір (1652–1715). Здається малоймовірним, що Королівське товариство вплинуло на нього до його першої навколосвітньої подорожі (початок 1679–вересень 1691), під час якої він зібрав цінну інформацію про географію, океанські течії, переважаючі вітри, людей, тварин і рослини. Однак, після повернення він обговорив свої відкриття з Гуком і Королівським товариством. Ці дискусії, безсумнівно, підвищили його витонченість, коли він писав «*A New Voyage Round the World*» (Hooke 1697). Це була найважливіша книга про подорожі з часів «Мандрів» Марко Поло.

Роберт Гук, син священика, був благочестивим християнином, а також блискучим ученим, але він вважав, що багато дослідників історії Землі перебільшували важливість Ноевого потоку для пояснення геологічних шарів. З сучасної точки зору ми можемо сказати, що він, у свою чергу, перебільшував важливість землетрусів для врахування тих самих шарів. Але це була маленька помилка в порівнянні з його витонченим підходом до геології та історії Землі. Він вивчав і теоретизував форму Землі, блукання полюсів, циклічні земні процеси, формування скам'янілостей, а також підземні виверження та землетруси, що спричиняють зміни суші на море.

Він був одним із перших захисників ідеї про те, що скам'янілості являють собою останки колись живих істот. Його причина була проста: іншого адекватного пояснення немає. Тим не менш, йому довелося сперечатися з колегами з Королівського товариства, які захищали ідею «пластичності» землі, яка могла б виробляти скам'янілості. Його твердження щодо скам'янілостей ґрунтувалися на спостереженнях, що йшли з дитинства на багатому скам'янілістю острові Вайт. Його особливо захоплювало те, що він називав «камінням-равликом» або «камінням-змією», яке тепер називають амонітами. Вони були набагато більші за будь-які відомі живі види, хоча він порівнював їх із камерним наутилусом, який він проілюстрував розрізаним навпіл уздовж спіральної осі. Єдиний спосіб, яким він міг пояснити скам'янілості, які не схожі на живі види, полягав у тому, щоб припустити, що види мають змінюватися з часом. Якщо види змінюються, то скам'янілості можуть вказувати на хронологію світу. Коли йому повідомили, що датський лікар Нільс (або Ніколаус) Стенсен (або Стено) поділився своєю точкою зору, замість того, щоб вітати підтримку, він подумав, чи хтось таємно надіслав Стенсену його власні ідеї. Думки Гука про скам'янілості були опубліковані посмертно.

Роберт Гук був активним членом Королівського товариства протягом 40 років, під час його золотого віку. Його власний найважливіший внесок припав на ранні роки роботи в Товаристві, коли розвивалися стандарти та традиції сучасної науки. Після його смерті сер Ісаак Ньютон став президентом Королівського товариства, але в 1700-х роках Товариство здебільшого продовжувало йти шляхом, прокладеним наприкінці 1600-х років.

Ще однією яскравою фігурою того часу став Джон Рей (1623–1705). Він був найбільшим натуралістом і природним теологом свого часу. На початку його кар'єри йому допомагав меценат, учень і зоолог Френсіс Уїллубі (1635–1672), а наприкінці його кар'єри – священнослужитель, натурфілософ і природничник теолог Вільям Дерхем (1657–1735), який став його літературним виконавцем. У Рея було багато інших колег, які також зробили внесок у його роботу, особливо Мартін Лістер, Танкред Робінсон і Ганс Слоун.

Рей був першим натуралістом, який підкреслив, що природна історія має ґрунтуватися на здатності ідентифікувати види рослин і тварин, але систематика ніколи не була метою його досліджень. Його інтерес до природничої теології спонукав його досліджувати, як працює природа. Хоча його доросле життя було сповнене боротьбою, він, незважаючи на це, був постійно продуктивним натуралістом, який видав численні публікації. Рей (писалося Wray до 1670) походив зі скромної родини: його батько був ковалем, а мати — цілителькою трав. Він увібрав її любов до рослин і релігії. Про його дитинство відомо небагато, але якби він не був відмінником, його б ніколи не прийняли до Кембриджського університету. Прибувши туди в 1664 році, він готувався до служіння, але виявив великий інтерес до ботаніки та зоології. Оскільки, не було курсів з природничої історії, він приєднався до групи вчених, які аналізували тварин для вивчення порівняльної анатомії хребетних, і він опублікував першу флору графств Англії, використовуючи як модель флору Гаспара Бауена із Базеля (Швейцарія). Він написав кишеньковий варіант «*Catalogus plantarum circa Cantabrigiam nascentium*» (1660). Небагато книжок такого формату містили такий великий запас інформації та знань або мали такий великий вплив на майбутнє; жодна книга не започаткувала так очевидно нову еру в британській ботаніці.

Рей вивчав рослини Кембриджширу протягом 6 років, перш ніж почати роботу над книгою, на яку потратив ще 3 роки. На знак поваги до допомоги трьох друзів, він навіть не поставив свого імені на титульній сторінці. В епоху, яка все ще була обтяжена поліномами, співвідносити рослини Кембриджшира з рослинами, описаними в книгах про британські та континентальні рослини, було складним завданням, однак він знайшов і ідентифікував 558 видів, перерахованих в алфавітному порядку, лише один осока, на сьогодні невідома. На щастя, гербарій Рея зберігся і знаходиться в Британському музеї природознавства. «*Catalogus...*» Рея має безпосереднє відношення до екології, оскільки він точно записує місце, де зустрічається кожен вид — болота, ліси, луки, береги річок. Що важливіше, він включає біологічні спостереження та висновки. Під ясенем (*Fraxinus excelsior*) він пояснив кореляцію між кільцями росту, які видно на пні, та віком дерева, а це дослідження на стику між екологією та фізіологією. Рей написав це за 5 років до того, як Гук оголосив про відкриття рослинних клітин у своїй *Micrographia*. Джон Рей явно не

досліджував кільця дерев під мікроскопом, він не міг пояснити, як саме кільця вирости. Під хмелем (*Humulus lupulus*) він зауважив: «Хміль і, ймовірно, інші в'юнкі рослини слідує за ходом сонця, тобто вони звиваються зі сходу на південь до заходу ніколи не в зворотному напрямку». Під в'язом (*Ulmus procera*) він записав, як на ріст дерев на відкритій місцевості впливають переважаючі вітри. Він також пояснив деякі способи використання тваринами різних видів. Під болиголовом (*Conium maculatum*) він повідомив (Ray 1660), що він розрізав живіт дрохви (*Otis tarda*) і «знайшов його наповненим насінням болиголову». Тут ним було помічено тільки чотири або п'ять зерен кукурудзи, змішаних з ними, тож «навіть під час жнив птах замінює кукурудзу на болиголов». Якщо Рей сподівався, що це спостереження щодо харчових уподобань може допомогти врятувати дрохв від гніву фермерів, це здається невдалим: остання дрохва була вбита в Британії в 1835 році.

Під отруйним пасльоновим (*Atropa belladonna*) він прокоментував, що равлики та слимаки зазвичай їдять його, незважаючи на його отруту. Він також додав, що ці тварини гермафродити.

Його найдовша замітка під будь-якою рослиною стосується не самої рослини, а її звичних комах-шкідників. «Гусениці, народжені на *brassica*, навчили нас, що між цими породами існує зв'язок, оскільки листя ріпаку їдять не менш жадібно, ніж листя капусти, хоча вони зневажають багато інших рослин, які ми пропонуємо їм у їжу» Наприкінці серпня 1658 року він виростив 10 або близько того цих гусениць у дерев'яному ящику і випадково виявив паразитизм комах, але не розуміючи цього до кінця.

Він також описав випадок паразитування на *Rosa canina* і прокоментував спостереження попередніх авторів на цю тему: «Іноді на стеблах...(*Rosa canina*) росте гладка волохата шишка. Якщо ви розріжете цей міхур, ви побачите, що він набитий маленькими білими червами. Шпігель, Муфет і Аристотель кажуть, що жуки народжуються від цих личинок... личинки, які лежать сховані в міхурі протягом зими, виходять у травні місяці наступного року у вигляді мушок. Їх форма та пропорції подібні до крилатих мурах. Їх розмір трохи менший. Деякі з цих мух озброєні жалом або шипом, що стирчить із хвоста, але в інших цього взагалі немає, тому це, ймовірно, робить різницю між статями.»

Після відправки свого каталогу рослин Кембриджширу до друкарень (у Кембриджі та Лондоні), Рей і Віллбі здійснили свою першу тривалу екскурсію до північної Англії та острова Мен, який знаходиться на однаковій відстані між північною Англією та північною Ірландією. Друзі вирішили провести дослідження британських рослин і тварин. Оскільки, Віллбі більше цікавився тваринами, він займався ними, а Рей — рослинами. Перед поверненням до Кембриджа Рей відвідав Томаса Брауна в Норвічі в серпні, і вони досліджували рослинність узбережжя Норфолка. Співпраця Рея та Віллбі була дуже продуктивною, хоча Віллбі ніколи, аж до своєї смерті у віці 37 років у 1672 році, не виходив за рамки конспектування.

Рей готувався до служіння і був висвячений. Він заявляв що природнича історія буде лише покликанням. Однак, у 1662 році, після Реставрації, роялістський парламент прийняв закон, який вимагав від усіх міністрів підписувати присягу на вірність, і Рей, пуританин, вважав, що це порушує його релігійні переконання. Його відмова підписати цю присягу закінчила його духовну кар'єру, і його побічне захоплення стало справою його життя. У 1663 році він і Віллбі вирушили в трирічну подорож до Західної Європи, щоб зібрати спостереження, зразки та ілюстрації, а також відвідати професорів кількох університетів і кількох незалежних натуралістів. Цей досвід дав змогу цій групі науковців розширити сферу своїх досліджень за межі Британії, спочатку до Західної Європи, а згодом до решти світу, відомого європейцям.

У 1660 році 25-річний Віллбі став членом-засновником Лондонського королівського товариства, що сталося в такому молодому віці лише тому, що він походив із дворянства. У 1667 році Рей був обраний членом, а в 1669 році разом із Віллбі надіслали «*Experiments concerning the Motion of Sap in Trees, Made this Spring by Mr. Willughby and Mr. Wray*», які Товариство опублікувало у своїх філософських роботах. Віллбі повернувся з континентальної подорожі раніше за Рея і сам почав ці експерименти. Їхні експерименти були дослідницькими, без гіпотез, у беконівській манері. Наприклад, Рей писав після завершення одного із досліджень: «Я вважаю, що

всі собаки належать до одного виду, вони змішуються разом у покоління, і порода таких сумішей є багатоплідною».

Рей зробив важливий внесок у класифікацію рослин, зокрема провівши різницю між трав'янистими однодольними та дводольними у своєму «Methodus Plantarum» (1682). Хоча Рей зміг отримати кошти для публікації ілюстрацій до трактатів з орнітології (від Емми, вдови Віллубі) та іхтіології (від Королівського товариства), обидві з яких носили ім'я Віллбі як автора, він не зміг отримати кошти для власних книг про рослини. Невдовзі після смерті Віллбі в 1672 році Рей звернувся до створення «Орнітології Віллбі», яка була меморіалом його патрона і стала початком сучасної орнітології. Незважаючи на те, що він розмістив лише ім'я Віллбі на титульній сторінці як автора, внесок Рея в книгу був таким же чи навіть більшим, ніж його ретельні нотатки та зібрані ілюстрації (багато з них з їхнього спільного європейського туру).

Хоча Рей спочатку опублікував Орнітологію латинською мовою (1676), через 2 роки він опублікував розширену англійську версію. В «Орнітології», розділ 3, «Про покоління птахів», наші автори не погодилися з переконанням Вільяма Гарвея (1651), що деякі курячі яйця з'являються лише після злягання. Вони вважали (Willughby, Ray, 1678), що кури народжуються з усіма яйцями в яєчниках, які вони будь-коли відклали. Вони навели п'ять випадків довголіття, які здавалися їм достовірними: гусак і пелікан утримувалися по 80 років; голуб прожив 22 роки і розмножувався до останніх 6 місяців; а щиголь 23 роки. Коли голуби вирощують двох дитинчат, Віллубі замислювався, чи вони протилежної статі; Рей відповів, що зазвичай вони є, але іноді ні. У «Historia Animalium» Аристотеля стверджується, що ластівки не мігрують взимку, як інші птахи, а впадають у сплячку, і натуралісти відродили це переконання з 1500-х до 1700-х років. Willughby і Ray (1678) сумнівалися в цьому: «Нам здається більш імовірним, що вони відлітають у жаркі країни, а саме в Єгипет, Ефіопію тощо».

Історія «Historia Piscum» Віллбі і Рея (1686) схожа на історію «Орнітології»: це була спільна робота, де редактор Рей зробив більше, ніж Віллбі. Останній залишив менше нотаток про рибу, ніж про птахів, і Рей доповнив їх, запросивши інформацію у своїх колег-натуралістів. Отриманий том містив набагато менше природознавчих спостережень екологічного інтересу, ніж том про птахів, без сумніву, тому що поведінку риби важче спостерігати, ніж поведінку птахів. У їх трактаті описано 180 видів безпосередньо із власних спостережень природи і ще 240 описано з праць інших авторів. У 1690 році, коли Рей у віці 63 років почав працювати над своєю «Historia Insectorum», але його здоров'я вже було в занепаді. Проте як описано вище в примітках до його Кембриджширського каталогу рослин (1660), що він давно цікавився комахами. Рей опублікував замітку про мурах у 1671 році. Нотатки Віллбі, доступні Рею, не обмежувалися комахами, а включали черв'яків та інших безхребетних. Як завжди, Рей запросив і отримав допомогу від інших натуралістів. Наприклад, він використав спостереження Лістера за павуками та жуками. У цьому проекті йому також допомогли його дружина Маргарет і їхні чотири доньки – Маргарет, Мері, Кетрін і Джейн, які збирали комах навколо свого дому в Блек Нотлі. На знак вдячності він назвав кількох нещодавно відкритих метеликів і метеликів іменами своїх дочок. 29 травня 1693 року його дружина зробила важливе відкриття щодо метелика, який, на думку Рейвена, був *Pachys betularia* (рис. 33)



Рис. 33 *Pachys betularia*



Єдиним попередником Рея у наданні імен британським комахам був Джеймс Петівер (1663–1718). Він був лондонським аптекарем (фармацевтом) і колекціонером природи, який публікував замітки про комах з 1695 по 1717 рік. Вони з Реєм були друзями, але не конкурентами, і він надав цінну допомогу. У 1660 році, коли Рей повідомив, що гусениці утворюють мух замість метеликів, коли лялечки розкриваються навесні, він не знав, як інтерпретувати свої спостереження. Але, до того часу, написання «*Historia Insectorum*», він уже зрозумів у чім річ.

На додаток до екологічних спостережень, розкиданих у численних природничих історіях Рея, він також наголошував на взаємодії між рослинами та тваринами більш узгодженим способом у своїй дуже впливовій книзі з природничої теології «*The Wisdom of God Manifested in the Works of the Creation*» (1691). Ідея про те, що можна дізнатися про Бога, вивчаючи його творіння, виникла ще серед стародавніх греків. Найвідоміша дискусія з античності щодо першого аргументу знаходиться в «*De Natura Deorum*» Цицерона. Обговорення останнього аргументу міститься в кількох роботах грецького лікаря Галлена в 100-х роках нашої ери. Рей висловив свій сильний скептицизм щодо спонтанного зародження тварин у замітці, опублікованій у 1671 році, і цей скептицизм залишився в його пізніших творах. Аргументи, які він накопичував протягом багатьох років, були пояснені в «*Мудрості Божій*». Ще одним із занепокоєнь Рея було можливе зникнення видів. З давніх часів вважалося, що всі види наділені ефективними засобами збереження. Якщо будь-який вид справді вимер, це може бути проти Божої всемогутності чи творчої мудрості. Особливе занепокоєння викликали великі викопні амоніти, адже лише набагато менший камерний наутилус коли-небудь був знайдений живим. Він не дотримувався догматичної позиції, але вказував, що значна частина світу залишається недослідженою європейськими натуралістами. У посмертному есе «*Mr. Ray of the Number of Plants*», він також виступав проти походження нових видів або вимирання видів, які раніше існували. Хоча він не зміг довести, що види не вимирають, він міг підкреслити засоби їхнього виживання. Це була ще одна тема, яка сягає давнини (Egerton 1973), і Ray (1717) зібрав звичайні докази разом із кількома новими прикладами, включаючи спостереження Лістера про те, що ластівки, як і кури, продовжуватимуть нести яйця, якщо попередні яйця видаляються з гнізда щодня (доки не було відкладено 19), і власне спостереження Рея про те, що язики дятлів призначені для вилучення комах зі стовбурів дерев або гілок.

Дещо нове питання, чому існує безліч шкідливих комах. Він пояснює це кількома причинами. По-перше, тому що воно демонструє багатство сили й мудрості Бога. По-друге, оскільки комах їдять інші тварини, потрібно багато особин, щоб запобігти їхньому вимиранню. По-третє, тому що комахи є важливою їжею для птахів, риб і різноманітних чотирилапих. Серед його прикладів уявний харчовий ланцюг описаний Дерхемом. Той за допомогою мікроскопа досліджував «ці надзвичайно маленькі *animalcula*» (зоопланктон) і виявив, що вони є їжею для дрібних комах, яких Рей щойно сказав, що їх їдять риби, і, звичайно, він знав, що люди їдять рибу. По-четверте, Бог може використовувати шкідливих комах, коли хоче покарати злих людей або народи. Оскільки, було відомо, що комахи-шкідники в деяких місцях набагато гірші, ніж в інших, можна дивуватися, чому Рей не зробив висновку зі свого четвертого пункту, що злих людей приваблюють території, де багато комах-шкідників, а добродесних людей ні. Ця думка була «поза радаром» природничих теологів, включаючи Рея.

### **7.3. Досягнення біологічних досліджень в 18 столітті.**

Згадуваний вище Вільям Дерхем був священнослужителем в Апмінстері, в містечку неподалік Лондона, і ця професія залишала йому достатньо часу для продовження наукових досліджень. Дерхем став членом Королівського товариства в 1702 році і опублікував 46 статей у його «Філософських роботах». Його виправдання для священнослужителя, який займався науковими дослідженнями, полягало в тому, що вони дали матеріал для його власних двох книг з природничої теології, *Physico-Theology* (1713) та *Astro-Theology* (1715). Вони були дуже популярні та витримали багато видань і перекладів на інші мови. Дерхем мав охоплювати те саме, що й Рей, але Дерхем також мав нову інформацію та нові перспективи. Він запропонував новий синтез демографії тварин і людей (Egerton 1967), і він мав більше знань про них, ніж Метью Хейл 36

років тому. Дерхем, схоже, вперше фактично використав слово «баланс» у дискусії про рівновагу природи (Дерхем 1716): «Таким чином, баланс тваринного світу протягом усіх епох зберігається рівномірним і дивним чином існує гармонія і справедлива пропорція між зростанням усіх тварин і тривалістю їхнього життя – світ добре живе в усі епохи, але не перевантажений». Обговорюючи демографію людини, він спирався на дослідження Джона Граунта та пізніших авторів. Він бачив (1716) тенденцію народжуваності бути більшою, ніж смерті.

Рей вбачав мудрість Бога в наявності гір, як місця, де живуть різноманітні види рослин і тварин. Дерхем узагальнив цей аргумент, щоб пояснити, що різноманітність ґрунтів і клімату на землі забезпечує потребу у великій різноманітності існуючих видів. Тобто не те що різноманітність умов створює потенціальні можливості для існування високого біорізноманіття, як вважає сучасна наука, а те що ці умови спеціально створені щоб це біорізноманіття підтримувати, як вважала і вважає природнича теологія. У своєму розділі «Of the Food of Animals» він далі зазначив (1716), що види тварин мають особливі види їжі, а також особливі анатомічні особливості, які дозволяють їм її отримувати, такі як довгі дзьоби вальдшнепів, бекасів і кульонів, якими вони видобувають із ґрунту черв'яків. Було б важко навести його аргументи на користь того, що ми називаємо екологічним різноманіттям, якби Дерхем взяв за приклад всеїдні види. Це обмеження його аргументу є нехтуванням конкуренцією між видами. Можливо, зосередження уваги на мудрості творіння відвернуло увагу від цих аспектів взаємодії видів. Таким чином, природнича теологія мала обмеження як парадигма для розуміння живого світу. Проте, будучи мотиватором для вивчення природничої історії, він відіграв важливу роль у мисленні європейських та американських натуралістів з 1600-х до 1800-х років. Джон Рей та його однодумці Френсіс Віллубі та Вільям Дерхем надали приклад та натхнення для багатьох щодо цих досліджень.

Немалий вклад в майбутнє руйнування релігійних основ природничих наук зробили нові дослідницькі інструменти та методи дослідження. Наприклад, використання нових моделей мікроскопів. У другій половині 1600-х років було п'ять видатних мікроскопістів: Роберт Гук (1635–1703), Неємія Грю (1628–1711), Марчелло Мальпігі (1625–1694), Ян Сваммердам (1637–1680) і Антоні ван Левенгук (1632–1723). Усі, крім Сваммердама, мали тісні зв'язки з Лондонським королівським товариством. Левенгук був найменш освіченим, але найбільш наполегливим з них. Інші публікували свої висновки протягом кількох десятиліть, але до 1700 року він був єдиним, хто досі це робив, і продовжував ці дослідження до самої смерті. Батько Левенгука був процвітаючим корзинником у Делфті, який помер, коли Антоні було шість років. У 1648 році Антоні пішов учнем до торговця тканинами в Амстердамі. Він повернувся додому близько 1654 року, одружився і відкрив крамницю для продажу тканини, гудзиків, ниток та інших товарів. Він став шановним громадянином і обіймав кілька державних посад, а серед його близьких контактів були лікарі та інші люди, освіченіші за нього. Його найближчим сусідом був лікар Корнеліус Гравесанде, який став міським анатомом; Левенгук почав відвідувати його розтини в 1668 році.

Левенгук побачив копію «Мікрографії» Гука (1665) і, хоча він не міг прочитати англійський текст, був заінтригований ілюстраціями мікроскопічних досліджень. Він почав виготовляти власні лінзи та мікроскопи в 1673 році. Інший дельфтський лікар, Реньє де Грааф, написав до Лондонського королівського товариства (під час третьої голландсько-англійської війни) 28 квітня 1673 року, щоб повідомити його членам, що Левенгук виготовляє мікроскопи, які перевершують інші доступні. Його однолінзові мікроскопи були потужнішими за дволінзові, які тоді використовувалися. Разом із запискою де Граафа були передані перші письмові спостереження Левенгука. Перше з кількох різних спостережень Левенгука стосувалося плісняви на шкірі. У цьому його випередив Гук, який не лише докладніше, ніж Левенгук, описав плісняву під мікроскопом, але й проілюстрував її (Hooke, 1665). Крім того, Левенгук описав анатомію вошей і кілька частин анатомії бджіл (і надав ілюстрації бджолиних укусів), обидві з яких Гук також описав і проілюстрував.

Гук міг би стверджувати, що знахідки Левенгука були зайвими і, отже, не заслуговували на публікацію, але натомість Королівське товариство не лише опублікувало їх, але й заохотило його

продовжувати дослідження. З таким заохоченням він став першим із засновників мікробіології. Усі інші сучасні мікроскопісти вивчали мікроскопічну структуру макроорганізмів, як і Левенгук, але він один відкрив живий світ мікроорганізмів.

«Philosophical Transactions» Лондонського королівського товариства публікував листи Левенгука не повністю. Левенгук писав деякі листи на одну тему, але більшість із них обговорювали кілька тем.

У листі до Олденберга 7 вересня 1674 року Левенгук повідомив, що він пішов на озеро Беркельзе і помістив трохи його води під свій мікроскоп. Він виявив принаймні три форми життя: зелені смуги в спіралі (тепер вони називаються спірогіра, зелена водорість) і два види анімалкул — очевидно, тих, що ми називаємо коловертками та *Euglena viridis*. Повідомляючи про своє відкриття мікроорганізмів, він зіткнувся з двома проблемами, з якими він ніколи не міг впоратися дуже точно: назвати різні види та частини їхнього тіла. Левенгук не був ілюстратором, і його короткі усні розповіді викликали як цікавість, так і скептицизм серед членів Королівського товариства. Він найняв ілюстратора, щоб проілюструвати свої відкриття і в 1683 році опублікував ілюстрації. 14 червня 1680 року він повідомив про своє відкриття неймовірно маленьких тваринок, яких ми називаємо бактеріями; пізніше він також наказав їх намалювати. Оскільки бактерії вийшли з рота здорової людини, він не думав, що вони викликають захворювання. Деякі біологи сумніваються, що він міг бачити бактерії; однак деякі з його мікроскопів все ще існують і це твердження можна перевірити.

Левенгук був чудовим експериментатором. Наприклад, він виявив дрібні оцтові нематоди (*Turbatrix aceti*) в оцті, а також кілька інших видів мікроорганізмів у перцевій воді (горошинки перцю, занурені у воду). Пізніше він додав одну частину оцту з нематоди до 10 частин перцевої води і виявив, що всі тварини в перцевій воді загинули, але оцтові нематоди продовжували процвітати. Будучи купцем, Левенгук завжди звертав увагу на розмір і кількість товару, і він взяв це питання у свої наукові дослідження. Він розробив досить надійні методи вимірювання. Він порівняв довжину деяких мікроорганізмів з діаметром волосків сирних кліщів. Щоб обчислити кількість мікроорганізмів у краплі води, він припустив, що крапля води розміром з горошину, а насіння проса на 1/91 таке ж, як горошина. Потім він набрав у піпетку кількість води розміром із зернятко проса і розділив цю кількість води на 30 частин вздовж піпетки, і оцінив анікулули в 1/30 води. Нарешті він зробив розрахунки, щоб отримати число в об'ємі води розміром з горошину. У цьому випадку, за його підрахунками, було 2 730000 тваринок.

Левенгук не втомлювався робити відкриття за допомогою мікроскопів, але він також розвивав теоретичні питання. Одним із найсильніших таких інтересів, який він постійно обговорював, була ідея спонтанного зародження життя, проти якої він зібрав багато доказів. Приводом для того, щоб Левенгук підняв питання про самозародження, стало відкриття мікроорганізмів у дощовій воді, яка стояла в бочці кілька днів. 25 серпня 1702 року він знайшов коловертку у воді з канави будинку, в якій він помітив, що вони на деякий час стали сухими, а потім, коли знову намокли, їхні тіла роздулися, і вони попливли. Він вважав, що якщо не знати, що вони були в стані спокою у сухій речовині, а потім вона стала вологою, можна було б подумати, що вони спонтанно виникли у вологій речовині.

Ще одним сильним теоретичним інтересом Левенгука було відтворення. Цей інтерес загострився відкриттям сперматозоїдів. Студент-медик, Йохан Хам, розповів йому влітку 1677 року про своє відкриття «тваринок» в спермі чоловіка з венеричним захворюванням; він вважав, що вони виникли внаслідок гниття сперми. Левенгук відмовився прийняти ідею Хема про їх походження, оскільки це мало на увазі самозародження. Його дослідження власної сперми (зі шлюбного ложа, як він повідомив Королівському товариству) показало, що сперматозоїди є природними для сперми. Він повідомив про свої спостереження Королівському товариству в листі, написаному в листопаді 1677 року, а в наступному листі від 18 березня 1678 року він включив малюнки людської та собачої сперми. За своє життя він описав сперму 30 видів тварин: 7 ссавців, 2 птахів, 1 земноводних, 7 риб, 11 членистоногих і 2 моллюсків. Невдовзі він дійшов висновку, що сперматозоїди є ембріонами, і відкинув висновок свого земляка Де Граафа про те, що ембріони виникають після статевого акту, коли яйцеклітини з яєчників ссавців потрапляють у

фаллопієві труби. Левенгук помилково вважав, що яєчники не функціонують у жінок, як і соски у чоловіків. У листі від 13 червня 1679 року він відкинув думку Аристотеля про те, що миші розмножуються шляхом партеногенезу але доводив партенегенез у попелиць. Після відкриття партеногенезу він був вимушений переосмислити свою віру в те, що ембріони містяться в спермі. В інших випадках він визнавав свої помилки, але щодо партеногенезу він пішов на крайнощі, щоб уникнути цього

Ще одним із постійних інтересів Левенгука були паразити. У ті часи більшість людей мали певні знання про бліх і вошей з перших рук, і ми вже бачили, що у своєму першому листі до Королівського товариства він включив спостереження щодо анатомії вошей. У своєму листі від 5 жовтня 1677 року він повідомив про спостереження за розвитком і метаморфозом бліх. Він поклав кілька яєць у контейнер і виявив, що блоха може відкласти 15-16 яєць за 24 години. Потім він носив закриті яйця в кишені і виявив, що вони вилупилися через 8 або 9 днів. Він описав зовнішню анатомію личинки і порівняв її з шовкопрядом. Він думав, що Сваммердам помилково прийняв блошиний послід за яйця. Жоден із тодішніх мікроскопістів не розрізняв різні види бліх, які вони вивчали. Восени Левенгук спостерігав, як личинки прядуть кокони, а через кілька днів він відкрив кілька коконів і виявив усередині слабких бліх, які, на його думку, постраждали від холоду, що вказувало на те, що вони не вилізли б самі до кінця зими. Метою його досліджень бліх було визначити період часу для кожної стадії життєвого циклу від яйця до дорослої особини, чого він нарешті досяг 15 жовтня 1693 р. Крім того він дозволив блохам смоктати кров зі своєї руки.

Левенгук досліджував під мікроскопом плоских черв'яків (сисунів) із печінки хворих овець і підозрював, що вівці заразилися глистами, коли пили дощову воду, яка збиралася на полях. Він не займався цією темою до 1698 року, коли він і професор медицини Годерфрідус Говард Бідлоо (1649–1713) з Лейденського університету обговорили печінкового сисуна у овець. Потім обидва написали свої спостереження у публікаціях. Левенгук надіслав свої до Королівського товариства, а Бідлоо надіслав свої Левенгуку, який опублікував їх у Делфті. Разом із листом Бідлоо надіслав надто точний малюнок трематоди, на якому зображено два ока, серце, кровоносну систему та кишечник, які існували лише в його уяві. Тим не менш, Бідлоо все ж розпізнав яйця і зробив правильний висновок, що вид є гермафродитним. Він також узагальнив зі своїх спостережень, що ці глисти, здається, викликають захворювання овець і що глисти, ймовірно, також викликають захворювання у людей. Левенгук вийшов і спробував знайти яйця сисуна в полях і канавах, де вони могли бути відкладені в овечих фекаліях але він не міг їх ідентифікувати. Життєвий цикл трематоди настільки складний, що він був повністю зрозумілий лише в середині 1800-х років

Одного разу, коли Левенгук страждав на діарею, він досліджував свої фекалії під мікроскопом і описав Королівському товариству мікроорганізми, які він знайшов (найпростіші та спірохети або *Spirillum*). Він повторив дослідження, коли у нього не було діареї і не знайшов мікроорганізми у фекаліях. Однак, він не зробив жодного висновку про те, що вони викликають діарею.

У Голландію «жовчні горіхи» імпортували з сирійського Алеппо для виготовлення барвника. З назви Левенгук припустив, що це насправді горіхи, поки він не побачив місцевий сорт на дубах і не зрозумів, що вони повинні бути стимульовані комахою. Він розрізав кілька міхурів і знайшов всередині живого білого хробака. Продовжуючи періодично відкривати інші, він виявив, що хробаки стали мухами. Він також вивчав «горіхи будяків», які люди носили в кишенях як обереги для здоров'я. Він попросив художника проілюструвати обидва види галлів і пов'язаних з ними комах. У 1700 році фруктні дерева в Делфті були заражені великою кількістю мух, але коли Левенгук досліджував їх, він виявив, що вони були пов'язані з ще більшою кількістю «зелених вошей» (попелиць), партеногенез яких він відкрив у 1695 році. Мухи відкладали свої яйця в попелиці, а згодом із панцира попелиці вийшли мухи.

Левенгук хотів знати не тільки розмір і кількість організмів, які він вивчав, але й для деяких він хотів визначити їхній вік. У кінці свого листа від 12 січня 1680 року він спочатку коротко пояснив використання річних кілець для визначення віку дерев, а через шість років він знову обговорив це питання та надіслав Королівському товариству ілюстрація дерева в поперечному розрізі.

Спочатку він зацікавився риб'ячою лускою, тому що євреї вважали, що не можна їсти вугрів і минь, тому що в обох нібито не було луски, а тому це було заборонено Святим Письмом. За допомогою мікроскопа він показав, що вони дійсно мають лусочки. Коли він розглядав окрему луску під мікроскопом, він бачив концентричні темні лінії, які він правильно інтерпретував як річні кільця. Таким чином, шкала, яку він намалював, мала сім років, і він припустив, що це також вік вугра. Однак тепер ми знаємо, що луска у вугра з'являється лише у віці трьох років, і тому вугор мав бути 10 або 11 років. Пізніше він спробував визначити вік інших риб за лускою і слона за його зубом. Коли він звернувся до молюсків, то виявив, що шари раковин занадто численні, щоб бути річними кільцями, і він припустив, що вони закладаються щомісяця з молодиком.

Як бізнесмен і видатний громадянин, Левенгук був зацікавлений у практичному застосуванні своїх досліджень, і багато з них були зроблені для з'ясування практичних проблем. Прикладами є його дослідження історії життя комах. Його дослідження зернового довгоносики *Calandria granaria* в 1687 році мало подвійний мотив — вивчити важливого шкідника, а також надати ще одну можливість дискредитувати ідею спонтанного зародження. 13 березня він дістав кілька календарів і поклав 6, 8 або 9 у три флакони разом із 6, 10 або 12 пшеничними зернами і носив їх у шкіряному футлярі в кишені. Він бачив, як вони спаровувалися 27 березня, і виявив, що вони відкладають мало яєць. Порівнюючи це з шовкопрядами, які відкладають багато яєць за один-два дні, а потім гинуть, він зробив висновок, що довгоносики повинні жити довше, будучи дорослими, щоб відкладати яйця кілька разів. Він побачив, що самки відкладають лише одне яйце в пшеничне зерно, і припустив, що часте перемішування пшениці, що зберігається, може перешкодити їм відкласти свої яйця. У тому ж році він також вивчав розмноження мухи, ймовірно *Calliphora erythrocephala*, яка відклала близько 144 яєць. Він спостерігав за прогресом яєць, відкладених 9 вересня, і виявив, що вони вийшли з лялечок як дорослі особини 12 жовтня. Потім він підрахував, що теоретична швидкість збільшення за три місяці, припускаючи відсутність смертності, призвела до 746 496 мух. Це був важливий крок для популяційної екології тварин, перший приклад того, що пізніше Роял Чепмен назвав «біотичним потенціалом». Пізніше він розрахував потенційну швидкість зростання для інших видів і зробив припущення про фактори, які обмежують їх зростання, як правило, їжу або клімат. Він також був одним із перших дослідників водного харчового ланцюга, який включав пікшу, яка поїдала креветок, і тріску, яка поїдала пікшу.

Левенгук прожив майже 91 рік і останні 50 з них присвятив науці, головним чином біології, причому вражаюча кількість його відкриттів була з природничої історії, багато з них на теми, які ми називаємо екологічними. Його дослідження та публікації зробили його відомим у всій Європі, його високо поважали провідні вчені того часу.

Одним із найбільш цікавих та особливих дослідників цієї епохи став Річард Бредлі (1688?–1732). Він був англійцем з обмеженими можливостями, який, тим не менш, присвятив своє життя ботаніці, садівництву та природознавству. Багато з того, що його хвилювало, ми тепер називаємо екологічними темами. Його публікації були численними, часто інноваційними та популярними. Прикладом його інновацій є винайдений приблизно в 1717 році калейдоскоп як допоміжний засіб для формального дизайну саду.

Про його ранні роки ми лише знаємо, що він у дитинстві цікавився садівництвом і що жив неподалік Лондона. Наші найдавніші свідчення про нього – шести сторінковий проспект «Трактату про сукулентні рослини» (1710), який він сподівався опублікувати для передплатників і де дві включені ілюстрації, ймовірно, намалював сам. Не маючи усталеної репутації, він не зміг зібрати достатньо передплатників, щоб опублікувати книгу. І все ж він справляв гарне перше враження, оскільки залучив кількох впливових покровителів. На той час для Лондонського королівського товариства було б дуже незвично приймати до членів будь-кого, хто не мав університетської освіти, але немає жодних доказів того, що він мав таку освіту. Тим не менш, Роберт Балл запропонував йому стати членом у листопаді 1712 року. Серед покровителів Бредлі був заможний аптекар і ненаситний колекціонер у всіх галузях природної історії Джеймс Петівер (1663–1718). Він допоміг організувати Бредлі експедицію, щоб у 1714 році відвідати ботанічні сади, зустрітися з натуралістами та організувати обмін біологічними зразками між колекціонерами

в Лондоні та Амстердамі. Без рекомендаційного листа Петівера мало ймовірно, що Левенгук побачив би його, коли прибув 9 травня. Надія Бредлі повністю забезпечувати себе за рахунок обміну біологічними зразками між колекціонерами була надто оптимістичною, і оскільки люди, які зустрічалися з ним, припускали, що він лікар, він доповнив свій дохід протягом 5 місяців за кордоном медичною практикою. Він навіть писав Петіверу про рецепти ліків для своїх пацієнтів, і Петівер готував їх для нього. Бредлі також доповнив свій дохід від поїздки в Амстердам, малюючи зразки комах з Амбоїни, Ост-Індії, Суринаму та Кюрасао, які він бачив на виставці. Після повернення до Лондона він продав малюнки іншому ненаситному колекціонеру природничих предметів, серу Гансу Слоуну (1660–1753), чії колекції після його смерті стали основою для Британського музею. Слоун був королівським лікарем, який став президентом Королівського товариства після того, як його попередній президент, сер Ісаак Ньютон, помер у 1727 році. Після смерті Петівера Слоун був найважливішим покровителем Бредлі. У 1716 році Бредлі опублікував дві короткі статті в журналі *Philosophical Transactions* Королівського товариства. Перша – про анатомію та фізіологію гілочки яблуні. Він не посилався на публікації пізніших 1600-х років з анатомії рослин Марчелло Мальпігі чи Неемії Грю. Він усунув плутанину, яка, за його словами, виникала у деяких людей щодо того, чи кора жива, зазначивши, що зовнішні шари живими не є і їх можна видалити, не вбиваючи дерево, але внутрішні шари (камбій) живі, містять судини, а дерево гине, якщо ці шари зрізати навколо дерева. Він також прокоментував, що «Пори року в рослинах такі ж, як у тих тварин, які сплять взимку. Штучне тепло забезпечить рух будь-якому з них у найхолодніший час». (Bradley, 1716).

Його друга стаття (Bradley 1716) описує розвиток життя на внутрішній частині половини дині через 4 дні: кілька плям плісняви з'являлися і зростали щогодини протягом 5 днів, коли вся половина дині була покрита зеленою пліснявою, а також більш блідою пліснявою. Зелений вид був грибом із шапками, наповненими приблизно 500 «насіннями». Інший вид мав листя, схоже на траву, і нагадував різновид бичачої трави, яка також виробляла велику кількість «насіння». Через 6 днів після того, як субстрат був покритий пліснявою, вона зменшилась і зникла ще через два дні, залишивши смердючу воду, яка незабаром містила маленьких черв'яків, які росли протягом 6 днів, а потім лежали в мішках протягом 2 днів, перш ніж перетворитися на мух. Хоча обговорення Бредлі щодо плісняви коротше, а його ілюстрації менш детальні, ніж у «*Micrographia*» Роберта Гука, він принаймні знайшов «насіння» плісняви, яке вислизнуло від Гука. Але тут знову Бредлі не спромігся процитувати книгу попередника. Однак, ці статті зміцнили репутацію Бредлі та допомогли прокласти шлях для публікації його «Історії сукулентних рослин», яка вийшла в п'яти частинах або «десятиліттях» (1716–1727), з 10 описами та ілюстраціями в кожне десятиліття. Він скопіював одну ілюстрацію з *Horti Medici Amstelodamensis* (1697–1701), але, ймовірно, намалював решту сам із живих рослин. Це був перший трактат про сукулентні рослини, і світовий журнал про сукулентні рослини тепер називається «Bradlea». Ця публікація була єдиним внеском Бредлі в описову ботаніку. Його більше цікавило життя рослин, ніж їхні описи. Наприклад, його цікавило розмноження рослин, яку Нехемія Гроу, обговорюючи квіти, запропонував у «Анатомії рослин» (Grew 1682). У 1694 році професор Рудольф Якоб Камерер з Тюбінгенського університету провів експерименти, щоб продемонструвати це, і повідомив про це в «*De Sexu Plantarum Epistola*». Бредлі дізнався про це відкриття від Роберта Балла, який спонсорував його вступ до Королівського товариства. Бредлі проводив експерименти на тюльпанах, щоб підтвердити це, і в першому виданні «*New Improvements of Planting and Gardening*» (Bradley 1719–1720) він повідомив про випадкову гібридизацію жовтих і чорних квітів. У 1719 році він повідомив про першу навмисну гібридизацію, здійснену Томасом Ферчайлдом, який схрестив гвоздики *Dianthus caryophyllus* і *Dianthus barbatus*. Бредлі також припустив, що якщо дві «вермікули» (сперма) увійшли в яйцеклітину рослини, «ми знайдемо два плоди під одним покриттям або жахливий подвійний плід, з'єднаний разом».

Той факт, що «*History of Succulent Plants*» Бредлі виходила окремими «десятиліттями» протягом кількох років, можливо, дав йому ідею заснувати перше британське садівниче періодичне видання. «*A General Treatise of Husbandry and Gardening*» (п'ятнадцять номерів, 1721–1723 і зібрано в три томи, 1721–1724). У другому номері він опублікував доповідь доктора Бері з

Комптона, який стверджував, що болота чи пустища можна покращити, спочатку спаливши землю, а потім додавши сіль і вапно (Bradley 1721–1724, I:100–101).

Пункт, який слідував за доповіддю Бері, був витягом із «Philosophical Transactions» Королівського товариства про експерименти, проведені Де ла Праймом, які виявили, що насіння, змочене різними видами солей, зазвичай не проростає так швидко чи стабільно, як насіння, яке не було замочене. Бредлі, мабуть, почувався більш впевненим щодо висновків Де ла Прайма, ніж щодо Бері, тому що в наступному номері він попередив, що землю, затоплену солоною водою, потрібно очистити перед посадкою. Бредлі знав, що хоча багато культур знижують родючість землі, конюшина покращує її.

Видатний сільськогосподарський автор, Джетро Талл (1674–1740), звинувачував Бредлі в тому, що він «головний, якщо не єдиний автор, який опублікував цю фантазію» про те, що рослини отримують певну поживу з повітря. У книзі Бредлі «A General Treatise of Husbandry and Gardening» (1718 р.; третє видання 1720 р.) він узагальнив звичайний клімат для кожного місяця протягом кількох десятиліть, але у своєму загальному трактаті він узагальнив погоду за минулий період. лише місяць.

Наприклад, його звіт за жовтень: «Вітер протягом більшої частини місяця був західним, і погода загалом гарна вдень, але часті дощі вночі; під кінець у нас були щипкі морози, які скинули з дерев листя. Незвичайно холодна ніч пізньої весни або надзвичайно тривала посуха можуть бути основним фактором, що пояснює, чому певний вид дає мало квітів або плодів протягом року» (Bradley 1721–1724).

Бредлі також визнав бажаність збору точних даних про погоду, і 2-7 червня 1721 року він опублікував дані, зібрані з 3-годинними інтервалами (за винятком опівночі до 9:00 ранку) з барометра, гігрометра та термометра, разом із показаннями погоди (ясна, дощова, хмарна). Він дав інструкції щодо створення барометрів і термометрів у той час, коли ці інструменти були ще новими й не стандартизованими. Його власний барометр надійшов від Джона Патріка, видатного виробника таких інструментів. Після суворої зими 1728–1729 років Бредлі написав про це книгу. Він повідомив, що ловець кротів передбачив суворість зими, знайшовши кротів, закопаних у землю на фут глибше, ніж зазвичай. Бредлі припустив, що кроти закопувалися глибше, щоб знайти дощових черв'яків, які могли бути чутливими до погодних умов, що насуваються, через їхню «структуру та ніжну вдачу». Можливо, він не знав, що кроти впадають у сплячку, але він обговорював зимову сплячку черепах. Він писав, що «сувора погода змусила йоржів зимувати аж до Лондона (зазвичай не на південь від Норфолка та Саффолка), а бекасів і гусей — на південь до Ессекса, Бедфордшира та Бакінгемшира; вівці та велика рогата худоба гинули пізно взимку; рослини з Південної Кароліни загинули, а інші зацвіли на 4–6 тижнів пізніше, ніж зазвичай». Бредлі опублікував низку статей про те, як вирощувати рослини в умовах штучного опалення, у тому числі про те, як будувати та використовувати теплиці. Він дав інструкції, як вирощувати ананас, серед інших видів, у теплиці, описуючи, скільки води та світла потрібно для отримання квітів і плодів.

Бредлі навів кілька дискусій щодо кількості, вартості та темпів сільськогосподарського виробництва, які нагадують нашу сучасну концепцію екологічної продуктивності. Сучасна концепція зосереджується на трьох факторах: (1) культура (біомаса), (2) продуктивність і (3) вилучений матеріал. Бредлі звернувся до другого з них у своїй праці «New Improvements of Planting and Gardening». Він закликав своїх співвітчизників вирощувати більше дерев, оскільки ліси в Англії були серйозно виснажені. Він пояснив, який, на його думку, є найприбутковішим способом управління лісовими угіддями, зокрема, коли вивозити деревину, і склав графік витрат і прибутків на 9-й, 17-й і 25-й роки після посадки.

У «A Philosophical Account of the Works of Nature» (1721) він обговорював виробництво насіння в'яза та збільшення ваги дуба. Тут його надихнула стаття Дені Додарта (1634–1707) «Sur la multiplication des corps vivans considerée dans la fécondité des plantes» (1703), яку Бредлі переклав досить повно. Додарт використав фразу «une progression géométrique croissante», яку Бредлі переклав як «Геометрична прогресія зростання». Але один із читачів Бредлі, Р. Босворт, був незадоволений його розповіддю та попросив додаткових роз'яснень щодо швидкості росту дерев.

Після подальшого читання та роздумів Бредлі дійшов висновку, що швидкість зростання буде приблизно такою ж, як і ставка грошей, вкладених під 5% на рік, що є складною процентною ставкою збільшення.

У статтях про сімейні городи та виноградники Бредлі звернувся до першого та третього факторів нашої сучасної концепції екологічної продуктивності (урожай і видалений матеріал). В обох випадках його хвилювало те, як близько слід висаджувати рослини, щоб зберегти простір і водночас максимізувати врожай, і він попередив: «Нехтування створенням належної спадкоємності культур є помилкою, бо в такому випадку ми можемо втратити половину прибутку нашої землі, яка ніколи не повинна лежати без діла». Він також обговорив продуктивність великої рогатої худоби, овець, кроликів, птиці та риби, а також узагальнив якість різних продуктів харчування.

У той час слово «сіль» не мало точного хімічного значення, але він явно вважав, що м'ясо має більшу харчову цінність, ніж зерно, а зерно — більше, ніж трави. Він цитував листи від фермерів, наприклад, про те, скільки корів вирощують на акр і скільки вони дають молока, але найбільше інформації він отримав про розведення кролів. Він обговорював досягнення максимального виробництва як у малих, так і у великих кролячих заводах. У невеликій лабораторії потрібно було створити притулок, самців потрібно було прикувати на ланцюги, щоб вони не знищили молодняк, а кролиць потрібно було годувати імпортом кормом. Він підрахував, що протягом року двоє самців, двадцять самок та їхнє потомство з'їдять 48 бушелів висівку по 3 пенса за бушель, 12 бушелів вівса по 16 шилінгів на квартал і 6 пучків сіна по 1 шилінгу на пасмо. На додаток до купленого корму, «грубе листя капусти, бадилля ріпи, бадилля моркви та бур'яни, які надто часто дратують сад, компенсують їм необхідне». Прибуток від цих інвестицій становив принаймні шість виводків на рік, але в Хаммерсміті заводчики досягли дев'яти чи десяти виводків на рік, дозволяючи кролиці вирощувати лише п'ять дитинчат. Однак він підрахував, що 20 самок, які розмножуються шість разів на рік і вирощують по п'ять дитинчат на один виводок, дадуть 600 дитинчат, яких можна буде продати в місячному віці за шість пенсів кожна. Якщо вирахувати два фунти і два шилінги за куплену їжу, це залишило прибуток у 12 фунтів і 18 шилінгів. Описане ним великомасштабне господарство-лабіринт займало 700 акрів, і літня їжа росла в самому лабіринті.

Хоча землі Вільяма Гілберта в Північному Вілтширі вважалися одними з найбільш безплідних в Англії, після того, як луг було видалено та розорано, вони дали одні з найрозкішніших урожаїв в Англії. Бредлі приписував цю незвичайну родючість «грунту, який добре очищався роботою кроликів, а також завдяки великій частці рослинних солей, що впливали з гною та сечі, які під час оранки регулярно змішувалися, і таким чином перероблялися».

Однак Бредлі не врахував, що ввезення сіна та гілок ліщини на зиму було схоже на внесення добрив у ґрунт. У лабораторії було 8000 кроликів, які, на думку Гілберта, приносили близько 24 000 потомства щорічно. Були деякі втрати через нещасні випадки, браконьєрство, ласки, тхорів, лисиць та хвороби, але Бредлі не надав даних про масштаби втрат.

Його інформація про продуктивність риби включала неформальний контрольований експеримент. Подруга зарибала три водойми маленькими коропами. Один ставок був у підніжжя пагорба, і риба в ньому стала наполовину більшою, ніж риба в двох інших ставках, мабуть, через те, що змивалося з пагорба в ставок під час дощів. Два ставки, що залишилися, мали різне дно, і риба в ставку з глинистим дном виросла більшою, ніж риба в ставку з гравійним дном.

Сам Бредлі вирощував рибу на природних поглибленнях, і він отримав деяке уявлення про те, яку рибу можна вирощувати разом, а яку ні. Він бачив, як вугри, камбали та срібні пенси ховаються в мулі на дні та хапають молодь, що пропливає повз, а вугри, камбали та окуні були єдиною рибою, яка могла вижити разом із щукою, хоча щука і вугор їли жаб.

Він писав: «У весняний сезон, коли починають з'являтися жаби та ропухи, якомога менше сприяйте їм у своїх коропових ставках, але знищуйте їх до того, як вони нерестяться, щоб вони та їхнє покоління загинули одразу; бо незалежно від того, чинять ці жахливі тварини лихо коропам чи ні, отруюючи їх, як повідомляється, вони безсумнівно позбавляють коропів значної частини їжі.»



Якщо хтось вирощував щуку й окуня, то в ставку повинні бути плотва для їхньої їжі, а водяні бур'яни «для їхнього притулку й живлення; бо там, де є водяні бур'яни, будуть також і водяні комахи, які допомагають харчуватися рибама». Але на ставку з великою щукою не можна було вирощувати і качок, бо щука їсть каченят. За підрахунками Бредлі, рибні ставки приносять дуже непоганий щорічний прибуток. Незважаючи на пораду Бредлі вбивати жаб, щоб вони не «грабували» коропів їжу, він вірив у баланс природи. Ця концепція залишалася без назви до Ліннея (Egerton 1973). Коли на фермах на захід від Лондона спалахнула епідемія гусениць, «деякі фермери уявили, що птахи, які були там великими зграями, з'їли листя їхньої ріпи, і фермери винайшли всі можливі засоби для знищення» птахів. Однак Бредлі переконав їх, що «Птахи були скоріше друзями, ніж ворогами, і прилетіли туди, щоб пожитися гусеницями, яких було так багато, що на кожній ріпі було не менше тисячі...» (Бредлі 1719–1720). У «A Philosophical Account of the Works of Nature» (1721:159) Бредлі узагальнив, що «всі тіла певною мірою залежать одне від одного; і що кожна окрема частина творів природи необхідна для підтримки решти; і що якщо комусь бракує, всі решта повинні вийти з ладу». А ще він писав: «Нещодавно я спостерігав за парою горобців, у яких були дитинчата, і зробив двадцять актів годування на годину; і враховуючи лише 12 годин на день, давайте обчислимо, яку кількість цих шкідників було знищено лише цим гніздом». Крім того, він зауважив, що кількість зібраних фруктів була більшою в регіонах, де птахів не знищували, і що птахи, які, як вважають, їдять квіти та бутони, насправді шукають комах.

У «Філософській розповіді про твори природи» Бредлі (1721) підрахував, що ікра тріски містить близько 1 000 000 ікринок, і, наслідуючи приклад Аристотеля і Метью Хейла, він висловив припущення про час, необхідний трісці, щоб збільшитися до об'єму, еквівалентного розміру Землі – близько 1000 років. Він зробив висновок, що це відбувається через її природних ворогів: «Природа подбала про те, щоб забезпечити її такою здатністю до збільшення або розмноження її видів, що є належну компенсацію для компенсації всіх збитків, які можуть статися».

Раніше ми бачили, що Джон Рей навів приклади комах, які їдять лише один вид рослин, і що Вільям Дерхем довів цю ідею до такої крайності, що не помітив можливості конкуренції між видами. Бредлі, з одного боку, навів приклади гнучкості в раціоні тварин: звичайний раціон коней складається з трави, але вони їдять зерно, собаки їдять м'ясо, але їдять і фрукти, а равлики, здається, їдять будь-які рослини, але з іншого боку, він навів багато прикладів комах, які спеціалізуються на поїданні лише однієї рослини. Він також знав про комах, які харчуються рослинами, які мають паразитів мух-іхневмонів. Ця остання думка була однією з кількох, які спонукали Бредлі підтримати ідею зараження живих організмів як причини хвороби. Ні Фракасторо, ні хтось інший не створив теорії зараження, і до 1720 року ця ідея мала небагато прихильників. Для Фракасторо мікроби були хімічними атомами. Бредлі помітив, що східні вітри були частими в березні, і що (Бредлі 1719–1720): гусениці, як правило, супроводжують ці вітри, головним чином заражаючи один вид дерев частіше, ніж інші. Він стверджував, що яйця цих комах приносять нам східні вітри; або що температура повітря, коли дмуть східні вітри, необхідна для виведення цих істот, якщо припустити, що їхні яйця вже були відкладені на ті заражені частини дерев минулого року. На заперечення, що східні вітри недостатньо теплі для виведення комах, він відповів, що існування комах у Норвегії, Ісландії та інших холодних регіонах показує, що кохам не обов'язково потрібно багато тепла, щоб вилупитися.

Тим часом чума, яка поривами блукала Європою з 1347 року, вразила Марсель (Франція), у 1721 році. Бредлі прореагував на це невеликою книжкою «Чума в Марселі», в якій він повідомив, що станом на 20 жовтня померло близько 60000. Міркуючи про те, що вітри, які разносять комах, можуть вплинути на чуму, і використовуючи дані про попередні лондонські епідемії, він передбачив, що марсельська чума вщухне взимку, а оскільки комахи мають специфічну їжу. Він також підозрював, що хвороби, які вражають одну расу людей, можуть не вражати інші раси.

Бредлі також знав, що смугастість тюльпанів може передаватися щепленням, а преподобний Джон Лоуренс, інший відомий автор книг із автор садівництва, виявив такий самий ефект у жасмину, коли бутон жовтого жасмину був прищеплений на звичайний жасмин. Через

кілька років все дерево матиме жовте листя. Бредлі стверджував, що ситуація подібна до щеплення віспи, і що смугастий ефект у тюльпанів і жовтий ефект у жасмину пов'язані з поширенням чуми від зараженого рослинного матеріалу через здорову рослину. Тепер ми знаємо, що смугастий ефект у тюльпанів викликаний вірусом. Однак Бредлі не вважав, що всі хвороби викликані живими істотами; наприклад, він пояснював епідемію серед курей поганою вентиляцією курника.

У 1724 році Бредлі став першим професором ботаніки в Кембриджському університеті, але оскільки ця посада не передбачала зарплати, він був надто зайнятий публікацією своїх книг, щоб займатися викладанням. Йому не вдалося опублікувати «*A Course of Botanical Lectures Explaining Principles of Vegetation*» (1725), який все ще існує в рукописі в бібліотеці Ботанічної школи Кембриджа, але він переробив матеріал для своїх «*Ten practical discourses concerning Earth and Water, Fire and Air, as They Relate to the Growth of Plant*», як вони пов'язані з ростом рослин (1727).

Він опублікував «*A Course of Lectures upon the Materia Medica, Ancient and Modern*» (1730), у якій обговорював необхідність створення фізичного саду в Кембриджі. Його суперник і наступник на посаді професора ботаніки в Кембриджі Джон Мартін написав жартівливу рецензію на неї, заявивши, що Бредлі «зобов'язує» опублікувати книгу, оскільки лише троє чи четверо студентів чули його лекції.

Бредлі жив у нестабільному економічному стані та помер у середині 40-х років. У той час, коли багато натуралістів задовольнялися назвою, описом і класифікацією видів, він був заповзятливим, дослідником натуралістом, якому вдалося поширити свої численні та різноманітні думки про те, як живуть і взаємодіють рослини і тварини. Його твори містять певну нечіткість і помилки, але в цілому його внески просунули природничу історію в напрямку, який зрештою привів до екології.

У розпал Наукової Революції більшість дослідників мали досить широке коло наукових інтересів. Їх цікавили різні галузі природознавства, економіка, техніка, філософія та теологія. Лише деякі із них зосереджувалися навколо одного напрямку або були в свій час відомі із однієї сфери досліджень. Прикладом цього може бути Рене-Антуан Фершо де Реомюр. Діапазон наук, які досліджував Реомюр, був дуже же широким. Географи запам'ятали Реомюра за його термометром (1731), але один історик метеорології вважає, що «його робота з термометрії була набагато нижчою за стандарт більшості його інших наукових робіт». Можливо, це й так, але його термометр, тим не менш, домінував у Франції, поки його не замінив у революційній Франції градусний термометр аж у 1794 році. Термометричні дослідження, можливо, пробудили його інтерес до взаємозв'язку між температурою та швидкістю розвитку комах. Його першочергова слава та важливість пов'язані з його «*Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*». Через його дослідження поведінки комах Вілер вважав його засновником етології.

Рене-Антуан Фершо де Реомюр (1683–1757) походив із відомої родини Ла-Рошелі, і він, ймовірно, відвідував католицькі школи там та в інших місцях, перш ніж поїхати до Парижу в 1703 році. У Парижі він вивчав математику під керівництвом П'єра Варіньйона, який висунув його на членство в Королівській академії наук, до якої він був прийнятий у 1708 році. Протягом своєї кар'єри він був її директором 12 разів і субдиректором 9 разів.

На той час французьке виробництво заліза та сталі було відсталим порівняно з деякими іншими європейськими країнами, і уряд щедро підтримував його експерименти з удосконалення цієї технології. Він у зв'язку із цим написав книгу про виробництво заліза (Réaumur, 1722). А ще він писав «Мистецтво висиджування та виховання домашніх птахів», мемуари про поведінку бджіл, мурах, павуків, жуків, жаб і ропух, ріст черепашок водних тварин, павутину, пурпурну фарбу із молюсків, регенерацію кінцівок ракоподібних, виробництво штучних перлів, праці із геометрії, які він використав для дослідження стільників бджіл. Його рух до ентомології був поступовим і не передбачав відмови від інших досліджень.

Перше помітне дослідження Реомюра про комах було присвячено платтяній молі (1728), і це призвело до його дослідження гусениць у першому томі його історії комах.

Він уже писав у вступі до I тому: «Я анітрохи не схильний до точного перерахування всіх видів комах, навіть якщо це можна було б зробити. Мені здається достатнім розглянути ті види,

які доводять нам, що вони заслуговують на те, щоб їх вирізняли... багато сотень і сотень видів комарів і дуже маленьких метеликів, які не виявляють нічого більш примітного, ніж кілька невеликих відмінностей у формі крил або ніжки, різновиди забарвлення або різні візерунки одного кольору можуть бути змішані один з одним». Він мав рацію щодо незліченних видів комах, але підхід Джона Рея, який намагався ідентифікувати та вивчати їх у своїй місцевості, був хорошою стратегією. На щастя, томи Реомюра добре проілюстровані. Як і Левенгук, він не був ілюстратором, а найняв одну чи кількох компетентних жінок. Його види були ідентифіковані та названі Карлом Ліннеєм (1758), а пізніше повторно досліджені Валло (1802) і Боденхаймером (1928–1929).

Кілька визначень залишаються дискусійними (Müller and Wheeler 1982), але це, ймовірно, було б правдою, навіть якби Реомюр більше займався тим, щоб назвати їх сам. Він наніс трохи його молочного соку молочаю на свій язик, і незабаром його рот запалав вогнем, і миття не полегшило його. Але гусениці Молочайного бражника (*Hyles euphorbiae*) випили його без шкідливих наслідків. Коли він помістив гусениці капустиної совки (*Mamestra brassicae*) і звичайної совки (*Acronycta* sp.) з молодими капустянками, наступного дня він їх не знайшов. Та все ж листя капусти погризли. Коли шукав землю в горщиках з капустою, то знайшов їх. Він повернувся вночі зі свічкою і побачив, що вони харчуються листям.

Перші мемуари другого тому стосуються впливу температури на час, необхідний для розвитку комах, тему, яку Сваммердам і Левенгук коротко досліджували. Лялечки, яких утримували взимку в оранжереях, породили моль задовго до інших, які тримали в прохолодних місцях. Він також заморозив кілька гусениць у 1736 році і пізніше виявив, що вони були ще живі, коли їх розморозили. Усвідомлюючи, що комахи розвиваються швидше в теплу погоду, Реомюр (1734–1742) спробував оцінити річну швидкість приросту метелика, який, як він знав, розвивався приблизно за місяць у теплу погоду. Він бачив дорослих особин виду протягом року, але оскільки він знав, що взимку вони розвиватимуться повільніше, то він підрахував, що, ймовірно, було сім поколінь на рік. Оскільки, самки відклали від 9 до 14 яєць, він використав у розрахунках 10 яєць. Використовуючи метод розрахунку Левенгука, він показав, що з однієї гніздової пари в сьомому поколінні може вийти 156250 особин, а загалом за рік було 195310. Оскільки, такої швидкості зростання не було досягнуто, він зробив висновок, що черв'як, який він описав, обмежив зростання, поїдаючи незрілі форми.

У наступних мемуарах Реомюр (1734–1742.) обговорював чуму гусениць (*Plusia gamma*), яка спалахнула по всій Франції в червні та липні 1735 року. Залучений метелик виробляв лише одну партію яєць за своє життя. Перше покоління сезону розвивалося навесні з яєць, які перезимували. Потім це покоління створило наступне покоління, яке відклало яйця, які потім перезимували. Самка відклала близько 400 яєць, а це означало, що якщо навесні в місцевості вилупиться лише 20 особин, то друге покоління потенційно може виробити 800 000 яєць для зимівлі. Тоді він дійшов висновку, що не так важливо пояснювати, чому час від часу спалахує чума, як пояснювати, чому це трапляється не частіше.

По-перше, кожен вид метеликів має паразитів і хижаків, які значно обмежують його чисельність. Хвороби та погода також стримують їх зростання. Тому рік спалаху наставав, коли погода сприяла метелику, але не його хворобам, паразитам чи хижакам. Це пояснення відповідало тому факту, що гусениць було дуже багато восени 1731 року, навесні 1732 року та 1737 року. Але спалаху, подібної до 1735 року, протягом цих трьох років не було, тому що мухи, які відкладають яйця в гусениці, також були численні. Реомюр повторив із «A General Treatise of Husbandry and Gardening» Річарда Бредлі (1721–1724) правдоподібне, але неточне твердження, що вбити двох метеликів у серпні перед тим, як вони розмножаться, було так само добре, як вбити 8000 гусениць наступного червня. Він пояснив, що можна спостерігати за роботою цих гусениць, відрізаючи скручене або складене листя, виганяючи гусениць, а потім розміщуючи їх на інших листках тієї самої рослини. Вони швидко працюють, щоб сховатися, використовуючи це листя, закріплюючи своє житло шовковими нитками. Той самий лист, який забезпечує притулок, також їдять. Влітку на дубах часто зустрічаються гусениці *Tortrix*, які іноді повністю позбавляють дерева листя. У своєму згорнутому листі вона закрита зовнішніми витками пластинки, і може їсти внутрішні витки

на дозвіллі. Вона повинен мати спосіб втекти від ворога. Вона рухається з великою спритністю і часто виривається через відкритий кінець своєї трубки, а потім скидає лист на шовкову нитку. Коли все затихає, вона знову лізе до свого листка, змотує нитку та їсть її. Коли вона переростає одну трубку, він будує іншу. Остання стає лялечкою, в якій вона перетворюється на дорослу особину.

Він наголосив на тому, щоб знати, які види є шкідливими (вважаючи, що їх у Франції лише близько дюжини), і які тварини на них нападають. Реомюр зробив значний внесок у знання про паразитів, вивчаючи паразитичні гриби, черв'яків, кліщів і комах. У передмові до II тому (1736) він розглянув твердження про самозародження комах, а потім погодився з Реді, Сваммердамом і Левенгуком, що такі ідеї були підірвані ретельним дослідженням: «Жоден вид комах не породжує комах іншого виду, ніж свій власний». Він пояснив, що те, що ми називаємо паразитами-ентомофагами, виникає трьома способами: (а) яйця паразита потрапляють із листя рослини, (б) паразит закріплює свої яйця на тілі гусениці та (в) паразит відкладає яйця в тілі гусениці. Він надав чітку ілюстрацію личинок їхневмонідної мухи *Apaneles glomeratus* всередині гусениці. Зрештою він помітив мух, що вилітали з черв'яків у гусениці. У деяких личинкових ендopазаритів ентомофагів він виявив ектопаразитів і види, які відкладають свої яйця в яйця метеликів.

Левенгук виявив, що попелиці є партеногенними (Egerton, 2006), що викликало великий інтерес. У томі III Реомюр стверджував, що і крилаті, і безкрилі попелиці є дорослими, оскільки обидві живородні. Левенгук вважав, що безкрилі незрілі й пізніше отримують крила. Левенгук також дійшов висновку, що мурахи полюють на попелиць, але пізніше натуралісти дійшли висновку, що мурахи просто п'ють медяну росу, яку виробляє попелиця, і Реомюр погодився із ними. Він виявив рудих мурашок (ймовірно, *Formica rufa*), які живуть під землею разом із сірою попелицею. Роберт Гук (1665), як ми бачили, заклав хорошу основу для вивчення комарів за допомогою свого мікроскопа, і Реомюр наслідував його приклад. Коли він намалював грудну клітку та голову комара, він і його ілюстраторка також використовували, або мікроскоп, або збільшувальне скло. Звичайно, у той час ніхто не знав, що самки комарів передають смертельні мікроорганізми під час укусів, тому їх статус був радше дратівливим, ніж небезпечним шкідником. Він дає детальний і найцікавіший опис процесу відкладання яєць у звичайного домашнього комара, *Culex pipens*. Також повідомив, що в тілах маток джмелів (*Bombus*) він знайшов і проілюстрував скупчення черв'яків. Іноді скупчення було розміром із маленьку вишню, і спочатку він думав, що це «зародки» (сперма), які потрапляють у яйця, але подальше дослідження показало, що це вугроподібні черви, які живуть за рахунок самки. Крім того, вони перешкоджали розвитку її яйцеклітин. Теодорідес (1959) розповідає нам, що ця нематода (*Sphaerularia bombi*) була офіційно названа та описана лише в 1837 році Леоном Дюфуром. Реомюр детально описав і детально проілюстрував мух, які відкладають яйця на або в шкіру ссавців. Особливо новаторською була його ілюстрація личинок і лялечок мух, які інфікують глотку оленів. Реомюр мав намір опублікувати сьомий том своїх історій про комах.

Реомюр написав «Histoire des fourmis» для VII тому, ймовірно, між жовтнем 1743 і кінцем січня 1744. «Histoire des fourmis» і частина його трактату про бджіл залишаються єдиними значними роботами Реомюра про комах англійською мовою. Значна частина трактату про мурах представляє екологічний інтерес. Його експерименти на мурахах були інноваційними. Підхід Реомюра до зосередження на помітних видах дозволив йому зробити деякі узагальнення. Не було відомих видів поодиноких мурах, таких як одиночні бджоли та оси. Деякі види мурах мають постійні місця проживання, а інші види мають лише тимчасові місця проживання. Навіть ті, хто має постійне місце проживання, залишають його, коли посуха або надмірний дощ роблять його непридатним. Деякі види будують мурашники з невеликих шматочків мертвої деревини, інші живуть у дуплах дерев, треті риють тунелі в землі, а четверті ховають свій мурашник під камінням або квітковими горщиками. Він відкинув як фольклор давню історію про працюючих мурах, які збирали зерно на зиму, тому що він ніколи не відкривав таких сховищ, коли викопував формакарії, і він навіть проводив експерименти з мурахами-замкнутими, яким давали зерно і нічого більше не їли; вони голодували. Уїлер (1926) зазначив, що Реомюр був правий щодо мурах у північній Франції, які впадають у сплячку, але в Середземному морі є види, які дійсно запасують зерно. У

сільській місцевості на деревах зазвичай були ряди мурах, що піднімалися вгору та вниз, і Реомюр виявив, що вони зазвичай не завдавали шкоди, бо шукали виділення попелиці та щитівок. Однак, він виявив, що темно-коричневий вид середнього розміру дійсно обгризав квіти, бруньки та молоді плоди абрикосових дерев. Іноді різні види або різні колонії одного виду борються за володіння деревом. Мурахи люблять мед, і якщо вони знайдуть яйцеклітини поодиноких бджіл із збереженим у них медом, вони можуть змусити самку покинути це місце. Він процитував французький переклад (1743) «The Gentleman and Gardener's Kalendar» Річарда Бредлі про те, як знищити мурах, які стають шкідниками: наріжте дощового черв'яка на плоскому блюді, покладіть його біля них, і коли він буде покритий мурахами, їх можна вбити. Мурахи вбивають гусениць, розміщених на мульчарі, а іноді й гусениць, яких вони зустрічають на в'язах. Найкращий спосіб очистити скелет – поховати тварину в мульварі. Кілька видів павуків відкладають яйця на згорнуте листя дерев, і мати залишається поруч, щоб захистити їх. Реомюр відігнав павука і поклав листок із яйцями на землю, і за кілька годин мурахи з'їли яйця. Ніхто до Реомюра не повідомляв про спаровування мурах. Сваммердам вважав, що всі крилаті мурахи були самцями, але у вересні 1731 року Реомюр побачив літаючі зграї комах, які, як він виявив, були мурахами, що спаровувалися, самцями та самками. Він бачив, як вони після спарювання повертаються до форми карію, який залишили. Він зрозумів, що їм потрібні лише крила для спаровування, і що вони пізніше їх скинули. Однак, питання, на яке він не міг відповісти, полягало в тому, чи існують колонії мурашок.

Вілер сказав, що обидва типи утворення колоній зустрічаються серед різних видів мурах. 10 червня 1720 року Реомюр знайшов форми карію, у якої вночі були закриті всі входи, крім маленького; інші були відкриті вранці. Він виявив, що личинки та німфи можна знайти в мульцях лише в теплі місяці, і що вони розташовані більш-менш глибоко в них залежно від години доби та погоди, і що робочі зайняті їх переміщенням. Якщо форми карію порушується, мурахи-робітники швидко переносять їх у безпечне місце. Деякі види не прядуть кокони, але багато хто це робить, і личинка завершує кокон приблизно за 29 годин. Незабаром він метаморфозує і залишається в стані спокою один-два дні, перш ніж скинути шкіру і стати дорослою особиною. Зазвичай мурахи ростуть у популяції, тому що мурахи народжуються швидше, ніж гинуть. Це спричиняє постійне збільшення форми карію до тих пір, поки це практично можливо, але після цього рій, ймовірно, виходить, щоб зробити новий форми карію. Можна відрізнити мігруючу колонію від звичайного руху мурашок туди-сюди, оскільки мігруюча колонія рухається лише в одному напрямку та несе свої личинки та кокони. Іноді дорослі особини навіть несуть інших дорослих особин, і в цьому випадку пара змикає мандибули. Як правило, більші несли менших, і він підозрював, що мурахи, яких несли, були самцями. Люди навчилися їх терпіти, тому що вони винищували тарганів та інших комах і павуків. Він також повідомив, що мурахи-листорізи іноді знищують листя з дерева. Деякі з них піднімаються вгору і зрізають листя з гілок, а коли воно падає на землю, інші відносять його в форми карію, мабуть, як їжу для личинок. Пізніше Томас Белт повідомив, що листя використовували в мурашнику як компост, на якому вирощували грибну їжу, як для дорослих особин, так і для личинок. «Природну історію комах» Реомюра широко читали й цінували, і це надихнуло інших натуралістів на подібні дослідження. З деякими з них він вів велике листування, і багато з цих листів опубліковано.

Багато досягнень європейських натуралістів було б неможливе без організмів чи їхніх описів, які привозили із-за меж Європи. Часто за кордонами європейських країн діяли видатні дослідники природи. За даними дослідника науки Джордж Басалла (1967), що вивчав колоніальну науку і виявив, що вона процвітала так само, як і на батьківщині У Новому Світі іспанці мали перевагу в колонізації над англійцями та французами на століття; однак, оскільки наука не мала сильної підтримки в Іспанії, вона повільно розвивалася в її колоніях. Наука процвітала приблизно однаково в Британії та Франції, і тому можна було очікувати, що їхня колоніальна наука буде порівнянною. Перша книга про рослини Північної Америки була дуже добре проілюстрована французом Жаком Філіпом Корну. Однак, Корну описував природу у паризьких садах, а не в Канаді. Особливо слід відзначити двох лікарів-натуралістів Мішеля Сарраціна (1659–1734) і Жана-Франсуа Готьє (1708–1756). Саррацін спочатку поїхав до Квебеку як хірург у 1685 році, пізніше

повернувся, щоб вивчати медицину в Парижі, і повернувся до Квебеку, як лікар у 1697 році. Він став членом-кореспондентом Королівської академії наук і протягом 20 років надсилав їй до Парижа зразки. Зараз вони все ще знаходяться в Muséum d'Histoire Naturelle. Рукописний список канадських рослин Сарразіна фотографічно відтворив Валле. Готьє зробив «ботаніко-метрологічні спостереження» в Квебеку, які він відправив до Королівської академії наук з 1744 по 1750 рік; вони були опубліковані в Académie's Histoire. Він також склав перелік важливих рослин і тварин Квебеку в 1749 році на прохання генерал-губернатора Роланда-Мішеля Баррена дела Галіссоньєра. У багатій цукровій колонії Сен-Домінге (Гаїті) Франція навіть мала вчене співтовариство (1784–1792), поки повстання рабів не вигнало французів. Різноманітні французькі дослідники публікували звіти про подорожі, часто включаючи спостереження природної історії. Гарним прикладом був єзуїтський професор П'єр-Фран Суа-Ксав'є де Шарлевуа (1682–1761). Він залишив Париж, щоб викладати в Квебеку. У 1705–1709, і повернувся у 1720–1722 роках, щоб дослідити Великі озера, а потім спуститися вниз по Міссісіпі. Його два томи описів подорожей не були опубліковані до 1744 року як частина його шеститомна «Histoire et description générale de la Nouvelle France». Заслугує на увагу його Розділ V про бобра, хоча останні дві сторінки порівнюють бобра і ондатру. Його точні анатомічні дані походять із мемуарів про анатомію бобра Сарразіна, опублікованих Королівською академією наук. Розповідь Шарлевуа здається в основному достовірною, за винятком його інформації з медичного та теологічного факультетів Парижа про те, що бобра можна їсти як рибу через його лускатий хвіст.

Британські військові та політичні перемоги в Америці дозволили її колоніальній науці розвиватися краще за інших. Тут виділяють такі її етапи:

- 1) результати інвентаризації європейців, які опублікували свої відкриття на батьківщині;
- 2) дослідження колоністів, які частково отримали освіту на батьківщині, проводили подібні дослідження, які здебільшого публікувалися на території батьківщини;
- 3) незалежна наука місцевих дослідників, зазвичай викликана політичним розривом із материнською країною, в якій колишні колоністи розвивали власну наукову освіту, установи та публікації.

Наприклад, преподобний Джон Беністер (1650–1692) народився в Англії, але став колоніальним натуралістом, коли оселився у Вірджинії в 1678 році. Проте інші європейські натуралісти продовжували досліджувати Америку і поверталися додому, щоб опублікувати свої відкриття протягом 1600-х і 1700-х років. У 1585 р. сер Уолтер Релі відправив англійську колонію на острів Роанок, штат Північна Кароліна, але її члени розчарувалися й повернулися додому разом із сером Френсісом Дрейком у 1586 р. У 1587 р. Релі як губернатор спробував ще раз і взяв разом із собою математика-астронома-геодезиста Томаса Харіота (1560 р.), а також художника Джон Уайт. Пізніше Харіот опублікував «A Brief and True Report of the New Found Land of Virginia» (1588), в якому описував клімат колонії та ресурси для потенційних поселенців. Уайт майстерно малював індіанців, птахів, риб, крабів, комах. Томас Пенні придбав чотири ілюстрації Уайта до комах, які пізніше були опубліковані в «Insectorum» Томаса Муффе (1634) і в його англійському перекладі «The Theatre of Insects».

Джон Лоусон (1650–1711), можливо, був аптекарем, який 1 травня 1700 року відплив до Америки за пригодами. У грудні лорд-власники Кароліни доручили йому провести огляд внутрішньої частини колонії, що він і зробив у супроводі п'ятьох англійців і чотирьох індіанців. Він тривав з 28 грудня 1700 року по 23 лютого 1701 року, і, за його оцінками, вони подолали 1000 миль (сучасна оцінка становить 550 миль). Це дослідження дало інформацію для його карти Північної та Південної Кароліни, яку він опублікував у «A New Voyage to Carolina, Containing the Exact Description and Natural History of that Country» (1709). Від знайомих у Чарлз-Тауні (Чарлстон, Південна Кароліна) Лоусон дізнався, що Джеймс Петівер збирав зразки природних об'єктів, публікував списки отриманих та імена відправникам і надавав певну допомогу гідним колекціонерам. Лоусон надіслав йому листа 12 квітня 1701 року, в якому розповідав про свою зацікавленість у зборі зразків для Петівера. Цей проект був одним із стимулів для збору інформації, знайденої в його книзі, де розгорнуто обговорення рослин і тварин. Лоусон присвятив майже 25 сторінок деревам, кущам і ліанам Кароліни. Його не хвилювало, чи були вони місцевими

чи інтродукційними, хоча більшість були місцевими. Він наголошував на їх використанні, але не обмежувався утилітарними коментарями. Наприклад, він виділив три види жимолості — які росли відповідно у вологій землі, на чистій і сухій землі та в болотистих лісах — їх використовували лише для того, щоб прикрашати природу. Його довга дискусія про види та використання дубів включала «Турський дуб», єдиним відомим використанням якого було забезпечення їжею індіків. Окрім його карти, його єдиними ілюстраціями були сім ссавців, три змії та панцир черепахи. Наприклад, ведмідь ловить рибу, снот використовує свій хвіст як приманку, щоб зловити краба, а згорнута змія чарує білку з дерева. Він прямо не пов'язував свої ілюстрації зі своїм текстом, що створювало певну двозначність, оскільки ілюстрації не дуже точні.

Він обговорив чотири види кішок — пантеру, домашню кішку, дику кішку, тигра — які, ймовірно, зараз називаються пумою, домашньою кішкою, риссю та ягуаром, а також обговорив три види оленів — лося, оленя та лані. — які, ймовірно, є лише лосями та білохвостими оленями.

Найбільше кіт схожий на рись, а роги лося більше, ніж на білохвостого оленя. Відомо, що рисі вбивають оленят, а також дорослих білохвостих оленів взимку; чи вбивають вони дорослого лося, менш точно. Лоусон описав 27 видів «звірів» (ссавців), хоча в його списку згадуються два види невизначених щурів і два види невизначених мишей, 129 видів птахів, 42 види морських риб (включаючи китів, морських свиней і дельфінів), 20 видів прісноводної риби, 20 видів молюсків і 22 види «комах», які були рептиліями, з додатковими невизначеними жабами та черв'яками, зазначеними як «комахи»; під цим заголовком не було справжніх комах. Підбадьорений Петівером, він мав намір написати ще більше про американську природничу історію, коли повернеться туди після публікації своєї книги в Лондоні. У 1710 році він написав Петіверу досить довгого листа з Північної Кароліни, в якому виклав свої плани, але ці плани зазнали невдачі, оскільки він був убитий індіанцями Тускарора в 1711 році. Проте те, що він уже зробив, було значним. на той час: «перша велика спроба природної історії Нового Світу» (Feduccia, 1985)

Марк Кейтсбі (1682–1749) походив із заможної родини середнього класу, і він зацікавився природною історією через знайомство з Джоном Реєм (Frick and Stearns 1961:9), який жив неподалік від Кейтсбі. Хоча Марк Кейтсбі не отримав університетської освіти, став найбільшим британським дослідником природної історії свого часу (Stearns, 1970). Одна з його сестер, Елізабет, вийшла заміж за лікаря Вільяма Кока; він взяв її до Вірджинії, де розвинув успішну практику і став видатним політиком. Таким чином, для Марка було зручно поїхати до Вірджинії, щоб збирати рослини для англійських покровителів. Він прибув туди 23 квітня 1712 року і повернувся до Англії лише в жовтні 1719 року. Він постійно досліджував і спостерігав за рослинами і тваринами в природних умовах, але єдиними записами про свої знахідки були малюнки деяких рослин і тварин, живими або сушеними, які він відправляв своїм покровителям. Проте він досяг успіху в тому, за що взявся, і на засіданні Королівського товариства 19 жовтня 1720 року новопризначений губернатор Південної Кароліни Френсіс Ніколсон запропонував Кейтсбі пенсію у розмірі 20 фунтів на рік, щоб «спостерігати за рідкостями країни для потреб і цілей суспільства». Цього разу його зобов'язали скласти письмові зауваження. Він прибув до Чарльз-Тауна 23 травня 1722 року і залишався в Кароліні до січня 1725 року, коли він відправився на Багамські острови приблизно на рік, а потім повернувся до Англії в 1726 році. Прибувши до Південної Кароліни, Кейтсбі «несподівано виявив, що ця країна багата не тільки всіма тваринами та овочами Вірджинії, але й ще більшою різноманітністю». Іншими словами, його попередній досвід у Вірджинії забезпечив багате підґрунтя для його нових починань. Свій перший рік він провів на прибережній рівнині, де жила більшість колоністів, але пізніше він вирушив у передгір'я та гори з індіанськими носіями та гідами. Крім колекціонування рослин і тварин, він любив полювати на «зубрів, ведмедів, пантер та інших диких звірів». Інвентарна природна історія колоніальної ери ніколи не обмежувалася ідентифікацією та описом видів. Кейтсбі описував географію, клімат, ґрунт, річки та індіанців Кароліни у вступі до своєї роботи. Він спирався як на власні спостереження, так і на книгу Лоусона, хоча визнаючи останнє джерело лише під час обговорення індіанців. Інтерес Кейтсбі до розміщення видів у їхньому природному середовищі був символізований його дуже вражаючими кольоровими ілюстраціями в «The Natural History of Carolina, Florida and the Bahama Islands». Переважна більшість рисунків містить тварин і рослини,

зображені разом, які зустрічаються разом у природі: 109 птахів, 33 амфібії та рептилії, 46 риб, 31 комаха, 9 чотирилапих і 171 рослину. І його птахи, і його рослини ідентифікуються та обговорюються сучасними фахівцями. Публікація його «The Natural History...» була головним проектом його життя після того, як він повернувся з Америки в 1726 році; на створення книги пішло 20 років. Він був художником-самоучкою, який навчився гравірувати свої ілюстрації, а також розфарбовував їх вручну з певною допомогою. Кейтсбі запросили до Королівського товариства, щоб презентувати першу частину роботи 22 травня 1729 р. Інші він також виставляв на наступних зустрічах. Саме завдяки цьому досягненню він був обраний членом Товариства 26 квітня 1733 року. У 1768 році король Георг III придбав версію «Природничої історії» Кейтса, яка була переплетена в три томи замість двох і була проілюстрована не 220 гравюрами Кейтсбі, а 263 його справжніми ілюстраціями, аквареллю або пером і чорнилом. Цей набір знаходиться в бібліотеці Віндзорського замку, а в 1997 році понад 50 оригінальних ілюстрацій стали основою для пересувної виставки, яка за два роки об'їхала п'ять музеїв. Кейтсбі описав і проілюстрував вимерлих нині видів – каролінський папуга, а також східний підвид лугової курки, який також вимер, а також дятел із слонової кістки, який також є вимерлим. У цитованому вище звіті Лоусона він стверджував, що папуга впала взимку в сплячку. Незважаючи на те, що Джон Рей відкинув цю ідею в 1670-х роках, вона залишалася популярною ідеєю протягом 1700-х років. Вона була також відкинута Кейтсбі, який знав Рея. Скептицизм Кейтсбі ґрунтувався не лише на судженні Рея. Під час перебування на Багамах він знайшов докази того, що коли рисові птахи зникають в Кароліні, вони просто летять на південь. Це спостереження було поховано в книзі з природознавства, де воно, можливо, не отримало широкого розголосу, але він також написав більш загальну та детальну статтю про міграцію птахів, яка була опублікована Королівським товариством (Кейтсбі 1747). Внесок Кейтсбі був досить важливим дослідником природи, щоб заслужено носити титул «засновника американської орнітології».

Ймовірно, найкраще освіченим дослідником-натуралістом, який приїхав до Америки в 1700-х роках, був Пер Калм (1716–1779), який навчався під керівництвом Карла Ліннея і став професором університету Або у Фінляндії. У 1748 році Шведська королівська академія наук послала його до Північної Америки збирати корисні рослини, які могли б вижити в Скандинавії. По дорозі він зупинився в Лондоні, відвідав Королівське товариство та зустрівся 21 квітня з Кейтсбі, а також 23 травня відвідав його дім, де Кейтсбі порадив йому як збирати та зберігати рослини та тварин в Америці. Калм прибув до Філадельфії у вересні та повернувся додому в лютому 1751 року. Хоча його шведські спонсори очікували, що він проведе більшу частину свого часу в Канаді, він віддав перевагу регіону Філадельфії. Місто було інтелектуальним центром Америки, а неподалік була шведська колонія в Нью-Джерсі, де він знайшов собі дружину. Він справді двічі подорожував до Канади, у 1749 та 1750 роках, але його відкриття були важливішими для природознавства, ніж для скандинавського сільського господарства та лісівництва. Ця подорож була великою пригодою його життя, і після цього він витратив багато часу на публікацію свого журналу «En Resa til Norra America», де вмісти інформацію про мандрівку та кілька супутніх наукових статей. Дві третіх комплектів висушених рослин, які він зібрав, зберігаються в Лондонському товаристві Ліннея та в Упсальському університеті. Весь список включає 60 нових для науки видів. Спостереження Калма за американськими рослинами і тваринами доповнили спостереження Лоусона і Кейтсбі, оскільки вони були зроблені значно далі на північ, ніж їхні. Першою статтею, опублікованою в шведському журналі в 1749 році, був лист про його подорож з Лондона до Філадельфії та його перші враження від Америки в 1748 році. Він був дуже вражений більшою різноманітністю рослин у Пенсільванії, ніж у Скандинавії. Той факт, що мушлі були знайдені в шарах гірських порід, виявлені під час копання колодязів, переконав його в тому, що прибережна рівнина колись була під морем і що «вода щороку спадає в цій частині світу». Члени Лондонського королівського товариства попросили його дослідити, чому рослини з Північної Америки, вирощені в Європі, цвітуть так пізно, що їх насіння рідко дозріває. Очевидно, він вважав кліматичні дані одними з найважливіших, які він мав збирати, і він включив щоденні звіти про погоду у свою книгу з серпня 1748 року (за місяць до свого прибуття) до січня 1750 року.



У травні 1749 року велика кількість сарани (цикад) вийшла зі своїх підземних осель, скинула свої кокони, а потім заповзла на дерева, щоб чекати висихання своїх крил. Чоловік, який копав яму, виявив німф на глибині 12 футів. Калм не знав, що вони їли під землею, але деякі припускали, що вони їли бруд. Шум, який здійняли дорослі, був такий гучний, що ніхто не міг пропустити момент їх появи. Раніше вони з'являлися в 1715 і 1732 роках, але далі вони з'являлися в різні роки. Він поїхав до Канади до того, як вони зникли, але йому сказали, що вони пробули близько шести тижнів, а потім зникли. Поки їх було багато, їх охоче поїдали свині, кури, лісові птахи, особливо сорокопуди, та індіанці. Калм вважав, що цей вид, ймовірно, такий самий, як описав Реомюр із Франції у своїх «Mémoires pour servir à l'histoire des insectes».

Стаття Калма була опублікована в шведському журналі в 1756 році і, ймовірно, була невідома в Америці чи Англії. Один із його знайомих у Філадельфії, Джон Бартрам, самостійно надіслав зразки та власні спостереження за тим самим видом Пітеру Коллінсону в Англію, який опублікував статтю про це в 1764 році з ілюстраціями зразків Бартрама. Наскільки вражаючою була кількість цієї цикади, кількість мандрівних голубів була ще вражаючою. Вони вже були описані Лоусоном і Кейтсбі. Кожен з них повідомив, що голуб гніздиться далі на північ, ніж він подорожував. У 1759 році Калм повідомив, що вони дійсно гніздяться в Пенсільванії та Нью-Джерсі, де їх було особливо багато в лютому та березні. Вони з'являлися в набагато більшій кількості в кілька випадкових років, включаючи 1729 і 1740 роки, ніж зазвичай, що Калм пояснював двома причинами: «По-перше, коли врожай жолудів та інших фруктів втрачається в місцях, де зазвичай вони проводять зиму, таким чином роблячи свій запас їжі недостатнім, щоб вистачити до наступного літа; і по-друге, головним чином, коли в їхніх звичайних зимових місцях трапляється надзвичайно сувора зима з рясним і довгим снігом, що покриває землю й унеможливорює збереження жолудів, букових горіхів та інших фруктів і насіння, якими вони харчуються в цю пору року: у таких випадках вони змушені залишати ці місцевості і шукати собі їжу внизу уздовж морського узбережжя, де зима, завдяки морському повітрю, завжди м'якша, а земля дедалі раніше звільняється від снігу».

З розмови із старожилами він дізнався, що колись у Новій Швеції було навіть більше мандрівних голубів, ніж тоді, коли він був там. Це Калм пов'язував із вирубкою лісів, більшою кількістю людей і більшою кількістю обробленої землі. Коли він поїхав до Канади в червні 1749 року, він побачив голубині місця, яких люди не турбували. Вони скупчилися на деревах так щільно, що валили навіть великі дерева. Він виявив, що північна межа голубів визначається північним ареалом дубів і буків. Калм перерахував своє харчове насіння в Пенсільванії в порядку дозрівання: клен наприкінці травня, в'яз на початку або в середині червня, шовковиця (їх улюблений фрукт) на початку червня, жито (не улюблене) і пшениця (дуже корисне) в середині літа, гречку в середині вересня, а жолуді у вересні і пізніше. Букові горіхи також дозрівали у вересні, але їх було мало на південь від Канади. Вони також їли землю на соляних джерелах. Зазвичай вони залишалися в Канаді, поки сніг не покриє їх їжу, і поверталися туди, коли сніг танув.

2 липня 1749 року губернатор форту Сент-Фредерік показав Калму великий перелік рослин, тварин і мінералів Канади, складений Готьє на прохання генерал-губернатора Галіссоньєра. У Квебеку він зустрівся з Готьє 8 серпня, а через три дні вони пішли за місто, щоб зібрати рослини. Калм був вражений тим, наскільки серйозно канадці сприйняли природничу історію. Калм повідомив у статті 1776 року, що дерева червоної шовковиці (*Morus rubra*) росли від Кароліни до Ніагарського, хоча рідше в штаті Нью-Йорк, ніж далі на південь. Він виявив, що вони ростуть на різних типах ґрунтів, і «навіть чи можна знайти будь-яке дерево, яке так добре росте на бідному ґрунті, як це». Птахи їли ягоди та розносили насіння в посліді – на огиду фермерів, які вважали саджанці найгіршими шкідниками на своїх полях. Калм помітив, що коли ці дерева росли в густих лісах, вони зазвичай не плодоносили, але ті, що на узліссі, рясно плодоносили. Джон Бартрам сказав йому, що у нього на подвір'ї була червона шовковиця, яка до 1750 року мала лише жіночі квіти, а потім утворила багато чоловічих квітів, але Калм був скептично налаштований і підозрював, що Бартрам не спостерігав за нею достатньо уважно до 1750 року. У Пенсільванії та Нью-Йорку Джерсі, цей вид вирощував листя на початку травня і незабаром після цього зацвів. У

1750 році там ягоди дозрівали до 10 червня, але в Олбані не всі ягоди дозрівали 10 липня. Шовковиця була однією з перших, хто втратив листя восени, і в Пенсільванії вона оголилася до 22 жовтня 1750 року. Сильний холод міг убити її пагони, але не її коріння, які пускають нові пагони навесні. Мандрівні голуби любили шовковицю, як і індіанці, які їли свіжими ягодами, а також сушили і використовували їх пізніше для випікання хліба. Калм думав, що листя шовковиці можна використовувати для вирощування шовкопрядів, але американці вважали, що це буде надто важко

Його статті про горіхи містять схожу інформацію. Лише кільком європейським натуралістам вдалося приїхати до Америки, зібрати зразки та спостережень і повернутися додому, щоб опублікувати важливі знахідки, але ті, хто це зробив, зокрема Лоусон, Кейтсбі та Калм, знайшли сприйнятливую аудиторію серед колег-натуралістів та освіченої громадськості. Отже, книги Лоусона та Калма були більш доступними. Натуралісти дуже цікавилися відмінностями між європейськими та американськими видами, включаючи інформацію про умови, за яких процвітали американські види. Ця цікавість спонукала до спостережень над тим, що ми називаємо екологічними аспектами історії життя.

Джон Бартрам (1699–1777) та його син Вільям Бартрам (1739–1823) були важливими натуралістами-дослідниками, які ілюструють модель розвитку колоніальної науки Басалли (1967). Бартрами почали свою діяльність на його другому етапі — вчені, народжені в колоніях, які займалися тією ж наукою, що й вчені, народжені в Європі, які прибули до колонії, а Вільям здійснив перехід від колоніальної науки до незалежної. Джон був сином фермера на околиці Філадельфії, мати якого померла, коли йому було два роки. Після повторного шлюбу його батько зрештою переїхав зі своєю вагітною дружиною та їхньою дитиною до східної Північної Кароліни в 1711 році. Він був вбитим під час того самого повстання в Тускарі, яке вбило Джона Лоусона, але його сім'я була врятована. Джона залишили з бабусею, і він отримав типову квакерську освіту, перш ніж працювати на її фермі. У 1723 році він успадкував її ферму площею 200 акрів та її ресурси (Egerton 2004). У дитинстві Джон цікавився наукою, а до 12 років зосередився на медичній ботаніці. Хоча він був фермером, він познайомився з Джозефом Брейнтнеллом у Філадельфії, чиїм хобі було робити відбитки листя чорнилом. Брейнтнелл надіслав набір відбитків листя своєму кореспонденту в Лондоні Пітеру Коллінсону, який хотів знайти американця, який збирав би для нього живі рослини або насіння, і Брейнтнелл порекомендував Бартрама. Вони почали листуватися в 1733 році і обмінювалися кількома листами на рік, доки Коллінсон не помер у 1768 році. В обмін на ботанічні та зоологічні зразки Бартрама та інформативні листи Коллінсон надсилав йому книги, гроші, поради та різну іншу допомогу, включаючи ознайомлення з іншими англійськими колекціонерами та американськими натуралістами. Джон Бартрам став уважним спостерігачем і незалежним мислителем. Можливо, ця остання риса дещо завдячувала прикладу його близького друга Бенджаміна Франкліна. У 1739 році Бартрам запропонував організувати товариство для вивчення природи і мистецтва, а в 1743 році Бенджамін Франклін організував Американське філософське товариство, яке проіснувало кілька років. Бартрам був його членом як тоді, так і під час його відновлення в 1769 році. В результаті таких контактів Бартрам створив перший в Америці ботанічний сад. Він прокоментував Коллінсону долю європейських інтродукцій в Америці. Наприклад, льон жовтий (*Linaria vulgaris*) був завезений як декоративний вид, але вийшов із під контролю і став шкідником.

Коллінсон опублікував сім листів Бартрама про молюсків і комах у «The Philosophical Transactions of the Royal Society», 1734–1757. Ті, що стосуються комах, можливо, містили небагато нового для науки. Не було зроблено жодних зусиль, щоб порівняти їх із відкриттями Сваммердама, Левенгука чи Реомюра. Однак, вони дали можливість порівняти форму та поведінку американських видів із подібними європейськими видами.

У 1736 році він подорожував до витоків річки Шуйкілл у Пенсільванії, а в 1738 році він п'ять тижнів мандрував Вірджинією, включаючи гори Блакитного хребта, подолавши 1000 миль і проводячи лише одну ніч у кожному місті. Він здійснив коротші подорожі в соснові пустелі Нью-Джерсі, кедрові болота Делаверу та гори Катскілл штату Нью-Йорк. У 1743 році він супроводжував дипломата та геодезиста під час мирної місії до країни ірокезів Нью-Йорка аж до Освего та озера Джордж. Вони покинули Філадельфію 3 липня, а Бартрам повернувся на свою

ферму 19 серпня. Він вів щоденник про «мешканців, клімат, ґрунт, річки, виробництво та інші питання, варті уваги», який Коллінсон опублікував у Лондоні в 1751 році. Ось цікавий витяг із його щоденників, датований 14 липня 1743 року: «Біля підніжжя пагорба ми ще раз перетнули струмок і поїхали по тонкому дну, повному великої дикої кропиви. Деревця це – береза, цукрові клени, дуб і тополя. Наш курс N.W. продовжувався до 12 години, потім слідував східній гілці N.N.E. Приблизно милю, все багате дно, де ми знайшли мілководний ставок, де ми обідали. Нетрі нашої країни повні цих мілководних ставків, деякі з чорного сірчаного мулу, деякі з світлої глини. Олені та лосі люблять лизання цієї глини, так що ставок стає збільшеним до півакра, ґрунт, я вважаю, містить частки солі, приємні оленям, які приходять за багато миль до одного з цих місць». У вересні 1753 року він повернувся до Катскіллів, взявши з собою Вільяма, єдиного зі своїх чотирьох синів, який поділяв його ентузіазм щодо природи та досліджень. «Біллі» додав новий вимір цим подорожам завдяки малюнкам рослин, тварин і сцен із ними. Після повернення додому Джон Бартрам надіслав Коллінсону довгого листа з описом своїх знахідок і пригод, включно зі списком дерев і кущів «гір-убивць Каттса». Після цього списку Джон і Вільям надіслали Коллінсону список із 100 дерев і кущів, з яких вони вже зібрали та надіслали йому насіння. Коллінсон був настільки вражений, що надіслав список до журналу *Gentleman's Magazine* (лютий 1754 р.). Він супроводжував лист словами: це «найбільша колекція, яку будь-коли раніше імпортували в це Королівство». Хоча Бартрам продовжив свої описи, здається малоімовірним, що він коли-небудь проводив експерименти, які рекомендував Коллінсон.

У 1755 році батько і син досліджували Коннектикут. Французька та індіанська війни на кілька років перешкодили подорожам, але навесні 1761 року Джон один приплив до Чарльзтауна (Чарльстон), відвідав сад доктора Олександра та зібрав рослини Південної Кароліни. На зворотному шляху він відвідав родичів поблизу Вілмінгтона, штат Північна Кароліна. Восени 1761 року він вирішив, що безпечно досліджувати західну Пенсільванію. У 1765 році Коллінсон призначив його королівським ботаніком зі стипендією 50 фунтів на рік. Потім він вирішив дослідити від Чарльстона до річки Сент-Джонс, яке тривало з 1 липня 1765 року по 10 квітня 1766 року. Він взяв з собою Вільяма як свого помічника, що було щастям, оскільки Джон Бартрам захворів на малярію. Це не завадило йому довго досліджувати та писати ще один журнал. Це було таке ж «екологічне обстеження», як і його подорож 1751 року, хоча вона тривала набагато довше і проходила через зовсім іншу місцевість і рослинність. Це може бути дуже цікаво для екологів рослин, але інші читачі можуть легко бути приголомшеними численними списками рослин, знайдених у багатьох місцях, які вони відвідали. Два найцікавіші приклади описів Джона Бартрама – озеро Вокома та кипарисове болото. Вони досягли озера 29 липня, рання температура була 79° (за Фаренгейтом), а опівдні піднялася до 90°. Озеро Вокома має вісім миль у довжину, п'ять миль у ширину та 12 футів у глибину. Він перерахував чотири види риби в ній і дерева, що зустрічаються вздовж її берегів, і описав її береги, ґрунт і болото біля виходу з річки Вокома (Bartram 1942:16). Його опис кипарисового болота був винятком із його загального правила вказувати місцезнаходження та дату, очевидно тому, що вони зустріли кілька з них, які були дуже схожими.

Артур Доббс був заможним представником протестантської ірландської шляхти, який цікавився садівництвом. Він замовляв рослини у Бартрама через Коллінсона до 1747 року і почав писати Бартрама безпосередньо 5 травня 1749 року. Хоча Доббс опублікував лише п'ять статей у «*The Philosophical Transactions of the Royal Society*», його компетентність як натураліста видно в статті «Про бджіл та їхній спосіб збору воску та меду» (1750), яка кинула виклик звіту Реомюра (1740). Він писав, що одна бджола може відвідати кілька видів квітів під час одного збору, перш ніж повернутися до вулика. Доббс спостерігав за кількома бджолами та бачив, як вони відвідують лише один вид квітки під час певної подорожі, і він зазначив, що ця звичка була важливою для забезпечення того, щоб бджоли розподіляли пилок лише на квіткові маточки, де бджоли могли запилювати насіння. Це було за 11 років до того, як Джозеф Готліб Кельройтер опублікував свою більш відому розповідь про роль комах у запиленні.

Доббс став губернатором Північної Кароліни в 1754 році (Snapp 1999), і Вільям Бартрам відвідав його там у липні 1761 року. 2 квітня 1759 року Доббс написав Коллінсону в Лондон про

рослину в Північній Кароліні, яку назвав «чутливою до лову мух», яку ми називаємо Венериною мухоловкою (*Dionaea muscipula*). Вона росте в дикому вигляді лише на прибережній рівнині частини Північної та Південної Кароліни. Доббс повідомив, що вона росте на широті 34°, але відсутня на широті 35°. Якщо Доббс намагався надіслати Коллінсону зразок, він не прибув, і лише в травні 1765 року Джон Бартрам винагородив наполегливі прохання Коллінсона її квітами та листям. Син Джона Вільям, мабуть, привіз один із них до Філадельфії з Північної Кароліни. Коллінсон був радий, нарешті, побачити частини Венериної мухоловки, але публіка захопилася нею лише тоді, коли жива рослина досягла Лондона влітку 1768 року. Елліс надіслав копії гравюри із мухоловкою різним ботанікам, у тому числі Ліннею. Джон Бартрам, взявши Вільяма з собою в його найдовшу, найважчу й останню подорож у 1765–1766 роках, ненавмисно відкрив двері до найбільшої пригоди в житті Вільяма — ще довшої подорожі: через Північну та Південну Кароліну, Джорджію, Флориду, Алабаму, Міссісіпі та Луїзіана, з 20 березня 1773 р. по січень 1777 р.

Вільям Бартрам мав приємну особистість, мистецький талант і поділяв любов свого батька до природи, але в економічному плані він був некомпетентним. Залишивши бізнес-стажування у Філадельфії, а потім ще одне у зведеного брата свого батька у східній Північній Кароліні, він отримав куплену батьком ділянку для плантації у Флориді, яка була крахом майже з самого початку — він виявив, що потрібно шмагати нових рабів, щоб змусити їх працювати. Отже, ця поїздка була втечею від невдачі в неправильному контексті до успіху в контексті, де він почувався як вдома.

Дослідження Вільяма фінансував англійський колекціонер, друг його батька, доктор Джон Фотергілл, який хотів, щоб Вільям надіслав йому рослини, насіння, описи своєї подорожі та малюнки. Вільям виконав свої зобов'язання. Репутація Вільяма Бартрама тісно пов'язана з його знаменитою і єдиною книгою «Travels» (1791), яка охоплює всю подорож. Твори Вільяма були відшліфовані не якимось анонімним редактором, а ним самим.

Біля Св. Августина він побачив мільйони поденкових мух (*Hexagenia orlando*), яких він назвав *Ephemera*. Вільям Бартрам знав, що вони спаровуються і помирають в один день, і описав історію їхнього життя. Після спостереження за різними птахами, жабами та рибами, які їх їдять, він подумав, що «можна уявити, що вони створені просто для їжі риб та інших тварин». Він також бачив у річці величезну кількість водяного салату (*Pistia stratiotes*) «у великих громадах або плавучих островах, деякі з них завширшки чверть милі, які штовхаються туди-сюди за напрямком вітру та течії». Вільям Бартрам зазначив, що вони мають довге волокнисте коріння і що в шторми їх часто виносить на берег. Його редактор, Френсіс Харпер, зазначив, що водяний гіацинт (*Eichhornia crassipes*) був представлений приблизно в 1884 році і значною мірою замінив водяний салат. Річка Сент-Джон протікає через озеро Джордж, і Вільям досліджував острів на ній і знайшов залишки індіанського села. Тепер, коли індіанці пішли, на острові було багато оленів, індиків, ведмедів, вовків, диких котів, білок, єнотів і опосумів. Звідти він описав кущ *Lantana*, який ріс «у порослях на старих полях» до п'яти або шести футів у висоту. На озері Декстер він бачив родини різнокольорових диких качок каролінок (*Aix sponsa*), що плавали поруч, а їхній молодняк їв «форель» (окунь великоротий, *Micropterus salmoides*), яку, у свою чергу, їли алігатори. Він став належним чином боятися гігантського алігатора, який весь час загрожував його каное. Потім алігатор все ж пошкодив судно, а Вільям був вимушений утекти на берег. Інші хижаки виходили на берег, коли він чистив рибу. Так вночі йому довелося вистрілити з рушниці в двох ведмедів, щоб прогнати їх. Не менш страшними були гримучі змії. Під час попередньої поїздки до Флориди він ледь не наступив на одну з них, але батько це побачив і вчасно попередив. Він був настільки схвилюваний, що схопив палицю і вбив її. Іншого разу, на прохання індіанців, він убив ще одну, яка забрела у їхній табір. У інших випадках він був радий пощадити тваринам життя. Твариною, яку він не вважав загрозливою і предметом довгого словесного опису, а також двох ілюстрацій (одну з головою в натуральному розмірі тут не відтворено), була південна м'яка черепаха (*Amyda ferox*), чії звички він також помітив. Вони ховаються в сльотавому дні річок і ставків, під корінням водних рослин, залишаючи отвір або отвори, достатній для того, щоб їхня голова могла пролізти. У таких місцях вони усамітнюються, коли голодні, і там хапають свою

здобич зненацька, викидаючи голови швидко, як блискавка, на необережну тварину, яка, на жаль, прогулюється в межах їх досяжності: вони можуть витягнути свою шию на дивовижну довжину, що дозволяє їм хапати молодих птахів, що плавають на поверхні води над ними, і миттєво тягнути їх вниз.

Проводячи роки у Флориді, він пережив жахливий ураган, а потім він відвідав плантацію, де будівлі були зрівняні, а посіви знищені, але ніхто не постраждав. Власник плантації повів його подивитися на велике мінеральне джерело гарячої, прозорої води, яка мала неприємний смак і запах, але містила неймовірну кількість і різноманітність риби.

У своїх подорожах Бартрам надав численні списки рослин із місць, де він зупинявся. Одну з рослин, яку він відкрив і проілюстрував у своїй книзі, він назвав *Ixea caelestina* (тепер *Salpingostilis caelestina*), але все, що він сказав про неї, це «погляньте на лазурові поля іксеї блакитної!». Його наново відкрили лише через 156 років. Коли він знайшов венерину мухоловку, яку він назвав науковою назвою *Dioneae muscipula*. Вільям Бартрам приписав своєму батькові першу її відправку до Старого Світу. У вступі до своєї книги він обговорив фізіологію рослин і коротко зазначив, що *Sarracenia* (рослини глечика), *Drosera rotundifolia* (росичка) і *Dioneae muscipula* ловлять комах. У цьому короткому повідомленні Вільяму Бартраму приписують начебто він вперше зазначив, що глечики ловлять комах. Він також намалював глечик, але ілюстрація була серед надісланих Фотергіллу і не була доступна для використання в його власній книзі. Проте він намалював іншу ілюстрацію до нього для розкладного фронтиспису до першого американського підручника ботаніки.

Вільям Бартрам був одним із перших, хто побачив, що люди взаємодіють із навколишнім середовищем у спосіб, який можна порівняти зі взаємодією інших видів. На Полковницькому острові він знайшов доісторичну мушлю, замувану в середину, і покопався в ній, щоб знайти мушлі та розбиту керам. На березі річки Літл він знайшов докази доісторичних поселень і прокоментував, що знайдені там фруктові та горіхові дерева, які були, очевидно, посаджені індіанцями, хоча вони були корінними для цієї місцевості. Він також описав індіанця, який успішно пронизав 15-фунтову «лососеву форель» (великоротого окуня, *Micropterus salmoides*) «очеретяним» (ймовірно, *Arundinaria tecta*) гарпуном. Коли він плів на каное повільно течією річки Сент-Джон, він проминув індіанське село з 8 або 10 осель і перерахував сім різних культур, вирощених на «кількох сотнях акрів розчищеної землі» поруч з апельсиновим гаєм. Індіанці часто спалювали «пустощі», щоб вигнати дичину на відкриту місцевість, а вогнища приваблювали орлів, грифів і ворон, щоб поїсти смажених жаб, змій і ящірок. Село Кусковілла, що налічувало близько 30 осель, пригостило його бенкетом з оленини, приготованої на ведмежій олії, кукурудзяних коржів, молока та мамалиги, а також напою з меду та води. Раніше вони жили на краю вологої савани Алачуа, але переїхали приблизно на дві милі через алігаторів, сморід гнилої риби та комарів. Бартрам перерахував десяток рослин, вирощених в окремих садах. Молодь і люди похилого віку, озброєні луком і стрілами, охороняли поля від птахів і ссавців, які могли їсти овочі, а вночі чоловіки охороняли кукурудзяні поля від ведмедів, єнотів і оленів.

Наприкінці липня 1774 року в магазині Spalding's Lower на озері Джордж Бартрам спостерігав за тривалими переговорами між вождем семінолів Міко Члукко (Довгим Воїном) і Чарльзом МакЛатчі, який керував магазином. Семіноли хотіли, щоб МакЛатчі надав їм товари в борг, щоб потім заплатити оленячими шкурами, припускаючи, що вони переживуть війну, яку почали. Той не хотів це робити, але зрештою поступився. Спостерігаючи за переговорами, Бартрам намалював портрет Міко Клуко, який став фронтисписом «Подорожі Бартрама». Він присвятив дуже довгий розділ для обговорення всіх хребетних, яких він зустрічав, за винятком риб, яких він часто обговорював, особливо коли їх ловили, щоб поїсти. Його короткі описи зовнішнього вигляду та звичок земноводних, рептилій і ссавців були тим видом інвентарної науки, про яку писав Басалла. Коли він перейшов до птахів, обсяг його опису розширився, щоб охопити птахів Пенсільванії, Північної Кароліни та Флориди. Довжина опису була майже вдвічі більшою, ніж для інших хребетних. Для 215 видів птахів він використовував символи, щоб вказати: чи вони 1) прилітають до Пенсільванії навесні з півдня та повертаються туди восени, 2) прилітають до Пенсільванії восени з півночі та повертаються туди навесні, 3) прилітають у Кароліна і Флорида

навесні з півдня і повертаються туди взимку, 4) цілий рік є вихідцями з Кароліни і Флориди, і 5) цілий рік є вихідцями з Пенсільванії. Це був найповніший список птахів Сходу Північної Америки, опублікований на той час, який включав раніше невідомі види.

Після повернення додому з прикордонних досліджень на початку 1777 року він жив на фермі свого батька, яку успадкував його брат, і писав свою книгу. Він отримав хорошу освіту, успадкував талант свого батька до уважних спостережень і його ентузіазм до природи, а повага Вільяма до індіанців дуже добре прозвучала в його «Bartram's Travels» (1791). Перебування в пустелі було романтичним релігійним досвідом для Вільяма Бартрама, але його емоційні піднесення ніколи не були приводом для туманних висновків. Навпаки, вони спонукали його до уважних спостережень, а його емоційні відповіді приваблювали читачів. Його книга мала неочікуваний успіх в Америці, а тим більше в Європі. Бартраму було 52, коли з'явилися його «Bartram's Travels», але він продовжував свої природознавчі спостереження до кінця свого життя і прожив 84 роки. Він опублікував цікаву розповідь про поведінку домашньої ворони в 1804 році. і першу розповідь про підкоришника американського у 1805 р. Джон і Вільям Бартрами ілюструють успішне перенесення європейської науки в Америку. Їхні відкриття, твори та малюнки Вільяма викликали великий інтерес у інших натуралістів у країні та за кордоном, і вони зробили важливий внесок у екологічну природничу історію. Крім того, автори природничих творів для широкого загалу переконалися, що обидва Бартрами є частиною наукової спадщини Америки

Як ми бачимо із історій вищезгаданих дослідників, вісімнадцяте століття знамените тим, з що відкриття в природничих науках робили непрофесійні вчені. Однак, книги, які вони публікували були надзвичайно популярними. Це ще більше розкручувало масовий інтерес до нових природничих досліджень. Однією із найбільш популярних книг того часу була «The Natural History and Antiquities of Selborne» Гілберта Вайта (1789). Вона витримала понад 200 видань і перекладена кількома мовами. Його «Старожитності» насправді є окремою працею, а «Природнича історія» зазвичай перевидається без неї. Робота складається з листів, написаних, до Томаса Пеннанта, та Дейнса Баррінгтона.

Гілберт Вайт (1720–1793) народився в Селборні, що на півдні центральної Англії, і прожив там більшу частину свого життя. У маленькому віддаленому селі він рано розвинув любов до природи. Його юнацькі розваги включали полювання та риболовлю, і ці заняття (від яких він пізніше відмовився, за винятком колекціонування зразків), можливо, пробудили його інтерес до поведінки тварин. Тим не менш, він пішов звичайним академічним шляхом в Оксфордському університеті, який привів до духовенства. Незважаючи на те, що він був дуже товариським, він ніколи не одружувався, і час, який міг би піти на виконання сімейних обов'язків, був доступний для інших справ.

Іншими шляхами до природничих спостережень, окрім полювання та риболовлі, були садівництво та книги. Вайт розширив сад у сімейному будинку «The Wakes», Це було зроблено не лише для забезпечення себе їжею а й для власного задоволення. У 1743 році він купив примірник «The Gardners Dictionary» Філіпа Міллера і вів садовий календар, щоб відстежувати погоду та ріст рослин щороку. 9 квітня 1758 року він почав записувати спостереження природничої історії в садовий календар. У 1764–1765 рр. він придбав три праці, якими керувався у своєму дослідженні природи: «Book of Nature» Яна Сваммердама (1758), «Flora Anglica» Вільяма Хадсона (1762) та переклад дисертацій К. Ліннея за авторства Бенджаміна Стіллінгфліта.

У 1766 році Вайт був натхненний цими двома останніми прикладами для створення власної «Flora Selborniensis», яка включала схожі спостереження за рослинами, а також «прильотом і відльотом перелітних птахів і комах та появою рептилій».

Існує кілька факторів, які спонукали Вайта написати свою природничу історію. Навесні 1770 року Баррінгтон запропонував Гілберту написати розповідь про тварин Селборна (White 1789). Крім того, після того, як Пеннант запросив Гілберта надати інформацію для своїх книг. Йому спало на думку, що один із його братів, Джон (1727–1780), який був священником і служив капеланом у Гібралтарській скелі (1756–1772), міг би надати цю інформацію. Гілберт написав Джону 14 листів у період із вересня 1769 по березень 1772, з порадами щодо природничих досліджень, збору зразків і ведення щоденника, а також надіслав Джону книги з природознавства,

як керівництва для спостережень та довідники. Натомість Джон надіслав Гілберту зразки та копію свого щоденника. Гілберту також спало на думку, що Джон міг би написати природничу історію Гібралтару та, що він міг би написати природничу історію Селборна, щоб порівняти її з Джоном. А потім Вільям Шеффілд, досвідчений натураліст, написав Гілберту чотири листи, грудень 1769–червень 1772, які також спонукали його опублікувати свої спостереження. Вайта також надихав приклад Джованні Антоніо Скополі (1723–1788), який написав місцеву природну історію для Карніюли (нині в Австрії): *Annus Primus Historico-Naturalis* (1769), і він навіть процитував її на титульній сторінці. Під опікою Гілберта Джон закінчив свою природничу історію тварин у Гібралтарі (Foster 1988:115–128, 2007), але брат Бенджамін опублікував би її лише за наявності додаткового фінансування, якого так і не було.

Найперші підписані публікації Вайта (анонімні нотатки, включно з прогнозом погоди, опубліковані в *The Gentlemen Magazine*; Sherbo 1985), — це чотири листи, написані Баррінгтону 20 листопада 1773–29 січня 1775 року про чотири види ластівок в Англії в тому числі стрижа, який тоді вважався ластівкою. Баррінгтон, який був членом Лондонського королівського товариства, після того, як він прочитав їх на зборах, вони були опубліковані у вигляді двох статей у «*Philosophical Transactions*» (White 1774, 1775). Здається, ластівки були улюбленими тваринами Вайта і він щороку спостерігав за ними, від їх першої появи навесні до зникнення восени. Він розповідає нам про їх спаровування (на крилі), будівництво гнізда та яйця (дві кладки по 4–6 яєць для берегових і звичайних ластівок, але лише одна кладка з 2 яєць для стрижив), виховання молодняку та соціальні звички (ластівки берегові на його думку були найменш соціальними). Ластівки берегові прокопали приблизно 2 фути в берегах і відклали яйця в кінці. Вони використовували те саме гніздо кілька разів, але потім покинули його, щоб вирити новий тунель. Він припустив, що вони зробили це тому, що старе стало смердючим і накопичило бліх. Вайт знав про міграцію птахів, і спостереження його брата Джона на Гібралтарі підкріпили це усвідомлення; проте він наполягав на думці, що, мабуть, запізнілі ластівки впали в сплячку.

І Джон Рей, і Марк Кейтсбі поставили під сумнів зимову сплячку птахів але Пеннант і Баррінгтон все ще вірили в це, а Баррінгтон (1772) ще й опублікував велику статтю на цю тему. Тому Вайт був обережним. Він платив молодим хлопцям, щоб вони шукали ластівок, що спали в сплячку, але безуспішно.

Хоча багато спостережень Вайта зосереджені на певному виді рослин чи тварин, його світогляд охоплював усе довкілля. Одним із його улюблених текстів був переклад Бенджаміна Стілінгфліта дисертацій Ліннея (Linnaeus, 1775), який включав дисертацію про економіку природи — спробу Ліннея організувати екологічну науку.

Іноді Вайт обговорював певну територію, таку як Волмерський ліс (Wolmer Forest), 7 миль завдовжки та 2,5 милі завширшки, яка «цілком складається з піску, покритого вересом і папороті, але дещо урізноманітнену пагорбами та долинами...» Єдині дерева там були дубом висадженим на 1500 акрах і огороженим, а також модриною та шотландською ялицею. Ялиці процвітали, показуючи, що вони добре пристосовані до ґрунту. У багатьох низинних торфовищах місцеві жителі викопали колоди, з яких будували дачі. (White 1789). Колись тут були тетерев і благородний олень, а пізніше редактори чергового видання (White 1887) повідомили, що тетерев був повторно інтродукований у Волмер у 1800-х роках. На краю лісу було три озера — Гогмер, Кранмер і Вольмер, у яких живуть короп, лин, вугор і окунь, «але риба погано росте, бо вода голодна, а дно голе. пісок». Проте влітку худоба ходить в озера вблід, щоб охолодитися та врятуватися від мух, з 10 ранку до 4 вечора, і вони змінюють озера.

На відміну від Джона Рея та Вільяма Дерхема, праці яких він читав, Вайт мало говорив про природну теологію. Хоча Вайт був священнослужителем, як Рей і Дерхем, він, здається, вважав, що вони вже представили аргументи на користь природної теології. Натомість він уособив «природу» як великого економіста. Прикладом екологічного мислення Вайта щодо рослин є його розповідь про туман (McIntosh, 1958) та інші аспекти відносин між лісом і водою (White, 1789).

З іншого боку, він знав (1789), що «Землі, які часто затоплюються, завжди бідні», і він вважав, що причиною може бути те, що черв'яки, які там живуть, тонуть. Він скаржився, що садівники та фермери помилково прийняли дощових черв'яків за шкідників, оскільки вони

насправді збагачували ґрунт. Він закінчив коментарем, що хороша монографія про них могла б відкрити велику нову галузь у природничій історії.

Майже століття потому Чарльз Дарвін, який захоплювався Селборном Вайта і часто цитував його, нарешті опублікував таку монографію (1881), в якій посилався на спостереження Вайта. Гілберта Вайта цікавили подібності та відмінності подібних видів. Він підтвердив підозру Вільяма Дерхема про те, що існує більше ніж один вид вівчариків. Вайт виділив три види на основі записів про них, хоча він не дав їм нових наукових назв; тепер вони називаються вівчарик-ковалик (*Phylloscopus collybita*), вівчарик весняний (*P. trochilus*) і вівчарик жовтобровий (*P. sibilatrix*). Спочатку Вайт (1789) зміг зібрати лише два види, і він описав їхні відмінності.

Гілберт Вайт також вивчав три види цвіркунів, яким він присвятив три листи. Найбільш знайомим був домашній цвіркун (*Gryllus domesticus*), який любить кухню і, на відміну від двох інших, активний цілий рік. Дуже відчуває спрагу, тому любить воду і вологу. Він їсть крихти їжі і прогризає дірки у мокрій вовні, розвішаній біля вогню для просушування. Він заривається в розчин між цеглою або камінням. Іноді їх стає достатньо багато, щоб стати шкідниками. Влітку вони залітають з вікна однієї хати в іншу. Коти з ними граються і також їх їдять. Польові цвіркуні (*G. campestris*) численні, але сором'язливі й ховаються в нори, коли відчувають кроки людини. Білі спочатку спробували викопати їх лопатою, але або не змогли дістатися до дна отворів, або ненавмисно розчавили їх лопатою. Потім він виявив, що стебло трави, просунуте в їхні отвори, виводить їх назовні. Вони поодинокі, а при зустрічі самці люто б'ються. Однак, коли їх підхоплюють, вони ніколи не захищаються. Вони з'являються в гирлах своїх отворів приблизно 10 березня, але мають лише зачатки крил, ніби щойно вийшли з лялечки, з чого Вайт зробив висновок, що дорослі особини не завжди переживають зиму. Одного літа він пересадив кілька з них на терасу в своєму саду. Вони залишалися деякий час, але поступово зникли. Вони є шкідниками городів при каналах, знищують також капусту, молоді бобові, квіти. Вони вилазять із-під землі вночі і, очевидно, літають, оскільки Вайт знайшов їх у «неймовірних місцях». Вони починають цвірінкати приблизно в середині квітня і відкладають яйця приблизно на початку травня, відкладаючи майже 100 «просто під невелику купу свіжоскошеної плісняви, як ту, яку вирощують мурахи». Анатоми виявляють, що «з огляду на будову, положення та кількість їхніх шлунків або пащ, здається, є вагомим підстави припускати, що цей і два попередні види жують жуйку, як багато чотирилапих»

Природознавчі спостереження проводилися натуралістами з часів стародавніх греків, зокрема Джоном Реєм, Ліннеєм і Бюффоном, але ніхто ніколи не проводив такого ретельного дослідження рослин, тварин і навколишнього середовища регіону, як це зробив Гілберт Вайт у Селборні. Він досяг такого рівня точних спостережень і глибини міркувань, які встановили новий стандарт.

Протягом 1600-х років натуралісти досягли значного прогресу в описі та ілюстрації анатомії рослин. Досягнення фізіології рослин протягом 1600-х років були скромнішими. Дослідники-ботаніки встановили, що з часом саджанець дерева у діжці зі зваженою кількістю бруду набирає вагу, якщо його регулярно поливати (очевидно, це свідчить про те, що деревина виникла з води), і що живці деяких рослин набирають вагу, якщо їх стебла залишаються у воді. У 1724 році Річард Бредлі підтримав припущення двох кореспондентів про те, що рослини живляться з повітря, і Джетро Талл висміяв його за це.

Стівен Хейлз (1677–1761) зазвичай вважається засновником фізіології рослин. Він вступив до Кембриджського університету в 1696 році і навчався, щоб стати священиком. Його інтерес до науки пробудився в 1703 році після прибуття Вільяма Стюклі. Хоча Хейлз був на 10 років старший за Стюклі, вони стали близькими друзями. Разом вони відвідували лекції та демонстрації з науки, проводили різноманітні експерименти та ходили в екскурсії по Кембриджу, щоб збирати рослини, використовуючи «Cambridge flora» Джона Рея. Близько 1706 року Хейлз експериментував з артеріальним тиском у собак. Проте його нові наукові інтереси не завадили йому стати священиком у 1709 році. У 1712–1713 роках він відновив експерименти з артеріальним тиском, а в 1718 році він і Стюклі були обрані членами Лондонського королівського товариства.



Хейлзу було 50 років, коли він опублікував свою першу наукову роботу «Vegetable Statics» (1727). Його дослідження кров'яного тиску у ссавців (крім собак, він використовував двох коней і оленя) дали йому ідею вивчити рух соку в рослинах. Короткі попередні експерименти щодо руху соку в деревах, проведені Віллубі та Реєм здаються дилетантськими (1699). Проте біографи Хейлза підозрюють, що стаття Бредлі могла підштовхнути Хейлза в цьому напрямку, оскільки «вона порушує багато питань, які Хейлз мав досліджувати: сокорух і можливу циркуляцію, дію коренів, диференціацію функцій шарів кори, серцевини та деревини, і варіації в характері соку». З першого експерименту Хейлза, розпочатого 3 липня 1724 року, можна зрозуміти, чому його незабаром визнали найвидатнішим ученим Англії.

Він пояснив, як виміряв загальну поверхню листя експериментальної рослини соняшнику заввишки 3,5 фути. Потім він виміряв довжину кореневої системи. Було вісім головних коренів довжиною 15 дюймів. Він вибрав один із них із прикріпленими бічними корінцями та зважив його. Потім він виміряв його довжину плюс довжину всіх корінців; потім він зважив інші сім головних коренів із прикріпленими корінцями і виявив, що «сума довжини всіх коренів не менше 1448 футів». Далі він використав складні розрахунки, щоб визначити площу поверхні всіх коренів, яка склала 15,8 квадратних футів, що становило три восьмих площі надземної поверхні. Нарешті, він виміряв швидкість руху води в цій рослині, враховуючи той факт, що вона видихнула 20 унцій води протягом 12-годинного дня. Це не був кінець його експерименту, але цей короткий виклад і цитата ілюструють його ретельність. Він виявив, що його соняшник «потіє» в середньому 1 фунт, 4 унції води за 12 год. Його відкриття транспірації мало фундаментальне значення. Чи втрачена вода просто випарувалася, чи був також тиск коренів, який штовхав воду вгору по стеблу? Щоб з'ясувати це під час експерименту 30 березня о 15:00 він зрізав стебло виноградної лози на висоті 7 дюймів над землею та прикріпив до нього скляну трубку. Місце з'єднання запечатав розплавленим бджолиним воском і скипидаром. Жодних дій не було, тому він наповнив трубку висотою 2 фути водою, яка була поглинена стеблом до 3 дюймів від дна до 20:00. Вночі «пройшов невеликий дощ» О 6:30 ранку вода в трубці була на 3 дюйми вище, ніж о 8 вечора. Температура була 43° (за Фаренгейтом). Цей експеримент продемонстрував кореневий тиск.

Хейлз не лише зробив важливі відкриття щодо водних відносин у рослинах, він також досліджував взаємодію рослин з повітрям. Він визнав, що і Грю, і Мальпігі вважали, що повітря переноситься в найбільших дерев'яних посудинах. Можливо, тому Хейлз вивчав стебла, а не листя. Вакуумний насос був розроблений у 1600-х роках, і він використав один у цих експериментах. Ще не було точно визначено, що таке повітря, і тому він не досліджував роль кисню та вуглекислого газу. Як і багатьом ученим-новаторам, Хейлзу довелося винаходити не тільки експериментальні методи, але й експериментальне обладнання. Він проілюстрував свої експерименти, описав своє обладнання та пояснив, як повторити його експерименти. Його дослідження повітря, можливо, виникли з його досліджень рослин, але ці дослідження не обмежувалися рослинами. Вакуумний насос був корисним, але недостатнім. Тому він винайшов два варіанти пневматичного жолоба.

Ще одним напрямом досліджень було вивчення ролі річних кілець в дерев. 29 квітня 1749 року Карл Лінней (Egerton, 2007) вирушив у своє останнє дослідження до Сконе на південному заході Швеції. Неподалік від Крістіанстада він побачив нещодавно зрізаний дуб і позначив кільця, які були особливо вузькими та особливо широкими. Пізніше він звернувся до метеорологічних записів і встановив, що вузькі кільця корелюють із прохолодним літом, а широкі – з теплим літом. Це був початок дендрохронології.

Іншим напрямом було функціонування листка. У 1754 році видатний женецький натураліст Шарль Бонне (1720–1793) опублікував книгу про функцію листя в рослинах. Його слава базується в основному на його демонстрації партеногенезу у попелиці, але після того, як його зір погіршився, він перевів свої дослідження на цю тему.

Джозеф Блек (1728–1799) також отримав користь від книги Хейлза. Він був сином шотландського торговця вином, який жив у Бордо. У 1740 році він пішов до школи в Белфасті, а близько 1744 року вступив до університету Глазго і став асистентом професора хімії. У 1752 році він перевівся до Единбурзького університету, де в 1754 році отримав ступінь доктора медицини.

Його дисертація на латинській мові була на хімічну тему: вплив лужних речовин на полегшення кислотного розладу шлунку. Після подальших експериментів він опублікував свою найважливішу працю: Експерименти з оксидом магнію, негашеним вапном і деякими іншими лужними речовинами. Найважливішим аспектом цього дослідження було випадкове відкриття. Він знайшов компонент повітря, який він назвав «фіксованим повітрям» (вуглекислий газ), який він міг визначити за допомогою тесту з вапняною водою (водний гідроксид кальцію), який викликав білий осад (карбонат кальцію). Під час експериментів на птахох і дрібних ссавцях він також виявив, що «нерухоме повітря» не підтримує життя чи навіть полум'я свічки. Інші важливі відкриття Блека стосуються тепла і тут не мають відношення, хоча мають непряме екологічне значення — прихована теплота та питома теплота. Демонстрація Блека того, що звичайне повітря містить особливий вид повітря, який можна ідентифікувати, відкрила двері для пошуку інших типів повітря, і двоє інших англійців незабаром пройшли через це.

Генрі Кавендіш (1731–1810) був сином лорда Чарльза Кавендіша, який сам проводив важливі дослідження тепла, електрики та магнетизму. Син успадкував багатство і присвятив своє життя науковим дослідженням. Він ідентифікував «займисте повітря» (водень) у 1766 році, яке, на його думку, могло бути основою вогню, «флогістон». Флогістон був невизначеним «займистим принципом», насправді теорією горіння, яка некритично розвивалася з часів Георга Ернста Штала (бл. 1660–1734), впливового лікаря-хіміка. Той стверджував, що свічка, при горінні виділяє флогістон; якщо горить у замкнутому приміщенні, то гасне при насиченні повітря флогістоном. Найважливішим відкриттям Кавендіша був склад води. Генрі Кавендіш був надзвичайно сором'язливим. Це стало однією із причин чому він перервав своє навчання в університеті і незважаючи на тиск батьківського авторитету не займався із ним політикою. Його улюбленим місцем роботи був Британський музей. Перед кожним публічним виступом Кавендіш неймовірно страждав, тому тут мова йде про якусь форму психічного розладу, що супроводжувався соціофобією. Перш ніж зайти у кімнату, в якій призначена зустріч, він міг годинами ходити колами навколо будинку розриваючись перед обов'язком і небажанням контактувати із людьми.

На відміну від Кавендіша, Джозеф Прістлі (1733–1804) походив із сім'ї робітника, але після смерті матері він жив із бездітною тіткою, яка була заможною та оплачувала його освіту в академії. Він був дуже амбітним ученим і став учителем до 1773 року, коли граф Шелберн попросив його стати своїм бібліотекарем. Прістлі мав широкі інтереси, включаючи ліберальну політику та релігію (він став унітарним міністром), а наука була лише серйозним хобі. Його об'ємні твори про політику та релігію викликали суперечки в неспокійну епоху. Він був одним із дюжини вчених, які брали участь у неформальному, але важливому Місячному товаристві, заснованому в 1760-х роках, яке збиралося в Бірмінгемі й тривало до початку 1800-х. Він почав готувати публікації з фізики в 1767 році, і після того, як у 1769 році з'явилось четверте видання «Vegetable Staticks» Хейлза, Прістлі в 1770 році почав подібні дослідження «повітря». Відтоді він зайнявся дослідженнями ефіру. Свої перші результати він опублікував у великій статті у «Philosophical Transactions of the Royal Society entitled» під назвою «bservations on Different Kinds of Air» (1773). Він почав із «фіксованого повітря» Блека. В ньому здохли коти та миші і в ньому згасла свічка. Іноді гинули й рослини, але якщо не гинули, то в ній процвітали. Спочатку він експериментував з гілочками м'яти, а пізніше виявив, що його відкриття можна застосувати і до інших рослин. Він зрозумів, що це важливе відкриття. Однак він виявив, що рослини менш ефективні у відновленні «шкідливого повітря» взимку, ніж влітку. Він ще не виявив, що сонячне світло дає рослинам здатність відновлювати «шкідливе повітря». У червні 1772 року він продемонстрував свої відкриття своїм друзям Бенджаміну Франкліну та серу Джону Прінглу. Тепер ми, звичайно, знаємо, що Франклін був лише наполовину правий у висновку, що м'ята лагодить повітря, забираючи з нього щось (CO<sub>2</sub>), а не додаючи його, оскільки фотосинтезуюча рослина дійсно додає кисень у повітря. Далі Прістлі виявив (1773), що, і рослини, і миші гинуть у чисто азотній атмосфері. Ранні експерименти Прістлі привели до того, що він був нагороджений Королівським товариством медаллю Коплі в 1773 році. Президент Королівського товариства, його друг сер Джон Прінгл, виступив на презентації та пояснив, що вітри доставляють забруднене повітря рослинам «для нашого полегшення» і для їхнього «харчування». Промова Прінгла була

опублікована для ширшої аудиторії, ніж наукова стаття Прістлі, і вона оприлюднила новий вимір концепції природного балансу: повітря, яке видихають тварини, є отруйним для інших тварин, але стимулює рослини, які, у свою чергу, виробляють корисне повітря для тварин. Найвідомішим відкриттям Прістлі було «дефлогістиковане повітря» (кисень), яке він зібрав 1 серпня 1774 р. шляхом нагрівання оксиду ртуті, достатньо гарячого для розділення елементів, і опублікував своє відкриття в 1775 р. Навесні та влітку 1778 року Прістлі провів додаткові експерименти на рослинах, які продовжували давати йому неоднозначні результати, але він нарешті зрозумів, що дефлогістиковане повітря виробляється рослинами лише на сонячному світлі; просте забезпечення тепла в темряві не стимулювало рослини очищати повітря. Це дослідження, опубліковане в 1779 році, все ще містило певну плутанину і тому не було остаточним. Його остаточний звіт про його експерименти з ростом рослин (Priestley, 1790) трохи розвіяв його плутанину. Однак, він ніколи не відмовлявся від теорії флогістону, тоді коли інші, хто відмовилися від неї, незабаром отримали краще розуміння хімічного складу атмосфери. Через французьку революцію, яка почалася в 1789 році Прістлі стали дуже непопулярними в Англії. У другу річницю штурму Бастилії, 14 липня 1791 року, бірмінгемський натовп спалив Будинок зібрань унітаріїв, а потім будинки Прістлі та інших дисидентів. У 1794 році він втік до Америки, як людина, яку найбільше зневажали в Англії.

Ще однією людиною, пов'язаною із цією історією був Ян Інген-Гауз (1730–1799). Він був сином процвітаючого голландського купця й фармацевта, і батько й син подружилися з сером Джоном Прінглом. Оскільки, його сім'я була католиками у протестантській країні, Інген-Гауз пішов до Лувенського католицького університету (Бельгія). У Бельгії отримав ступінь доктора медицини з відзнакою в 1753 році. Потім він провів рік у Лейденському університеті, ймовірно, за порадою Прінгла. Далі він практикував медицину в Бренді аж поки у 1764 році не помер його батько. Потім він переїхав до Лондона. Він став експертом з щеплення від віспи, і в 1768 році Георг III порекомендував його імператриці Марії Терезії для щеплення її сім'ї. Вона призначила його довічним придворним лікарем, і він жив у Відні до 1788 року, хоча часто відвідував Париж і Лондон. У 1788 році він оселився в Парижі, поки штурм Бастилії 14 липня 1789 року не насторожив його. Він виїхав до Бельгії та Нідерландів, де на нього, як на австрійського придворного, дивилися з підозрою, і тому він повернувся жити в Лондон.

Головними його положеннями, щодо питань виділення кисню були такі пункти:

- 1) Виділення кисню відбувається тільки на світлі, в зелених частинах рослин.
- 2) Виділення кисню припиняється в темряві.
- 3) Вуглекислий газ виробляється всіма частинами рослин у темряві.
- 4) Виробництво кисню вдень значно перевищує виробництво вуглекислого газу вночі.
- 5) Швидкість утворення кисню залежить від інтенсивності світла.
- 6) Вироблення кисню залежить від сонячного світла, а не від тепла.
- 7) Кисень утворюється переважно на нижній поверхні листя.

Прістлі критикував деякі ідеї Інген-Хауса, і в 1781 році Інген-Хауз обговорював зі своїм другом Бенджаміном Франкліном, як тому відповісти. Одним із його конкурентів був женецький вчений Жан Сенеб'є який був протеже Бонне. Він був натхненний публікацією французького видання «Експериментів» Інжена-Хауса (1780). Інген-Гауз виявив, що в кип'яченій дистильованій воді зелений лист не виробляє «дефлогістиковане повітря». Вони обидва знали, що вода, яка перекачується, багата на «фіксоване повітря» (CO<sub>2</sub>) і що рослини виробляють багато дефлогістичного повітря у воді, що перекачується. Сенеб'єр у своїх «Мемуарах з фізико-хімічних речовин про вплив соляного світла на модифікатор трьох світів трьох царств природи та викривлення рослинного світу» (1782) дійшов висновку, що «фіксоване повітря» повинно бути присутнім у рослинах, щоб виробляти «дефлогістиковане повітря». Це було його найважливіше відкриття. Інген-Гауз вважав Мемуари Сенеб'єра «копією його власної роботи зі свідчень щодо планування та послідовності проведених експериментів, використаних евідометричних одиниць і термінології». Однак визнано повторення дослідів одного вченого іншим не є плагіатом. У 1782 році Сенеб'єр оголосив, що він не зміг підтвердити висновок Інген-Хауса про те, що рослини спотворюють атмосферу вночі, але в 1788 році він визнав, що його подальші експерименти підтвердили це, хоча він вважав це менш важливим, ніж Інген-Хаус. Крім того, Сенеб'єр прийняв

деякі виправлення від інших, у тому числі Алессандро Вольта, який вважав помилковим твердження, що «флогістиковане повітря» (N<sub>2</sub>), змішане з «чистим повітрям» (O<sub>2</sub>), утворює «постійне повітря» (CO<sub>2</sub>).

Тим часом, концептуальні рамки, в яких діяли хіміки, були піддані сумніву у Франції Антуаном-Лораном Лавуазьє (1743–1794), який дотримувався картезіанської теоретичної традиції, на відміну від емпіричних англійських беконістів. Проте Лавуазьє із задоволенням повторив експерименти Бойля, Хейлза, Блека, Кавендіша та Прістлі, щоб побачити, чи зможе він їх повному інтерпретувати. Лавуазьє свідомо мав намір зруйнувати теорію флогістону. Недолік, який викликав його підозру, полягав у тому, що при спалюванні деревини залишок важив менше, ніж початковий субстрат, а при спалюванні металу, залишок важив більше, ніж початковий субстрат, але обидва пояснювалися однаково — втратою флогістону. У випадку деревини флогістон мав негативну вагу а у випадку металу позитивну вагу. Лавуазьє мало просунувся у своїй революції, поки Прістлі не приїхав до Парижа через два місяці після того, як у 1774 році відкрив «дефлогістиковане повітря» і розповів йому про це. Тоді Лавуазьє зробив кілька помилок, перш ніж провести свій вирішальний експеримент у квітні 1776 року, продемонструвавши, що звичайне повітря не є простою речовиною і що повітря, яке можна вдихати, становить лише одну чверть усього. Лавуазьє перейменував «дефлогістиковане або дихальне повітря» на «кисень» у номенклатурній революції, започаткованій ним і трьома однодумцями. Після великої роботи над диханням тварин Лавуазьє був натхненний експериментами Прістлі та Сенеб'єра, щоб самостійно дослідити ріст рослин, і він просунув власне хімічне розуміння, роблячи це. Хімічна революція Лавуазьє збіглася з Французькою революцією. Його революційний підручник «*Traité élémentaire de chimie*» (1789) з'явився через місяць після штурму Бастилії. У той час як Прістлі тікав до Америки через Французьку революцію, Лавуазьє буквально втрачав через це голову, ставши черговою жертвою гільйотини під час терору. Він поплатився через критику наукової роботи з фізики Жана Поля Марата. Після розгромного відзиву Лавуазьє, той більше захопився соціальними публікаціями а під час Великої Французької революції з головою поринув у політику. Він не пробачив Лавуазьє і був одним із тих хто відправив вченого на гільйотину. Марат дотримувався крайніх лівих поглядів, які є аналогом комунізму ХХ століття. Він писав: «коли якійсь людині не вистачає всього чого вона хоче, вона має право відібрати у іншого, те що мається у нього в побуті зайвого». Згодом сам Марат був зарізаний однією із відвідувачок. Його заклики до терору і спроби перетворити особисті образи на розправи із конкурентами та критиками зробили його об'єктом ненависті жирондистів («ліберальні демократи» в часи Великої Французької Революції).

Сенеб'є прийняв нову хімію Лавуазьє на рік раніше за Інген-Гауса. У своєму «Досліді дії сонячного світла в рослинності» (1788) Сенеб'є прийняв деякі нові терміни, проте не відмовляючись від усіх старих. Інген-Гузу довелося прийняти внески як Лавуазьє, так і його суперника Сенеб'є. До 1789 року, у другому томі свого переглянутого «Досліді...», він прийняв деякі факти з хімії Лавуазьє і досяг «вражаюче всебічної інтерпретації хімічної активності рослин...» Однак, він ще не погоджувався з твердженням Сенеб'єра про те, що вуглекислий газ розкладається в зеленому листі і виділяє кисень у повітря. Нарешті він прийняв твердження Сенеб'єра в незрозумілому «Нарисі про їжу рослин і відновлення ґрунтів» (1796). Прискорення діяльності Інген-Гауса в 1796 році було схоже на Прістлі в 1790 році: це не було вирішальним, оскільки дія відбувалася в іншому місці, в Женеві.

Ще один дослідник цієї тематики, Ніколя-Теодор де Соссюр (1767–1845) був сином провідного швейцарського натурфілософа Горация Бенедикта де Соссюра (1740–1799), який був переважно геологом, але чиї інтереси включали також ботаніку та метеорологію. Хоча син отримав формальну освіту в l'Académie de Genève, він найбільше засвоїв методів наукових досліджень від свого батька. Якщо Хейлз був засновником фізіології рослин, то Ніколас де Соссюр просунув її «від простого дослідження фактів до статусу науки з власною основою інтегрованої теорії та спеціальної методології». Його першою публікацією була розширена робота «*Essai sur cette question: la formation de l'acide carbonique est-elle essentielle à la vegetation?*» (1797), опублікована в журналі, заснованому Лавуазьє, *Annales de chimie*. Стаття де Соссюра

консолідувала розуміння дихання та асиміляції вуглецю та підготувала шлях для його вирішальної праці «Хімічні досліди над рослинами» (1804).

На межі 18 та 19 століть відкриття в галузі екології та фізіології рослин приваблювали багатьох дослідників аматорів. У 1800 році Еразм Дарвін (1731–1802) опублікував «Фітологію» — велику книгу на 612 сторінок, яка включала детальне обговорення фізіології. Його головний біограф, Десмонд Кінг-Хеле (1999:334–335), наполягає на тому, що Дарвін зробив важливий, але занедбаний внесок у наше розуміння фотосинтезу. Було б справедливіше зарахувати Дарвіна до предтеч фізіології рослин за те, що він робив огляди ботанічної літератури. Причина, по якій ця дискусія була знехтувана, полягає в тому, що вона не є оригінальною і не базується на експериментах. Дарвіна краще пам'ятають за його ідеї щодо еволюції та біологічного контролю сільськогосподарських шкідників. Зовсім інший аспект дослідження росту рослин стосувався квітів. Якщо пелюстки повинні були захищати плід, чому вони так швидко опадають? Чи був нектар відходами чи поживою для насіння? На той час ніхто цього не знав. Артур Доббс зазначив, що коли бджоли збирають нектар, вони також запилюють квіти. Його доповідь була опублікована у «Філософських роботах» Лондонського королівського товариства (1750). У 1694 році німецький ботанік Рудольф Якоб Камераріус опублікував експерименти, що підтверджують гіпотезу статевої приналежності рослин, і в 1700-х роках його висновок був широко визнаний. Німецький ботанік Йозеф Готліб Кельройтер (1733–1806) провів експерименти з гібридизації, виявив, що одні квіти створені для запилення вітром, а інші — для запилення комахами. Його робота була помічена краще, ніж стаття Доббса, але запилення комахами все одно не справило особливого враження. Одним із читачів Кельройтера був німецький ректор лютеранської школи та ботанік-любитель Крістіан Конрад Шпренгель (1750–1816). Він почав вивчати герані в 1787 році і зосередився на запиленні, а не на гібридизації. Бажаючи уникнути нехтування, якого зазнав Кельройтер, він проілюстрував «Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen» (1793) 25 гравюрами, що містили 1117 малюнків 461 виду. Незважаючи на це, його робота справила на ботаніків трохи більше враження, ніж робота Кельройтера, і він відмовився від запланованого другого тому про запилення. Коротка доповідь Лорха про «Історію теорій про функцію нектару» (1964) ігнорує Кельройтера та надто стисло розповідає про Шпренгеля, але вона дуже добре показує, як повільно приймалася справжня функція нектару протягом 1800-х років. Дослідження росту рослин у 1700-х роках зосереджувались переважно на взаємодії між рослинами та атмосферою. Не відбулося жодного прогресу в розумінні ролі камбію. Прогрес, який відбувся, залежав від ідентифікації газів у повітрі та подальшого документування їхньої ролі у фізіології рослин. Провідними дослідниками були Хейлз, Прістлі, Інген-Хус, Сенеб'є та де Соссюр, а Лавуазьє відіграв значну роль. Вони досягли значного прогресу в з'ясуванні взаємодії між рослинами та атмосферою. Це сталося під час хімічної революції, яку очолив Лавуазьє, і дослідження рослин зіграли роль у цій революції та виграли від неї. Значний прогрес стався в розумінні запилення комахами, але це не привернуло мало інтересу.

У 1700-х роках уперше комах часто постулювали як причину захворювань рослин — іноді справедливо, іноді помилково. Тут основна увага зосереджена на передбачуваних причинах і способах лікування того, що ми зараз визначаємо як грибкові захворювання. Одним із дослідників цієї проблеми був Джозеф Піттон де Турнефор (1656–1708), провідний ботанік Франції. Він намагався навести порядок у різноманітній інформації, яка накопичилася, у своїх «Observations sur les maladies des plantes» (1705). Він класифікував хвороби рослин залежно від того, викликані вони внутрішніми чи зовнішніми причинами, але оскільки він не мав нових уявлень, ця спроба нічого не дала. Однак, через два роки він обговорив і проілюстрував, як вирощувати гриби для їжі, і ці спостереження мали опосередковане відношення до розуміння хвороб рослин у той час, коли спонтанне зародження все ще гаряче обговорювалося.

Турнефор не виділив спори грибів, існування яких він припускав, але Жан Маршан у саду Руа описав і проілюстрував спори *Xylaria polymorpha*. Інший французький автор, Ноель Шомель, склав «Dictionnaire Economique» який стверджував, що різні культури мають свої власні специфічні види плісняви. Французький ботанік і хімік Анрі-Луї Дюамель де Монсо (1700–1782) виявив грибкове захворювання на цибулинах шафранового крокусу (*Helicobasidium purpureum*) і

проілюстрував його склерозії. Дюамель виявив, що цей грибок поширюється під землею від однієї цибулини до іншої. У своїй «Éléments d'agriculture» (1762) він також визнав комах причиною деяких хвороб рослин.

Ці багатообіцяючі французькі розробки мали аналогії в інших місцях. В Італії імпорт у 1711 році з Угорщини бика, який виявився хворим, привернув медичну увагу, коли заразив іншу велику рогату худобу поблизу Венеції, яку не було ліквідовано до 1714 року. Це було в країні, де Джироламо Фракасторо в 1500-х роках і Атанасіус Кірхер в 1600-х роках вже захищали концепцію зараження (Egerton, 2004, 2005), а кілька італійців відновили цю ідею, коли вразила чума великої рогатої худоби. Один із цих авторів, Карло Франческо Когроссі (1682–1769), припустив подібність між цією епідемією великої рогатої худоби та поширенням комах та іржі, які вражають посіви. Це був перший чіткий аргумент на користь зараження.

Італійський ботанік П'єр Антоніо Мікелі (1679–1737) походив із робітничого класу та не мав формальної освіти, але його пристрасть до рослин здобула йому підтримку сім'ї Медічі та посаду в ботанічному саду його рідної Флоренції, де він піднявся до посади директора. Однак, його інтереси виходили далеко за межі садівництва. У 1718 році він вперше виростив гриби зі спор. Але, коли він опублікував свої результати (1729), їх зустріли досить скептично серед вчених ботаніків.

Однак, його експерименти були описані в найдрібніших подробицях і їх можна було повторити. Наприклад, він розрізав диню навпіл і наніс «насіння» з *Mucor mucedo* на розрізану поверхню дині, а потім помістив половину дині в закрите місце. За два тижні виросла пліснява, схожа на ту, з якої він взяв спори. У своєму творі «Nova plantarum» (1729) описав близько 1900 видів, майже 1400 з яких були новими, отриманими під час подорожей у центральній Європі. Оскільки, Центральна Європа була ботанізована протягом століть, це здається дивним, але нові види включали 900 грибів, а також лишайники та мохи. Його книга знаменує народження мікології

В Англії натураліст Річард Бредлі (1688–1732) почав публікувати різні ідеї щодо зараження до 1720 року (Egerton, 2006). Ідея, яку він відстоював, полягала в тому, що «усі хвороби походять від комах, а порошок чорної плісняви – це не що інше, як маса яєць комах». Двоє сучасних лікарів, які також наголошували на тому, що хвороби викликані зараженням тварин, були англієць Бенджамін Мартін, «A New Theory of Consumptions» (1720) і француз Жан-Батист Гойффон (нар. 1658), «Relations et dissertation sur la peste du Gévaudan» (1722). Проте ідею Бредлі про те, що комахи спричиняють захворювання рослин, захищали ще кілька інших авторів протягом 1700-х років.

Існували також припущення про зараження рослин в Америці. У Коннектикуті в 1726 році колоніальний законодавчий орган прийняв свідчення фермерів про те, що «вважається, що рясність куців барбарису дуже шкідлива, оскільки багатий досвід показав, що, коли вони є у великих кількостях, вони іноді або принаймні посилюють «вибух» на всі сорти англійського зерна». Законодавча влада прийняла постанову про заборону вирощування цього європейського куца. Фермери вважали, що цей захід допоміг контролювати хворобу, і незабаром Род-Айленд і Массачусетс прийняли подібні закони. У 1865 році Антон де Барі показав, що цей висновок був не просто фольклором, а мав біологічну основу. Більш наполегливо дискусійним було питання спонтанного зародження життя, яке було загальноновизнаним з часів Аристотеля, і лише з 1668 року оскаржувалося Реді та його послідовниками.

Луї Джобло (1645–1723) був професором математики в École Nationale des Beaux-Arts в Парижі. Він написав «Descriptions et usages de plusieurs nouveaux microscopes» (1718 р.), в якому він обговорив контрольовані експерименти, які він проводив із настоєм сени у воді, кип'ятили більше 15 хвилин. Він налив однакову кількість кип'яченого настою в дві посудини, одну закриту, а іншу залишив відкритою. Через кілька днів він знайшов тварин у відкритій посудині, але не виявив тварин у закритій. Він дійшов висновку, що «ці тварини виникли з яєць, розсіяних у повітрі». Натуралісти не звикли до того, щоб математики вирішували їхні суперечки, і англієць Джон Тербервіль Нідхем (1713–1781) відновив це питання своїми власними подібними експериментами. У 1747 році він став першим католицьким священиком, обраним членом

Лондонського королівського товариства, але він знайшов кращі професійні та наукові можливості в католицькій Франції та Бельгії. Його експерименти, здавалося, показали, що стерилізований теплом настій, який зберігається в закритому стані при кімнатній температурі, може викликати життя в ньому. Він значно розширив свою коротку статтю англійською мовою до книги французькою (Needham, 1750), і він коротко співпрацював з Бюффоном, який вважав, що органічні молекули існують у природі вільними, але вони можуть об'єднуватися, щоб утворити мікроорганізми. Їхні висновки оскаржив італійський професор природничої історії Лаццаро Спалланцані (1729–1799), який був найвитонченішим експериментатором 1700-х років. Спалланцані повторив експерименти Нідхема в більш суворих умовах. Застосовуючи більш стерильні процедури та тривале тепло, його інфузії ніколи не розвивали спонтанного життя (1765). Нідхема ніколи не переконали, і суперечка тривала, поки Луї Пастер не вирішив це питання в 1860-1870-х роках.

У Німеччині Крістіан Сигізмунд Ейсфарт написав докторську дисертацію (1723) про хвороби рослин, які він класифікував відповідно до того, коли вони з'явилися в життєвому циклі: 1) під час проростання, 2) під час вегетативного росту, 3) під час плодоношення — наголошуючи на фізіологічних причинах. Його спроба дала незначний прогрес, якщо взагалі був, у порівнянні з невдалою спробою Турнефора у 1705 році. У 1750–1799 роках існувало два підходи до вивчення хвороб рослин: (1) вивчення конкретних захворювань для розуміння причин профілактики та лікування та 2) ідентифікація та класифікація захворювань. Перший підхід був більш успішним, оскільки важко розробити корисну класифікацію, поки не зрозумієш, що класифікувати.

У 1750 році Королівська академія художньої літератури, наук і мистецтв Бордо запропонувала приз за найкращу дисертацію про причини та лікування почорніння пшениці. Матьє дю Тійє (1726–1791), директор монетного двору в Труа, Франція, відповів досліднику, який не мав офіційної наукової підготовки. У крайній термін у 1752 році він міг запропонувати Академії лише попередні результати. Його запросили продовжити, і його дисертація про причину, що несправна й погана, зерна крові в епосі (1755) отримала премію. Його перший розділ розглядає попередні пояснення, починаючи з Теофраста в античності. Його другий розділ представив сім спостережених фактів як основу для знищення попередніх думок. Частина проблеми, пояснив він у розділі 3, полягала в тому, що існували різні хвороби пшениці, які раніше не були ретельно диференційовані. Тілле обговорив три незначні та три серйозні захворювання. Дюамель назвав «іржею» порошок іржавого кольору, який зустрічається на деяких пшеницях, але Тілле вирішив, що це не хвороба, а просто висушений сік, який перетворюється на пил. Інші незначні хвороби Дюамеля включали «набухла пшеницю», в головці якої були дрібні або зовсім відсутні зерна, що, на його думку, було спричинене холодним дощем або блискавкою; і «ошпарена та зморщена пшениця», спричинена сильною спекою, а потім надмірною вологістю або комахами. Тілле не коментував зруйновану пшеницю чи її причину, але він вважав, що підтвердив твердження Дюамеля про те, що «ошпарена та зморщена пшениця» може бути спричинена надмірною вологістю, а потім сильною спекою. Тілле висловив жаль, що Дюамель не сказав конкретно про те, як комахи викликають «ошпарену та зморщену пшеницю». Трьома основними хворобами Тілле були: аборт, сажкова пшениця та вівсянка, і він першим розрізнув їх. До речі, він також обговорював ріжки в житі, які, як він дійшов висновку, були спричинені укусами комах, і, незважаючи на те, що він скаржився на те, що Дюамель не вказав конкретно, яка саме комаха викликала ошпарену та зморщену пшеницю, він був винен у такому ж нехтуванні щодо ріжків жита. На його висновок про причину ріжків жита, можливо, вплинули його ранні відкриття щодо хвороби пшениці. У четвертому розділі він стверджує, що досліджував рослини пшениці зі згорнутим листям і виявив у листках крихітних чорних комах *Staphilinidae*. Однак він так і не з'ясував, коли вони проникли на рослину і яку шкоду завдали. Він також знайшов менших червоних комах такої ж форми, які, на його думку, належали до того самого виду на більш ранній стадії. Він вирішив, що комахи перешкоджають заплідненню насіння і що ця відсутність запліднення спричиняє сажку. Ця ідея була узгоджена з Гріффітом Хьюзом, який у «The Natural History of Barbados» (1750) дійшов висновку, що сажка цукрової тростини викликана маленькими комахами. З іншого боку, чорний порошок сажки, розглянутий під мікроскопом, нагадував чорний

порошок *Lycoperdon*, але це залишилося у Тіллі невизначеним. Повсякденні спостереження та припущення Тіллі досі були не кращими, ніж у його попередників. Однак, щоб вирішити свою невизначеність, він вирішив взяти пшеничне поле розміром 540 × 24 фути і розділити його на п'ять ділянок розміром 108 × 24 фути, а потім розділити кожен ділянку далі, доки він не отримає 120 менших ділянок, які він міг би зашити пшеницею під різними умовами. Ми бачили, що Франческо Реді винайшов контрольований експеримент у дуже малому масштабі в 1668 році, але ніхто раніше не думав про серію контрольованих експериментів у такому великому масштабі.

Дисертація Тіллі містить 10 сторінок діаграм усіх 120 ділянок, які показують, чим кожна відрізнялася від інших, для вегетаційних сезонів 1751–1752 та 1752–1753 років. До них належали посіви чистого насіння, зараженого природним шляхом, і насіння, експериментально інокульоване пилом мукору. Хоча його експерименти здавалися об'єктивними, він визнав, що, незважаючи на це, є чотири труднощі, наприклад те, що ліжка примикають одне до одного. І все ж він відчував, що продемонстрував (1937:127), що причиною вівсянки був пил із хворої пшениці (а не комахи), і що його обробки насіння значно зменшили наслідки зараження. Він так і не визначив, що таке чорний пил головної. Він міг використати методи вирощування грибів Мікелі, щоб перевірити, чи можна експериментально виростити його чорний пил, але не будучи ботаніком, він навряд чи знав про роботу Мікелі. Експерименти Тіллі були повторені чотирма окремими дослідниками, які підтвердили його результати. Людовик XV змусив його повторити свої експерименти в Королівському саду, і його публікація мала королівський авторитет. Використання Тіллі широкомасштабного контрольованого експерименту.

У 1734 році Таргіоні Тоцетті отримав ступінь доктора медицини в університеті Пізи, захистивши дисертацію про лікарські рослини. Тіллі використовував мікроскоп у 1750-х роках, щоб визначити, що чорний пил пшеничної вівсянки нагадує пуховик *Lycoperdon*, але йому не вистачило досвіду, щоб продовжити цю лінію. Тарджоні Тоцетті, з іншого боку, мав досвід роботи з мікроскопією, і коли йому було важко побачити все, що він хотів побачити за допомогою одного мікроскопа. Він дізнався, що його чорна стеблова іржа (тепер названа *Puccinia graminis*) була «дуже крихітною, паразитичною рослиною, яка не виникає, окрім як між шкірками». Він досліджував і проілюстрував цей вид, коли він ріс і змінювався, а потім зробив те саме для багатьох інших паразитичних грибів. Незважаючи на те, що трактат Таргіоні Тоцетті є визначною пам'яткою – першою детальною монографією про грибкові захворювання рослин.

Феліче Фонтана (1730–1805) мав широкі наукові інтереси, але найбільше його пам'ятають за його внесок у фізіологію тварин. Він викладав в Пізанському університеті та створив науковий музей у Флоренції. Його набіг на фітопатологію був викликаний епідемією іржі, яка спустошила врожай пшениці в Північній Італії в 1766 році. Маючи досвід мікроскопії, він незабаром запідозрив, що іржа складається з «рослин-паразитів, які переносяться вітром і осідають у відповідному та адаптованому місці. годувати за рахунок зерна». Він вказав на схожість деяких частин рослини іржі з частинами грибів, описаних і проілюстрованих у родах «*Nova plantarum*» Мікелі. Він дійшов висновку, що знайшов два види іржі, червону та чорну, і довго обговорював їх структуру, розмноження та фізіологію. У його книзі була табличка з ілюстраціями, на яких була зображена червона і чорна іржа. Він встановив, що його іржі були паразитичними рослинами, але йому бракувало технічного словника, щоб точно описати їх будову. Фонтана і Таргіоні-Тоцетті першими заявили, що дрібні паразитичні рослини викликають захворювання рослин, і їхні висновки незабаром були підтримані Спалланцані. У другій половині 1700-х років було опубліковано різноманітні класифікації хвороб рослин. Карл Лінней дав п'ять латинських назв для цих хвороб (1751): *Erysiphe* (пліснява), *Rubigo* (іржа), *Clavus* (схожий на цвях або ріг), *Ustilago* (сажка) і *Nidus insectorum* (пухирі) та інші деформації, спричинені комахами. Його система принаймні забезпечувала термінологію, яка виходила за межі різних народних мов. У Франції видатний натураліст-іконоборець Мішель Адансон (1727–1806) вивчав хвороби рослин для своєї «*Familles des plantes*» (1763) і збільшив список хвороб до 23 видів. Німецький студент Йоган Баптіста Заллінгер написав докторську дисертацію про хвороби рослин латинською мовою (1773), у якій класифікував хвороби на п'ять класів: запальні, паралічі, виділення, погана конституція та дефекти органів. Він думав, що те, що ми визначили б як гриби, було аномальною структурою



рослин, а не причиною хвороб. Іншу класифікацію захворювання склав провідний ентомолог другої половини століття Йоганн Крістіан Фабріціус (1745–1808), який був датчаном і навчався у Ліннея. Деякий час він викладав у Копенгагені, і він опублікував свою «Dissertation of the Diseases of Plants» данською мовою. Однак, у 1775 році він переїхав до Кільського університету, де опублікував свої численні ентомологічні публікації латинською або німецькою мовами. Він мав рацію, вважаючи, що потрібен корисний трактат про хвороби рослин, але його шість класів – переробка непродуктивних, втрачених, гниття, розряджання, перетворення деформованих і сторонніх – не дуже допомогли б, навіть якби він опублікував німецькою.

Перше видання «Principle of Population» Мальтуса (1798), можливо, було спонтанним продуктом. Він стверджував, що зробив це, відповідаючи на твори Вільяма Годвіна та маркіза Де Кондорсе, але низка інших попередників також вплинула на нього, і він визнав це у розділі «Найважливіший аргумент, який я наведу, безумовно, не новий». Крім того, він познайомився з ще більшою кількістю попередників, перш ніж виготовити значно розширене друге видання (1803). Тут акцент робиться на популяціях тварин і рослин, що є протилежністю до акценту Мальтуса та багатьох його попередників. Можливо, він вплинув на французького лікаря і ботаніка Дені Додарта (1634–1707), який був видатним членом Академії наук у Парижі. У «Sur la multiplication des corps vivants considerée dans la fécondité des plantes» (1703) його головною задачею було надати докази, що підтверджують теорію розмноження. Він відрізав восьмифутову гілку і нарахував 16 450 насінин, а також побачив 10 інших гілок приблизно такого ж розміру, що дало 164 500 насінин для цього молодого дерева. Він вирішив, що доросліші дерева дають близько 330 000 насіння на рік і живуть близько 100 років, що означає, що вони виробляють 33 мільйони насіння протягом життя. Він вважав, що ця висока репродуктивна здатність покликана зберегти види від нещасних випадків, які, як правило, їх знищують, і використав фразу «une progression géométrique croissante», яку Річард Бредлі (1721) переклав як «геометрична прогресія росту». Раніше сер Метью Хейл (1677:205) використовував термін «геометрична пропорція» в обговоренні людської популяції. Ми не знаємо, чи Мальтус коли-небудь читав Хейла, Додарта чи Бредлі, але ці приклади показують, що такі терміни були поширені в 1700-х роках до того, як Мальтус їх використав. Він був членом Лондонського королівського товариства та опублікував кілька оригінальних статей у його Philosophical Transactions, але він також був видатним священиком. Його природнича теологія завдячувала впливу Рея, але вона також містила власні спостереження та ідеї Дерхема, які є значним внеском у демографію тварин і концепцію балансу природи.

Сільськогосподарські лиха стали стимулом до вивчення хвороб рослин, хоча це було в меншому масштабі, ніж одночасне вивчення хвороб тварин і людини, викликаних паразитами. Були значні дослідження, опубліковані протягом 1700-х років, які вказували на те, що низка захворювань рослин викликана паразитичними грибами, але ці дослідження не призвели до чіткого розуміння хвороб. Важливими факторами також вважалися погода, ґрунти та комахи. Протягом 1800-х років подальшому прогресу значно сприяли вдосконалення мікроскопів. Незважаючи на це, мікробна теорія хвороб утвердилася лише після шести десятиліть боротьби протягом 1800-х років.

У 18 століття дослідження велися не лише на захід від Західної Європи а й на схід. Це здійснювали в основному центральноєвропейські та східноєвропейські дослідники. В той час коли дослідження Америки велися із приватної або громадської ініціативи, то дослідження сходу Євразії контролювалося і фінансувалося державою. Незважаючи на залучення найкращих вчених Центральної Європи, вплив цих досліджень на світову науку був набагато нижчий. Наприклад, до досліджень північної Азії та країн східної Європи було залучено В. Лейбніца, Д. Мессершмідта та багатьох інших.

Даніель Готліб Мессершмідт (1685–1735) – лікар з Данціга. Він прибув для географічних, медичних та природничих досліджень Сибіру у 1718 році. До 1727 року, досліджував землі аж до Аргуна, на схід від озера Байкал. Він був старанним спостерігачем і колекціонером, але подорож виснажила його, і в лютому 1728 року він передав свої нотатки та колекції до Академії наук. Він ніколи не публікував свої відкриття, не став членом Академії та помер у злиднях. Однак, його

семирічні щоденникові записи збереглися. Тут він описав 149 мінералів, 1290 рослин, 359 і 257 тварин. Він був першим, хто вивчав сибірських ссавців.

Датський морський капітан Вітус Іоннасена Берінг (1681–1741) відправився в експедицію на пошуки межі між Євразією і Америкою 24 січня 1725 року з 32 чоловіками і 33 упряжками з кінями. 23 липня в Єнісейську він зустрівся і отримав пораду від Мессершмідта і досяг Охотська – громади з одинадцяти хатин, наприкінці жовтня 1726 року. Він міг лише побудувати невеликий катер «Фортуна» і відремонтувати старий, щоб 22 серпня відплисти на Камчатку, тому що навколо Охотська були тільки чагарникові дерева. На Камчатці були великі дерева, які могли стати деревиною для більшого корабля для дослідження Тихого океану. 14 липня 1728 року він і його команда відпливли в Тихий океан на щойно побудованому кораблі «Архангел Гавриїл», а в середині серпня вони пропливли через те, що капітан Кук пізніше назвав Беринговою протокою, не підозрюючи про це через туман. До 16 серпня вони не знайшли землі й повернули назад, щоб не замерзнути на зиму. Вони знову пройшли Берингову протоку в тумані, не виявивши її. Вони повернулися до Санкт-Петербурга 28 лютого 1730 року, встановивши, що Азія не пов'язана з Америкою, і привезли нову карту Сибіру.

У 1731 році Берінг отримав підвищення, дворянство та нагороду, і незабаром запропонував другу експедицію, значно амбітнішу, ніж перша. У 1727 році двоє німецьких членів Академії наук завербували одного зі своїх колишніх зіркових учнів, Йоганна Георга Гмеліна (1709–1755). Він був сином професора Тюбінгенського університету, і почав відвідувати університетські лекції у віці 14 років. Він отримав ступінь лікаря в 1727 році перед поїздкою до Санкт-Петербурга. Він отримав стипендію в Академії в 1728 році, читав там лекції в 1730 році, а в 1731 році став академіком і професором хімії та природної історії. Він став одним із трьох професорів, які брали участь у Другій Камчатській експедиції Вітуса Берінга (1731–1742), яка також називається Великою Північною експедицією. У ній спочатку брали участь 600 осіб, а по дорозі – сотні інших. Морська частина експедиції вирушила з Петербурга в лютому-березні 1733 року, щоб будувати кораблі в Охотську, і швидко мандрувала на санях. Академічна частина вирушила лише в серпні, на набагато повільніших вагонах і річкових човнах. Гмелін та інший професор, Герхард Фрідріх Мюллер, нарешті дісталися до штаб-квартири Берінга в Якутську у вересні 1736 року. 8 листопада Гмелін був у резиденції Берінга, коли його власна резиденція згоріла, знищивши всі його колекції та нотатки та частину його бібліотеки. Гмелін вирушив наступного літа і знову зібрав зразки та нотатки. Пізніше він опублікував дві важливі праці, засновані на його десятилітніх спостереженнях і колекціях: «Flora Sibirica» і «Reise durch Sibirien von dem Jahr 1733 bis 1743». «Flora Sibirica» описує 1178 видів, 294 з яких проілюстровані. Гмелін приділив особливу увагу порівнянню між європейськими та сибірськими видами, і він відкинув ідею Ліннея про те, що всі види були створені в одному місці на острівній горі та поступово поширювалися в міру розширення суші. Натомість Гмелін вважав, що існувало кілька центрів створення видів. Гмелін повернувся додому до Тюбінгена в 1747 році, щоб стати професором університету, і він опублікував своє «Reise...» в Геттінгені. Її переклали на французьку та голландську мови, але не на російську, оскільки містили невтішні зауваження та коментарі щодо росіян.

Одним із перших учнів Гмеліна, прийнятих в його експедицію, був Степан Петрович Крашенінников (1711–1755). Він мав вивчати рослини, тварин і мінерали, але він також розвинув сильний інтерес до історії та географії Сибіру. Гмелін дуже хотів не приїжджати на місця досліджень, поки вони не будуть готові прийняти академіків, і він відправив Крашенінникова на Камчатку для будівництва будинків та збору попередньої інформації. Він приплив до Камчатки на судні «Фортуна», яке почало протікати вже через дев'ять годин. Постійно рятуючись і скидаючи весь багаж, вони залишалися на плаву, поки не спробували увійти в Велику річку, коли судно розвалилося на частини. Крашенінников став учасником експедиції з найбільшими знаннями про півострів розміром з Англію. Його «История Камчатки» (1755–1764) обговорювала рослини і тварини, але наголошувала на їхньому використанні людиною. На прохання президента Академії він широко спирався на рукописи померлого Георга В. Стеллера (про це йдеться в наступних абзацах), і тому книга Крашенінникова була спільною роботою. Після десяти років роботи в експедиції Крашенінников повернувся в Академію, де в 1745 році захистив дисертацію з іхтіології

і отримав звання ад'юнкта. Він став керівником ботанічного саду Академії і в 1747–1749 рр. «виростив насіння подібних видів, зібраних у різних регіонах (Америці, Китаї, Камчатці та околицях Дону), щоб показати вплив клімату на їх мінливість». У 1750 році він став професором природної історії та ректором університету. Він був одним із 26 росіян, які стали членами Академії в 1700-х роках.

Георг Вільгельм Стеллер (1709–1746) народився того ж року, що й Гмелін, і виріс лише за 90 миль від нього. Однак, він був більш схильний до авантюризму. Прізвище Стеллера було Штолер (він змінив його, щоб пристосуватися до російської вимови), і він мав велике бажання стати дослідником. Він став лікарем, а потім зголосився служити в російській армії під час облоги Данцигу у 1734 році.

У Петербурзі він познайомився із ботанічним садом і його ботаніками, у тому числі Мессершмідтом. Через два роки після смерті Мессершмідта Стеллер одружився на його вдові та придбав записки Мессершмідта, які не були передані Академії. В Академії наук Стеллер допоміг професору ботаніки упорядкувати та каталогізувати гербарій і допоміг у складанні каталогу зразків тварин. Він чув про Другу Камчатську експедицію Берінга, яка вже давно минула. Він зголосився приєднатися до Берінга і був прийнятий. Він і його дружина покинули Санкт-Петербург на санях 15 січня 1738 року і досягли Москви 30-го, але вона вирішила далі не продовжувати.

Наприкінці 1738 він досяг Томська, де захворів, але на початку січня 1739 виїхав до Єнісейська, куди прибув 20 числа. Там Стеллер зустрів Гмеліна, який був вражений ним і вирішив, що Стеллер може замінити його в дослідженні Камчатки. Гмелін дав йому інструкції та сім довідників з ботаніки та зоології. 23 березня Стеллер зі своїм помічником Олексієм Федоровичем Даниловим і художником-ілюстратором Йоганном Крістіаном Беркханом досягли Іркутська. Їм потрібно було постачання для продовження, і вони мали на них заявку, але владі Іркутська знадобився рік, щоб зібрати необхідні ресурси для задоволення їхніх потреб. Тим часом, Стеллер був зайнятий дослідженнями, збиранням, препаруванням і записом спостережень. Хоча його подорожній щоденник зник, його ботанічні та зоологічні спостереження збереглися і пізніше були використані Гмеліним, Крашинінниковим та іншими

Із 53 гербарних зразків Стеллера, які зараз зберігаються в Ботанічному інституті імені Комарова, деякі були зібрані в околицях Іркутська. Інші гербарні зразки Стеллера знаходяться в Музеї природної історії в Лондоні. Він і його однодумці здійснили 250-мильну подорож по озеру Байкал, де вони побачили численного тюленя *Phoca siberica* Gmelin. Стеллер цікавився, як цей вид потрапив туди, за 1000 миль від своїх арктичних родичів. 21 серпня вони піднялися в альпійський район Баргузинських гір, де Стеллер був приголомшений краєвидом і зачарований рослинами.

Рослини, які він зібрав під час цієї подорожі, включали *Rhododendron chrysanthum*. Стеллер захоплювався Ліннеєм, але він писав до того, як біномінальна система Ліннея стала стандартом для назви видів. Стеллер виявив, що його листя токсичне, тому що ручний олень з'їв трохи і впав у чотиригодинний судомний ступор. Стеллер також збирав різних птахів і вивчав паразитів в їхньому оперенні, зберігаючи їх між тонкими пластівцями прозорої слюди, поширеної в цьому регіоні. W. G. Tilesius (1815) досліджував цих паразитів 74 роки потому і виявив, що «їх можна намалювати й описати так, ніби вони живі».

6 березня 1740 року група Стеллера на санях почала свій 1624-мильний шлях до Якутська, якого вони досягли 24 травня, помінявши сани на човни на річці Лена. Звідти вони продовжили шлях до Охотська, де Стеллер зустрівся з Берінгом і попросив транспортування на кораблі до Більшеретька, що за 650 миль. Тим часом, в Охотську стояли чотири ящики крашенінникових екземплярів з Камчатки, які Стеллер почистив, висушив, перепакував і разом зі своїми колекціями відправив до Якутська. Стеллер також познайомився в Охотську з Фрідріхом Пленіснером, художником, який зрештою поплив до Америки з Берінгом і Стеллером. 1 вересня Стеллер зі слугою піднявся на корабель «Надежа» до Камчатки, але через два дні він сів на міліну. Нарешті (21 вересня) вони досягли річки Велика, на східному узбережжі Камчатки. У Більшеретьку Стеллер познайомився з Крашенінниковим, який досліджував півострів Камчатка з моменту його прибуття в жовтні 1737 року. Не маючи офіційних повноважень на це, Стеллер взяв на себе владу

над Крашенінниковим та іншими, і на початку 1741 року Стеллер організував експедицію для дослідження півострова на південь від Большерецька. Після цього Стеллер відправив Крашенінникова назад в Охотськ, щоб допомогти Гмеліну, якщо він захоче прийти на Камчатку. Досі було незрозуміло, чи візьме Берінг Стеллера під час своєї подорожі до Америки, але йому потрібні були лікар і мінералог, а Стеллер був, і тим, і іншим. Теслі побудували для експедиції два однакових кораблі – «Св. Петро» і «Св. Павла». У травні, їх готували в Петропавловську, Стеллер досліджував Аватчинську бухту і зловив дві нові риби, яких ретельно описав. Сучасні наукові назви вони отримали пізніше від Палласа. Загалом він описав більше 30 видів риб з Камчатки, і він вперше описав історію життя тихоокеанського лосося. Кораблі відпливли з Авачинської бухти 4 червня 1741 року (Берінг командував «Святим Петром»), але вони втратили зв'язок один з одним під час шторму. На щастя, «Reise von Kamtschatka nach Amerika» Стеллера збереглася та була відредагована академіком Пітером Саймоном Палласом (1793).

Стеллер негайно почав робити нотатки зі списків морських водоростей і тварин, які спостерігали, що змусило його зрозуміти, що рослини дрейфували в океанській течії, оскільки вони часто рухалися в іншому напрямку, ніж вітер. Він вказав на це іншим на палубі, але написав, що вони вважали його твердження про морські течії смішним. Він побачив, що тюлені набагато краще пристосовані полювати на їжу далеко від суші, ніж морські видри. Останні залишаються поблизу материка або островів і були знайдені лише на східному узбережжі Камчатки поблизу островів, які з'єднуються з Аляскою. Тому він дійшов висновку, що морська видра була американським видом, який поширився на захід.

Підтримуючи західні вітри, вони досягли острова Каяк, біля узбережжя Аляски, 18 липня, а 20 Берінг вислав дослідницький човен о 8 ранку, але відмовив Стеллеру в дозволі йти разом. Стеллер вибухнув гнівом. Тоді Берінг пом'якшився і дозволив йому та його мисливцеві-козаку Фомі Лепікліну сісти на другий човен, який зійшов на берег о 10 ранку. Стеллер зібрав і висушив близько дюжини видів рослин, і зберігся його список першої наукової колекції рослин Аляски. Він також виявив табір тубільців (його мешканці втекли), і він взяв цікаві артефакти, які він відправив назад на корабель з проханням надати подарунки в обмін. Це було зроблено, оскільки Берінг наказав взяти копченого лосося з ями для зберігання.

Ворони та сороки, яких бачив Стеллер, були схожі на тих, що живуть у Євразії, але інші птахи були незнайомі, і Лепіклін зібрав одну з них, сойку, схожу на ту, яку Стеллер бачив на зображенні Марка Кейтсбі «The Natural History of Carolina». Ця сойка вказала Стеллеру, що вони досягли Америки. Стеллерова сойка (тепер птах штату Аляска) отримала свою наукову назву *Cyanocitta stelleri* в 1778 році від Йоганна Фрідріха Гмеліна. Фронтиспис біографії Стеллера Леонгарда Стейнегера (1936) порівнює малюнок Блакитної сойки Кейтсбі з сучасним малюнком Сойки Стеллера в тій же позі. І це було те, через що Стеллеру дозволили досліджувати Америку. Вони повернулися на корабель на заході сонця, а наступного дня Берінг, злякавшись зміни погоди, попрямував назад на Камчатку. Вони наповнили лише 35 бочок водою, і їм довелося знайти інший острів по дорозі, щоб наповнити інші. 22 числа погода справді змінилася, і вони пропливли повз острів Кадьяк у тумані, не помітивши його. 4 серпня вони побачили острови Семіді та острів Чирикова, але не зупинилися біля них. Стеллер бачив численних тюленів. 10 серпня асистент хірурга повідомив, що 21 чоловік хворів на цингу, ймовірно, Берінга також. На «Святому Петрі» 32 із 78 чоловіків помруть від цинги до того, як ті, хто виживе, повернуться на Камчатку. 29 серпня вони зупинилися для пошуку води в Нагаї на Шумагінських островах (названих на честь моряка Микити Шумагіна, який був першим моряком, який помер від цинги). Стеллеру дозволили зійти на берег, де він знайшов велику різноманітність моря і наземні птахи. Він також знайшов кілька безпечних джерел, але коли повернувся до човна, то побачив, як команда наповнювала бочки з резервуару біля берега. Він намагався зупинити їх, вказуючи, що вода солонувата, але вони проігнорували його, і солонувата вода могла сприяти погіршенню здоров'я деяких з тих, хто був на борту. 4 вересня вони нарешті побачили американців (алеутів), які були на байдарках, і спілкувалися з ними. Стеллер вважав, що вони походять з Азії, оскільки вони носили такі ж головні убори, як і камчадали. Він підозрював, що вони жили на островах лише влітку, а взимку відступали на материк. До 26 жовтня там було 30 хворих, і це заважало плавати кораблю.

5 листопада вони побачили острів Берінга. Залишилося лише шість бочок поганої води, і офіцери хотіли висадитися. Берінг хотів висадитися на Аватчинську бухту, але вони заперечили, що це зробити неможливо. Вони кинули якір, і бурхливі хвилі обірвали трос і віднесли корабель на риф. Вони були під загрозою затонути, але величезна хвиля підняла корабель над рифом у тихе русло. Екіпаж зрозумів свою помилку, коли проігнорували поради Стеллера. Після цього він став незаперечним лідером.

Він збирав протицингові рослини, інші стріляли куропаток, морських видр, тюленів; завдяки цій новій дієті деякі чоловіки повільно одужали від цинги, хоча для декого вже було надто пізно. Вважалося, що Берінг, який помер 8 грудня, також помер від цинги, поки його могилу не було ексгумовано в серпні 1991 року, через 250 років. Його останки були доставлені до Москви, де разом із звітом Стеллера було зазначено, що він помер від серцевої недостатності. Практично всі думали, що вони досягли безлюдного прибережного району на Камчатці, але Стеллер зрозумів, що тварини були занадто безстрашними перед людьми, щоб опинитися на материку. Блакитні лисиці були настільки безстрашними, що стали шкідниками, і навіть вбивство одних не втримало інших від спроби вкрасти їжу чи з'їсти мертвих. Стеллер скаржився, що вони забрали його карти, книги та чорнило. У нього було достатньо часу для вивчення рослин, тварин і геології острова, тому що вони не змогли покинути острів Берінга до 13 серпня 1742 року, через 8,5 місяців після прибуття. Там він зробив перше ретельне природознавче дослідження будь-якого острова і став експертом щодо істивності різних рослин і тварин. Йому не дозволили взяти свої зразки на борт маленького «Святого Петра», який команда побудувала із залишків свого корабля — вдвічі меншого за початковий, — однак його щоденник зберігся. Стеллер отримав динамічний погляд на геологію острова Берінга, вважаючи, що колись він був набагато більшим і ширшим, ніж у 1741 році, і він навів п'ять причин, чому він вважає, що скелі, що лежать біля берега, були уламками, що вказує на його колишню протяжність. Стеллер описав півдужини нових видів птахів, включно з ними вимерлим нелітаючим очковим бакланом, відомим лише з острова Берінга. Однак він зробив значно більший внесок у зоологію ссавців. Він надав детальні відомості про анатомію та звички морської корови Стеллера (*Hydrodamalis gigas*), північного (або стеллерового) морського лева (*Eumetopias jubata*), північного морського котика (*Callorhinus ursinus*) і морської видри (*Enhydra lutris*). Він зрозумів, що морська корова пов'язана з ламантинами з Атлантичного океану, описаними Георгом Маркграфом (1648) і Вільямом Дампіром (1697). Морська корова була єдиним вегетаріанцем серед цих ссавців, і Стеллер описав чотири види водоростей, якими вона харчувалася. Він помітив, що після того, як вони харчувалися вздовж берега, нез'їдені коріння та стебла цих видів викидало на берег. Він описав стадні звички морської корови, спарювання, догляд за дитинчатами та зовнішніх паразитів, яких морські чайки вибирали зі своїх напівзанурених тіл під час годування. Через великі розміри — до 8000 фунтів і 30 футів у довжину — цей вид був для нього найважчим для вивчення анатомії та проведення вимірювань. Після того, як ті, хто вижив, досягли Камчатки, він дізнався, що мертві морські корови іноді викидалися на берег. Незважаючи на те, що морські котики були відомі на Камчатці, було невідомо, де вони вирощували дитинчат, доки Стеллер не знайшов їх на острові Берінга. Вони почали прибувати в середині квітня. Щоб вивчити їхні звички, він побудував хатину в центрі колонії і шість днів спостерігав за бійками самців, спарюванням, доглядом батьків і поведінкою новонароджених цуценят. Ймовірно, це був перший випадок, коли натураліст створив жалюзі для спостереження за поведінкою виду. Його розповідь була настільки детальною, що його біограф прокоментував, що він надав більше інформації про цей вид, ніж було доступно для багатьох знайомих європейських видів, і що перші сучасні розповіді з кінця 1800-х років мало додали до того, що він написав. Він вперше надав подібну інформацію про морського лева, хоча й менш детально; вони їли не тільки рибу, але також морських видр і тюленів. Видра була відома жителям берегів Камчатки між 50° і 56° широти, але там вони рідко виходили на берег через небезпеку з боку мисливців. Стеллер детально описав їх, частково через їхнє цінне хутро. У його розповідях про будь-яких морських ссавців немає нічого сентиментального. Він характеризував морських видр як «дурних, млявих, похмурих, сонних; вони вічно сплять на крижаних скелях; вони рухаються повільно, і їх можна

схопити без будь-яких зусиль чи винахідливості». Хоча звіти Стеллера загалом надійні, сучасний фахівець з морських видр Кенуон (1969) вважає це твердження перебільшенням.

Команда вбила 800 видр за вісім місяців, і, якби вони могли нести більше хутра на своєму маленькому святому Петрі, вони вбили б утричі більше. Вони втекли з острова 13 або 14 серпня 1742 року, до 17 числа подолали 100 миль до мису Кроноцький на Камчатці, а 27 числа досягли Авачинської бухти. Їх уже давно вважали за мертвих, а їхні володіння розпорошили. 28 числа Стеллер і його слуга почали 30-мильний похід через півострів до Більшеретька, якого вони досягли 5 вересня. Він працював над своїми рукописами до літа 1743 р., коли відправив їх до Петербурга. Тим часом він виявив і описав невідому рибу в річці Утка (17 миль на північ від річки Велика), яка зараз називається *Blepsias cirrhosus*. 10 травня він описав камбалу, яку Тилезіус (1815) назвав *Pleuronectes stellatus*. Він повернувся 20 червня зі зразками та описами інших нових видів риб і моллюсків.

Він дізнався від них, як полювали на китів за допомогою сіток із шкур моржів. На початку 1744 року він вирушив до Санкт-Петербурга на собачих упряжках, але вирішив побувати на острові Карага, що в 15 морських милях від східного узбережжя. На жаль, товщина льоду виявилася недостатньою для його упряжки та собачої упряжки, які прорвалися й загинули. Не злякавшись, він продовжив свою подорож на снігоступах, збираючи ботанічні та зоологічні зразки. Однак у нього виникла суперечка з морським офіцером, і кожен послав скарги на одного до російського сенату. Хоча Стеллера було виправдано, повідомлення про це не надійшло з Москви, він був заарештований по дорозі та змушений повернутися на схід для суду. Проте звістка нарешті наздогнала його ще до того, як він пройшов увесь зворотний шлях, і він продовжив свою подорож до Санкт-Петербурга, але помер в дорозі.

Було невдале російське повстання в Академії мистецтв і наук у 1742 році проти німецького домінування, але згодом відносна кількість росіян до німців неухильно зростала, поки росіяни (частіше за все, асимільовані європейці або їхні діти) не переважали 1800 року. У цей період одним із провідних академіків був німецький натураліст Петер Симон Паллас (1741–1811). Він, як і Гмелін, був сином професора коледжу (у Берлінському колегіумі медико-хірургікум) і був юним успішним студентом. Він отримав ступінь доктора медицини в Лейденському університеті в 1760 році, а у віці 19 років, захистивши важливу дисертацію про паразитичних червів. У 1767 році він прийняв ступінь доктора наук. запрошення стати академіком Петербурзької академії, і він зберіг цю приналежність до останнього року свого життя, коли повернувся до Берліна. У 1768 році він став «головним архітектором і натхненником» іншої хвилі дослідницьких експедицій Академії. Він подорожував до озера Байкал і Забайкальських гір і назад. Чотири інші експедиції того часу також очолювали здібні натуралісти.

Паллас опублікував свої висновки в «Reise durch verschiedenen Provinzen des russischen Reichs in den Jaren» (1768–1773). Колчинський (2004) вважає цю роботу «витоком біогеографії та екології». Більшість істориків природознавства вважають її родоначальниками Бюффона та Ліннея (Egerton 2007). Паллас розділив регіон, який він досліджував, на шість флористичних провінцій на основі топографії,

У 1770-х роках Паллас провів важливе геологічне дослідження Уральських гір і опублікував теорію ґрунтоутворення. Він почав публікувати «Флору Росії», як першу спробу надати довідник щодо рослин Росії, на відміну від сибірських, описаних Гмелінім.

Різні зоологічні дослідження Палласа об'єднані в «Spicilegia Zoologica» (14 фаскул, 1767–1779). У 1777 році він стверджував, що «тюлені, деякі риби та морські мушлі, які Каспійське море має спільно з Чорним, роблять цей колишній зв'язок майже безсумнівним, і ці самі обставини також доводять, що Аральське озеро повинно було бути приєднане до Каспійського моря.

Пізніша «Zoographia Rosso-Asiatica» Палласа розглядає птахів і ссавців у томах 1-2 (1811) і риб, амфібій і рептилій у томі 3 (датований 1814), з описом 872 видів, переважно нових для науки. Значна частина затримки з публікацією останньої роботи була спричинена німецьким художником К. Г. Х. Гайслером, якого Паллас вибрав для ілюстрації зібраних ним зразків. Він, можливо, був талановитим, але ненадійним. «Зоографія» зробила важливий внесок у біогеографію та екологію, включаючи важливі дослідження географічної варіації видів у межах їх ареалу. Однак, ці

дослідження не змусили його повірити в еволюцію видів. Він узагальнив деякі зі своїх зоологічних знахідок у листах до британського натураліста Томаса Пеннанта. Пеннант використав дані Палласа у своїй «Арктичній зоології», яка, незважаючи на свою назву, стосувалася переважно північних птахів і ссавців і не обмежувалася Арктикою. У 1793–1794 роках Паллас досліджував Каспійське море, Кавказькі гори та Крим. Потім він оселився в Криму і опублікував «Reise in die sudlichen Statthalterschaften des russischen Reichs in den Jahren 1793 und 1794». Його книги про подорожі слідує географічній традиції Мессершміда, Гмеліна, Крашенінникова та Стеллера, у яких природна історія була частиною огляду природних ресурсів, які могли бути використані людиною. Однак, це була адекватна основа для спостереження за рослинами і тваринами, які взаємодіють з навколишнім середовищем. Його описи, як правило, показують, як люди використовували землю, з побутовими сценами на передньому плані та природними ландшафтами, як правило, на задньому плані. Протягом усієї роботи він коментував місцеві рослини та їхню приналежність до певних ґрунтів і клімату, але, за винятком комах-шкідників, які заражали посіви, він обговорив в одному розділі всіх тварин, з якими стикався, як диких, так і домашніх. 22 вересня 1793 року він досяг річки Сура в Симбірську. Він писав: «Ґрунт тут, як правило, складався з суглинку або гончарної глини, чорного кольору в низинах і часто піщаного на височини. Ліси на пагорбах включали сосни, але в долинах і на рівнинах склалися з дуба та липи. Липа була корисна для медоносних бджіл. Поля, рано засіяні озимими зерновими, були спустошені гусеницею *Phalaena frumentalis*, яка за кілька років стала справжньою заарзою в Касані. Проте поля, засіяні пізно, не постраждали, оскільки волога та холодна погода вбила комах до того, як рослини вирости над ґрунтом. Селянам варто спробувати спалити соломку з пшениці, гречки, гороху і розвіяти попіл по полях. чорнозем, товщиною до двох футів, походить від лісів, які раніше покривали регіон».

У розділі про тварин Паллас проілюстрував двогорбого верблюда, який був рідним для цього регіону, і описав його домашнє використання, але не його звички чи фізіологію. Він обговорював три різновиди овець і кіз, вирощених у Криму. Тут він писав: «Щорічно з Перекопу вивозилося близько 20 тис. шкур диких зайців. Олень зустрічався тільки в Чатирдазі, а ведмідь був відсутній. На пагорбах було багато вовків, лисиць і борсуків. Ласки, які тут не біли взимку, були рідкістю на рівнинах. Було багато горіхів і жолудів, але не було білок. Маленька землерийка мешкала на берегах річки Бейюк-Оусен, але в інших місцях її не бачили. Довкола житла поширені сірий домашній щур і звичайна миша, а чорних щурів не було. У Чорному морі поширені малий тюлень і дельфіни». Незважаючи на те, що він перерахував велику кількість видів птахів, знайдених у Криму, жоден із них не був дуже чисельним. Про те, що навіть якщо журавлів було мало, він пояснював нестачею змій. Були великі жаби *Rana ridibunda* та часничниця *R. vespertina*. Було два види сухопутних черепах, які він не описав і не називав. Він присвятив три сторінки прісноводній і морській рибі, але виявив, що жодної з них не було багато, можливо, через інтенсивний вилов. Він назвав, але не описав, понад два десятки кримських комах, деякі з яких були в достатку, але його здивувало те, що немає більшої різноманітності.

Як і Стеллер, Паллас дивувався, як тюлені досягли озера Байкал, «на стільки сотень льє вгору річками, що течуть з цього озера в північний океан...» Він припустив, що вони залишилися в озері після Потопу в часи Ноя. Паллас вважав, що російська білка відрізняється від білки Гудзонової затоки, але американський бізон схожий на литовського чи польського зубра. Його коментарі щодо сибірської ласки характерні для даних, які він надіслав Пеннанту

Умови в Росії та північній частині Тихого океану були набагато складнішими, ніж на Сході Америки. Також, на це впливали значні цивілізаційні відмінності. За винятком героїчних досягнень самотнього Мессершміда державне спонсорування групових починань було необхідною вимогою для досліджень. Берінг був одним із найвидатніших дослідників в історії, а його експедиції були одними з найбільших. У його першій експедиції не було вчених, але друга експедиція це компенсувала. Записи цих спонсорованих експедицій були набагато більшими, ніж неофіційні записи для Америки. Однак, вони мали невеликий вплив на світову науку, хоч і публікувалися на Заході частіше ніж в Імперії.

## 8. ЗАРОДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЇ ЯК ОКРЕМОГО НАУКОВОГО НАПРЯМКУ

### 8.1. Передумови виникнення екології як окремої природничої науки

Як наслідок Наукової революції на межі між 18 та 19 століттями створилися передумови кристалізації природничої науки про зв'язки живих організмів із навколишнім середовищем в окремий напрямок. Це відбулося, насамперед, завдяки роботам паразитологів, біогеографів та еволюціоністів цього часу. Про перші кроки в галузі паразитології ми розглядали в попередньому розділі. На кінець 18, початок 19 століття провідну роль в розбудові основ екології відігравали біогеографи, такі як Karl Linnaeus й Alexander Humboldt та еволюціоністи Hewett Watson й Charles Darwin.

**8.1.1. Карл Лінней.** Карл Лінней (1707–1778) був найбільш знаним натуралістом XVIII століття. Він був найпопулярнішим біологом своєї епохи за те що заснував сучасну номенклатуру та систематику, але менш відомий винаходом екологічної науки, яку він назвав економікою природи. Лінней пояснив це в 1749 році, але надто широка природознавча наука, якою він займався з дитинства, вже була екологічною за світоглядом і змістом. У 1749 році він узагальнив і формалізував те, що записував спеціально і неофіційно. Його серія із 186 есе згодом була захищена його учнями, як дисертації на їхні докторські ступені. Лінней перевидав ці дисертації в 10 томах під назвою «*Amoenitates Academica*». Попередні природознавчі спостереження Ліннея записані в його подорожніх книгах та інших творах.

Книги про подорожі Ліннея показують його широкий інтерес до рослин, тварин, геології (Merriam, 2004) та економіки природокористування. Перша експедиція Ліннея була здійснена в 1732 році, почалася 12 травня, у день його 25-річчя, і тривала до 10 жовтня. Він подорожував на північ до Лапландії, а потім на захід до норвезького узбережжя. На зворотному шляху він подорожував у Фінляндії східним берегом Ботинської затоки до Обо, а потім перетнув Стокгольм. Це була його найдовша подорож — за його оцінками, 633 шведські милі або близько 3800 англійських миль. Він відвідав Йоккмокк (29 червня) на північ від полярного кола та понад півдужини інших місць на північ від Йоккмокка. Коли він відвідав річку Ельф-Карлебі (13 травня), то описав промисел лосося, піну та бризки, які утворює водний потік, і рослини навколо. Але він не просто відобразив це, він також міркував про те, як живуть ці види: «Дуби ростуть на вершинах навколишніх скель. Спочатку здається незрозумілим, як вони повинні отримувати харчування, але випари збираються пагорбами вгорі й струмками стікають до їхнього коріння».

Примітно, що він застрелив яструбину сову зі свого коня, «йдучи з хорошою швидкістю» о 12:15 ночі. На жаль, птах був надто пошкоджений пострілом, щоб його набивали, але принаймні він намалював його малюнок. Для двох комах, зібраних у Лулео 21 червня, він надав як ілюстрації, так і їхній опис.

Карл Лінней також довго обговорював рододендрон, який він намалював 8 липня в Лапландських Альпах, але лише для того, щоб описати його та оцінити, чи належить він до роду азалій. На норвезькому узбережжі в Торфйордені він вирушив на човні на рибалку і наловив на гачок і волосінь «багато» *Gadus virens*, яку згодом намалював. Він виявив, що риба причепа прилипає до деяких із цих 10-дюймових риб. Він також спостерігав, збирав і малював чотири різні види медуз, але не робив спостережень щодо їхньої поведінки чи їжі.

Північний олень був важливою тягловою та молочною твариною для лапландців, і Лінней неодноразово обговорював їх у «*Lachesis Lapponica*» (1811), але лише ілюстрував вуздечку, зброю та роги. Він проілюстрував самих оленів на фронтисписі «*Flora Lapponica*»: «Їхні роги почали проростати в червні, спочатку вкриті м'якою шкірою, яка часто була кривавою від укусів комарів. У самок менші роги, ніж у самців. Білки гризли роги попередніх років». Обговорення Ліннеєм того, що їдять олені, є цікавим: «Великі труднощі зазнає північний олень восени, коли сніг, який за літо повністю розтанув, раптово замерзає гірський лишайник (*L. rangiferinus*), який є його єдиною зимовою їжею. Коли це не вдається, тварина не має іншого ресурсу, оскільки вона ніколи не торкається сіна. Його сторожі рубали дерева, щоб забезпечити його ниткоподібними



лишайниками, які вдягають їхні гілки; але така їжа не замінює того, що є для нього природним. Дивно, як він може добути належну їжу через глибокий сніг, що вкриває його і яким він захищений від сильних морозів. Північний олень також харчується жабами, зміями і навіть лемінгом або гірським щуром (*Mus lemmus*), часто переслідуючи останнього на таку відстань, що не може знайти дорогу назад. Це траплялося в кількох випадках кілька років тому, коли ці щури у величезній кількості спускалися з гір». Але, Карл Лінней також повідомив, що вони нічого не їли в жарку погоду, коли комарі були дуже агресивні. Пізніше він прокоментував, що саами не збирали влітку лишайник рангіферітус і хвощ (*Equisetum fluviatile*) на зимовий корм. Самки народжують у травні, а у оленят виростають прості роги в перший рік. У теплу погоду північних оленів мучать укуси оводів (*Oestrus tarandi*), які залишають так багато шрамів, що один автор помилково вважав, що вони викликані віспою. Одна комаха, «ймовірно, вид *Tabanus*» вривається в північного оленя і відкладає яйця під шкірою, а молодняк виходить через той самий отвір. Лапландці видавлюють личинку зі своїх пустул, щоб зменшити біль північного оленя. Інша муха (*Oestrus nasalis*) відкладає яйця в ніздрі північного оленя. Північні олені також страждають від епідемічної хвороби, яку лапландці називали Pekke Kattiata, яка може бути смертельною. Ці спостереження також були включені до дисертації 1754 року Cervus Rheno, захищеної Чарльзом Ф. Гоффбергом на докторській ступінь, і перекладена англійською мовою. Далі в книзі Лінней підвищив свою оцінку їх кількості з тисяч до мільйонів і визнав, що «ніхто не знає, що з ними станеться». У ще пізнішій статті він відкинув віру в те, що лемінги падають із хмар. Не публікуючи свій щоденник подорожей, Лінней все ж оприлюднив свої досягнення, і губернатор провінції Далекарлія запропонував профінансувати дослідження цієї провінції. Лінней погодився, і семеро студентів-медиків отримали дозвіл приїхати за свій рахунок. Спочатку вони поїхали до Фалуна, столиці провінції (де Лінней зустрів свою майбутню дружину), а потім вирушили в експедицію 3 липня 1734 року, взявши з собою двох синів губернатора. Лінней був генієм-організатором, і він делегував кожному учню спеціальні завдання: географію; клімат і ґрунти; камені, мінерали та скам'янілості; рослини; тварини; економіка; та логістика. Кожного вечора кожен учень додавав свій звіт до того, що писав Лінней. Останні записи були датовані 17 серпня, і коли вони повернулися до Фалуна, Лінней віддав їхній «*Iter Dalecarlium*» губернатору.

Шведське королівство звернулося до Карла Ліннея з проханням провести економічне обстеження цих островів, включаючи природничу історію. У супроводі шести молодих людей він відправився зі Стокгольма 15 травня. Було досить холодно, і Лінней запропонував, що «Весну слід вимірювати відповідно до клімату та температури, а не за календарем». Потім він запропонував використовувати те, що ми називаємо фенологічними спостереженнями щодо розвитку листя та квітів або бруньки кількох дерев і трав.

Ще в 1737 році він опублікував дані про свій термометр на передній частині свого «*Hortus Cliffortianus*». Термометр, ймовірно, був тим, що він отримав протягом трьох місяців, проведених в Англії, і, можливо, він запропонував своєму другові Андерсу Цельсію (1701–1744) змінити шкалу, на ту яку він сам розробив. Лінней написав ботаніку з Монпельє Буасьє де ла Круа де Соважу: «Я був першим, хто вирішив побудувати наші термометри, у яких температура замерзання дорівнює 0, а теплота окропу 100; і це для теплиць нашого саду».

Коли експедиція досягла мідеплавильного заводу в Адельфорсі 23 травня 1741 року, Лінней помітив, що ялівці виглядають як «підстрижені кипариси», що він приписав диму з доменних печей. Робітники та мешканці Адельфорса скаржилися на забруднення повітря.

Експедиція досягла Еланду 1 червня, де Лінней склав опис рослин і тварин. Єгер повідомив йому про час спарювання та періоди вагітності благородних оленів, косуль, кабанів і ведмедів. Він оглянув гніздо грака (*Corvus frugilegus*), у якому було троє пташенят та численні кліщі (*Simulium reptans*), роздуті від крові пташенят. Він порахував річні кільця дубового пня і виявив, що йому 260 років. Деякі кільця були ширшими за інші, що, на його думку, було пов'язано з різною суворістю зим. Хоча сучасні ботаніки співвідносять ширину річного кільця з літньою вологістю, це був початок палеокліматології

Він знав, що Франческо Реді описав 30 видів пташиних кліщів, що надихнуло його на опис кліщів *Saemundsonia haematoris* і *Vanellus vanellus*.

Уздовж морського узбережжя він виявив, що всі види рослин мають соковите листя, але більшість із них, що ростуть в інших місцях, мають звичайне сухе листя. *Potentilla anserine* росла на піску, а *Senecio vulgaris* — на гниючих водоростях. Молі *Hipocrita jacobaeae* були численні на березі, і їх личинки з'їдали *Senecio vulgaris*. Він виявив, що інші види рослин також мали своїх власних гусениць, яких він описав і назвав, ймовірно, за сприяння ентомолога Чарльза де Гіра якого він відвідав у Медеві 23 серпня.

Біля церкви Луммелунда він вивчав болото, в якому росла меч-трава *Cladium mariscus*. Цей вид раніше не був зареєстрований у Швеції; він наголошував на фактах, що худоба їла його ранньою весною і що з нього добре робили соломку для дахів. Оскільки він дізнався, що він ріс у колишньому озері, він запропонував висадити його в багатьох «безплідних і марних болотах» Швеції, які неможливо осушити.

За Стенкиркою він знайшов під камінням у воді білу овальну п'явку (*Hirundo octoculata*), яку також можна було знайти в шлунках дрібних рибок, і вважав, що, ймовірно, «ікрою» цієї п'явки були печінкові черви овець, яких вівці проковтнули, коли паслися в болотистих місцях. Після транскрибування рунічних написів на церковному цвинтарі Хангвар 27 червня він прокоментував, що білий лишайник (*Kecabira cakcareae*) ріс на вапнякових надгробках, але не на гранітних.

28 червня вони досягли значно меншого острова Форе, розташованого на північ від Готланду. Його мешканці полювали на тюленів, але не на морських свиней. Вони також їли гаг та їхні яйця, але Лінней думав, що «Ймовірно, прийде час, коли чудовий пух цих птахів врятує їх від пострілу». Однак, він не пояснив, як його збирати. Він досить детально описав ріс *Ammophila arenaria* на піщаних дюнах і пояснив, як він стабілізував дюни. Він також знайшов мурашиних левів на дюнах, які були «набагато більш різнокольоровими, ніж на Еланді»

П'ятьма роками пізніше, з 12 червня по 11 серпня 1746 року, Лінней подорожував через Вест-Готланд і опублікував свої відкриття у «Wästgöte-Resa» (1747). Тут є таке узагальнення: «... коли тварини вмирають, вони перетворюються на плісняву, пліснява – на рослини. Рослини їдять тварини, таким чином утворюючи кінцівки тварин, так що земля, перетворена в насіння, потім потрапляє в тіло людини як насіння і там людською природою змінюється на плоть, кістки, нерви тощо; і коли після смерті тіло розкладається, природні сили згасають і людина знову стає тією землею, з якої її було взято». Ці думки не були особливо оригінальними, але вони представляють інтерес як прелюдія до дисертації 1749 року про економію природи.

Тим часом у 1744 році дисертація *Oratio de Telluris habitabilis incremento* (Про збільшення площі Землі, придатної для життя), захищена Йоганном Вестманном, запропонувала нову геологічну теорію і пояснення того, як світ заселився видами: «1) Бог створив одну пару кожного статевого виду та одну особину кожного гермафродитного виду; 2) оскільки Адам назвав усі види, Едемський сад мав бути гірським островом; 3) кожен вид збільшувався в чисельності з кожним поколінням; 4) у міру збільшення вони збільшували географічну територію, яку населяли; і 5) придатна для життя земля збільшувалася зі збільшенням кількості організмів». Щоб підтвердити цей аргумент, Лінней мав продемонструвати потенціал усіх видів для збільшення їх популяції. Він перерахував кількість насіння, зареєстрованих для різних квітів. Потім він правильно підрахував, що однорічна рослина, яка дає лише два насіння на рік, якщо її захистити від тварин і нещасних випадків, матиме 1 048 576 нащадків за 20 років. Ця дисертація була лише однією з кількох публікацій, які дають право Ліннею називати засновником географії рослин.

Фундаментальна відмінність між концепцією екологічної науки Ліннея та нашою полягає в тому, що в його концепції біотичні взаємозв'язки були розроблені Богом, щоб вони працювали гармонійно та постійно на благо людства, тоді як у нашій концепції взаємозв'язки розвиваються і це може призвести до зникнення видів. Його концепція була частиною тогочасного загального світогляду в науці: наприклад, в астрономії небесні тіла були незмінними за речовиною та орбітами, а в геології поточні зміни в ландшафті вважалися незначними порівняно зі змінами, спричиненими Богом під час Ноевого потопу. Дослідження вченими «статичного» Всесвіту поступово показало, що вони помилялися – Всесвіт мінливий і інколи незворотно мінливий. Це сталося навіть з Ліннеєм. У своїй «*Systema Naturae*» (1735) він впевнено стверджував, що всі види

були створені Богом на початку і з того часу нові не з'являлися. Однак, відкриття *Peloria* в 1741 році – такого схожого на *Linaria*, але очевидно іншого виду – похитнуло його віру в постійність видів. Зрештою він припускав, що Бог створив лише кілька видів, які пізніше схрещувалися, щоб утворити велике різноманіття, яке зараз спостерігається. 18 серпня 1764 року він пояснив цю ідею в листі до Йоганнеса Бурманна: «Припустімо, що Бог створив *Ranunculus* і, що цей вид схрещується з *Helleborus* і *Aquilegia*, або *Nigella* в гібридних поколіннях. Згідно з божественним законом, нащадки цих гібридів матимуть, як і тварини, мозкову речовину матері та кору головного мозку батька. У результаті *Ranunculus* так багато видів або з волосистими листками, або з чорношкірими, що ви не можете розділити їх на довільні роди...»

Термін Ліннея «*oeconomia naturae*» (1749) досить схожий на сучасний термін для фізіології тварин, «господарство тварин», який передбачав вивчення того, як частини сприяють функціонуванню цілого. Можливо, він мав на увазі аналогію між органами тварини та видами в біотичній спільноті: «Під економікою природи ми розуміємо мудре ставлення Творця до природних речей, за допомогою якого вони пристосовані для досягнення загальних цілей і взаємного використання».

Маючи пристрасть до природи як системи, Лінней переносив це на економіку природи. Для кожного з трьох царств — каменів (і ґрунту), рослин і тварин — він обговорив цикл розмноження, збереження та знищення. Оглядаючи різні види каменів у розділі «Поширення», він припустив, що один або кілька видів мають органічне походження (Лінней 1775): «...тіла і скам'яніння, схожі на рослини, колись були справжніми тваринами чи овочами; і здається ймовірним, що мушлі, будучи вапняними, змінили прилеглу глину, пісок або пліснява на таку саму речовину. Отже, ми можемо бути впевнені, що мармур може бути створений зі скам'янілих плям, і тому його часто можна побачити наповненим ними».

У розділі «Збереження» він висловив неточні припущення про те, як каміння генерується та доповнюється водою, але в розділі «Знищення» він був точнішим в описі дії погоди та води під час поступової ерозії скель. Він також зазначив, що певні тварини також допомогли знищити деякі види: «Корабельні черви ... роз'їдають найтвердіші камені. Цей вид молюсків, який називається мушлею-бритвою, бурить каміння в Італії та ховається в них; так що люди, які їдять їх, повинні розбити каміння, перш ніж вони зможуть на них натрапити. Равлик *Fauna Svecica* вид молюсків, який живе на кам'янистих скелях, їсть і бурить крізь крейдові пагорби, як черв'яки роблять це через деревину. Про це свідчать спостереження знаменитого де Гіра»

За словами Ліннея, Бог нібито створив живих істот для виживання та регулювання одна одною: «...усі живі істоти повинні постійно зайнятися виробництвом особин; що все природне має сприяти збереженню кожного виду і простягати руку допомоги; і нарешті, що смерть і знищення однієї речі завжди повинні бути підпорядковані реституції іншій» Це чітке твердження було важливим внеском у концепцію балансу природи, хоча Лінней не назвав його. Під розмноженням рослин він обговорював статеве розмноження, а потім поширення насіння (Linnaeus, 1775): «Ягоди та інші навколоплідники природою призначені для харчування тварин, але з тією умовою, що поки вони їдять м'якоть, вони висіють своє насіння; бо коли вони живляться ним, вони або розсіюють їх одночасно, або, якщо вони проковтують їх, вони повертаються з відсотками; бо вони завжди виходять неушкодженими. Тому не дивно, що якщо поле угноєне грязюкою або ще не зовсім гнилим гноєм, разом із посіяним зерном повинні з'явитися різні інші рослини, шкідливі для фермера».

У розділі «Збереження» він стверджував, що Бог постановив (Linnaeus, 1775): «щоб уся земля була вкрита рослинами, і щоб жодне місце не було порожнім, жодним безплідним». Він чув про пустелі, але ніколи їх не бачив, тому впевнено стверджував, що в них є свої унікальні дерева та трави (вони так і є, але там все ще є гола земля): «Усі середовища — альпійські, степні, болотні, водні, пустельні — мають характерні види, і він навів приклади. Трав'яна моль перешкоджає поширенню трави, залишаючи місце для інших рослин. Однак рослини гинуть, і їх знищення також є частиною Божого плану. Чорна пліснява, яка живить нові рослини, походить від мертвих рослин, і цей цикл справді починається з печіночників, які ростуть на голих скелях; коли вони

вмирають, вони залишають пліснява для мохів, а коли мохи вмирають, вони залишають пліснява для трав і кущів».

Ця дисертація містить один із найперших описів сукцесії рослин (який Клементс приписує Бібергу). Комахи сприяють загибелі рослин, поїдаючи частини, що робить їх уразливими до інших небезпек. Під час розмноження тварин Лінней досліджував усі відомі репродуктивні звички різних видів, і хоча він відкидав самозародження, він визнав, що «Закопи утворення черв'яків все ще дуже незрозумілі, оскільки ми виявили, що вони іноді виробляються з яєць, іноді зміщенням, точно так само, як це відбувається з деревами»

Він зазначив, що дрібні тварини, як правило, дають більше потомства, ніж великі: «кліщі можуть збільшитися до тисячі за кілька днів, але слони дають лише одне потомство за два роки». Однак, деякі яструби менші за свійську птицю, яку вони їдять, і він визнав, що яструби відкладають менше яєць, не намагаючись пояснити, чому. Він підрахував, що два голуби, які розмножуються дев'ять разів на рік, можуть вивести 14 672 дитинчат за чотири роки. Під час збереження тварин він обговорив, які види піклуються про своїх дитинчат, а які ні. Серед полігамних видів «самці майже не піклуються про дитинчат», а зозулі відкладають яйця в гнізда пликос і горобців. Через велику різноманітність видів Бог призначив кожному певне місце проживання та певну їжу. Лінней дав короткий огляд прикладів із тваринного світу, але надав лише подробиці про мутуалізм між двостулковими молюсками *Pinna* та крабами *Pinnotheres*.

Дослідження Ліннея щодо харчування тварин включало два харчові ланцюги, наземний і водний: «...воша живе на рослинах. На воші живе муха під назвою *musca aphidivora*. Шершень і оса налітають на *musca aphidivora*, *musca aphidivora* на шершня та осу. Або, павук на бабку, маленькі пташки на павука, і нарешті, яструб любить маленьких птахів. Подібним чином одноклітинна водорість насолоджується «гнильною» водою, водяна личинка їсть одноклітинну водорість, жаба їсть водяну личинку, щука їсть жабу, тюлень їсть щуку».

Далі він наголосив на важливості хижаків, щоб не дати своїй жертві захопити все, і на важливості стервоїдів, щоб запобігти заваленню землі трупами. У 1734 році, досліджуючи Далекарлію, Лінней спостерігав, як коні його експедиції їли одні рослини й уникали інших. І Джон Рей, і Рене Реомюр повідомляли про те, що комахи мають дуже специфічні харчові рослини. Наприкінці 1740-х років Лінней та деякі студенти (вісім названих, а також інші) провели 2314 експериментів на худобі, щоб визначити їхні харчові вподобання. Це була одна з найперших, якщо не найперша, серія експериментів з екологічного харчування, і, безперечно, найперші такі великомасштабні кількісні експерименти. Причиною такої кількості експериментів було те, що, на відміну від комах, за якими спостерігали Рей і Реомюр, ці ссавці не обмежувалися поїданням одного або два види, але все ж були певною мірою вибірковыми. Стверджується, що Божа причина змусити різні види тварин їсти різні види рослин полягала в тому, щоб запобігти вимиранню одних видів рослин через переїдання, а інших – не стати надто рясним через те, що їх не їли. Лінней згадав «економічний експеримент, добре відомий голландцям», про який він, можливо, дізнався, перебуваючи в Нідерландах у 1735 році. У 1774 році з'явилася дисертація, подібна до Пана Свечія, на тему рослин і тварин, які їдять кури, качки та гуси: «*Esca Avium Domesticarum*».

Другою за важливістю дисертацією Ліннея з екології є *Politia Naturae* (1760). Тут мова іде про боротьбу та виживання видів, включаючи людей. Песимістичний висновок, який він зробив щодо людей, певною мірою застосовувався також до видів рослин і тварин. Метою дисертації було пояснити, чому війна всіх проти всіх (конкуренція) не призвела до вимирання. Основною причиною було те, що ми називаємо екологічним різноманіттям: кожен вид обмежений власною «станцією» (середовищем існування). У Швеції було близько 1300 видів рослин, але в одному місці лише близько 50–100. Лінней стверджував, «що хоча існує думка, що рослини були створені для використання тваринами, насправді тварини були створені для регулювання кількості рослин». Як доказ він навів численні види комах, які їдять лише один вид рослин, голуби їдять надлишки насіння, а інші птахи, кажани та мурахоїди їдять комах, щоб не дати їм з'їсти всі рослини, які вони їдять, і так далі.

Лінней все життя захоплювався комахами. Незважаючи на великий інтерес Ліннея, як до комах, так і до рослин, він ніколи до кінця не оцінював роль комах у запиленні, за винятком

фігових дерев. Він вперше назвав нектарник квітів у 1735 році, і перейшов від віри в те, що бджоли шкодять квітам, збираючи нектар, до віри в те, що вони допомагають запилювати квіти, але ніколи не усвідомлював їх ключову важливість для квітів, які не запилюються вітром. Однак, він зрозумів небезпеку випадкового занесення американських комах-шкідників, коли американські рослини були привезені до Європи. У 1739 році він зізнався, що привіз американські дерева з Англії до Нідерландів у серпні 1736 року. Тут ховалися попелиці, які розмножувалися в оранжереях, а потім втекли в ботанічні сади в Амстердамі та Лейдені. Пер Кальм привіз насіння гороху, коли повернувся до Швеції в 1751 році; він виявив, що вони містять живих комах *Dermestes pisorum*, яких він зловив. Однак Лінней застерігав від небезпеки штучних інтродукцій. Лінней, лікар і колись професор медицини, слідом за Річардом Бредлі (Egerton, 2006) стверджував, що дрібні організми «навіть менші за порошинки, що танцюють у промені світла» і передають інфекційні захворювання. Він розвинув свій аргумент у двох дисертаціях, «*Exanthemata viva*» (1757) і «*Mundus invisibilis*» (1767). Він також обговорив і описав паразитичних черв'яків. Його припущення про те, що деякі вільноживучі хробаки є іншою стадією внутрішніх паразитичних хробаків, були розумною гіпотезою, але він підтвердив її неперевіреними і неправильними прикладами.

Лінней однозначно заслуговує на видатне місце серед основоположників екології, але чи був цей випадок подібний до випадку Менделя, в якому його відкриття були оцінені лише після того, як інші заново відкрили його основні ідеї

**8.1.2. Олександр фон Гумбольдт.** Історики географії вважають Ф. В. Г. Олександра фон Гумбольдта (1769–1859) і Карла Ріттера (1779–1859) двома засновниками сучасної географії. На честь Гумбольдта названо більше місць, ніж будь-кого іншого. Протягом 1800-х років виникло кілька спеціальних екологічних наук, першою з яких була географія рослинності Гумбольдта, яка кардинально відрізнялася від флористичної географії рослин Ліннея.

Він також був поєднанням рідкісних рис людини – заможний аристократ, який відмовився від комфорту та привілеїв, які успадкував, і присвятив своє життя та багатство науці. Те, що він прожив майже 90 років, було дивовижним, враховуючи його подорожі тропіками та Сибіром, а його довголіття було великим благом для науки. Наукові інтереси та внесок Гумбольдта були надзвичайно широкими, охоплюючи практично всю науку, тому історична література про нього величезна. Тож наш огляд його внеску стосується лише обмеженої частини цієї літератури. На початку свого життя в батьківському маєтку поблизу Берліна він сильно зацікавився природною історією, але це не призвело до вивчення природничих наук, які були другорядними у тогочасній німецькій навчальній програмі. Він компенсував це читанням книг про дослідження, і йому особливо подобалися книга математика-дослідника Луї Антуана Буганвіля *Voyage autour du monde* (1771), яка описує його кругосвітню подорож у 1766–1769 роках, і книга Георга Адама Форстера *A Voyage Round the World* (1777).

Коли Гумбольдт вступив до Геттінгенського університету в 1789 році, він зустрів Форстера, і вони стали близькими друзями (Ackerknecht 1955). Форстер і кілька викладачів у Геттінгені сприяли подальшому розвитку ідей Гумбольдта щодо географії рослин (Larson, 1986, Lenoir, 1981). Влітку 1790 р. Форстер (1754–1794) супроводжував свого батька Йоганна Рейнхольда Форстера, натураліста, у другій подорожі капітана Джеймса Кука, 1772–1775

Гумбольдт і Форстер провели 10 тижнів у подорожі Нідерландами, Бельгією та Англією, а потім поїхали до Парижа, у розпал революції, якій обидва чоловіки симпатизували. Протягом року в Геттінгені Гумбольдт вивчав фізику та хімію, а в 1791 році він вступив до Фрайберзької гірничої академії, де вивчав мінералогію, гірничу справу та наукові методи. Він був вражений тим, що в шахтах ростуть мохи та гриби, які утворюють зелену рослинність від світла шахтарських ламп. Він писав: «... географія рослин простежує зв'язки і відносини, якими всі рослини пов'язані між собою, вказує, на яких землях вони зустрічаються, в яких атмосферних умовах вони живуть, і розповідає про руйнування скель і каменів якими примітивними формами найбільш потужні водорості, якими корінням дерев, і описує поверхню землі, в якій готується гумус.»

Коли Гумбольдт закінчив навчання в 1792 році, він приєднався до Пруського гірничого департаменту в якості інспектора. Це дало йому можливість вивчати геологічні товщі в районах

видобутку. Він дуже цінував вимірювання та наукові інструменти, а також був вправним у розробці респіраторів і захисних ламп для шахтарів.

Він ніколи не збирався зробити кар'єру з нагляду за гірничою промисловістю, і після смерті матері в 1796 році він пішов у відставку, щоб зайнятися наукою та розвідкою. У 1796–1797 роках він планував подорож до Вест-Індії. У 1798 році він планував дослідити Єгипет і відправився в Париж, щоб отримати необхідні наукові інструменти. Жодна поїздка не відбулася, але під час перебування в Парижі він зустрів Бугенвіля, який планував ще одну кругосвітню подорож і хотів, щоб Гумбольдт приєднався до нього. Гумбольдт був у захваті, але війна перервала цю подорож, оскільки вона мала його плани щодо Єгипту. Тим не менш, Гумбольдт зустрів Еме Жака Олександра Бонпланда (1773–1858), якого залучили як ботаніка експедиції, який був таким же розчарованим, як і Гумбольдт під час їхньої припиненої експедиції. Разом вони вирушили у власну експедицію до Іспанії, де німецький посол представив їх королівській родині. Карлос IV був зачарований особистістю Гумбольдта, його знаннями та його вільним володінням іспанською мовою, і охоче погодився дозволити йому та Бонпланду досліджувати Іспанську Америку — за власний кошт. Гумбольдт писав: «Я спробую з'ясувати, як сили природи взаємодіють одна з одною і як географічне середовище впливає на життя рослин і тварин. Іншими словами, я повинен дізнатися про єдність природи». Жоден попередній дослідник ніколи не ставив перед собою такої амбітної мети.

Будучи географом, Гумбольдт надав таблицю населення семи островів за 1678, 1745, 1768 та 1790 роки (1818–1829). Острови страждали від нестачі прісної води, але скрізь, де були джерела або можливість для зрошення, культури добре росли на родючому ґрунті. Площа всіх островів становила лише одну сьому розміру Корсики, але Канарські острови містили порівнянну кількість населення. Він не очікував, що ці острови постраждають від перенаселення, про яке говорив Мальтус. Під час решти подорожі вони спостерігали за летючими рибами, які покидали воду, рятуючись від ненажерливих дельфінів, лише щоб бути спійманими фрегатами (*Fregata magnificens*) і альбатросами, що нагадало Гумбольдту (під час написання його мемуарів) стада південноамериканських капібар, які втекли з води від крокодилів, але були спійманими ягуарами. Їхня п'ятирічна експедиція в Іспанській Америці охоплювала чотири географічні регіони: 1) тропічні ліси та гори території сучасної Венесуели, 2) північні Анди, 3) Кубу, 4) Мексику. Під час своїх подорожей першими двома регіонами вони зосереджувалися на флорі, фауні та навколишньому середовищі. На Кубі та в Мексиці Гумбольдт та Бонплан, зосереджувалися на географії людини. Вони не планували розпочинати свої дослідження в Кумані, але до того часу, як вони дісталися туди 14 липня, на борту «Пісарро» була епідемія черевного тифу, і вони покинули корабель. Вони обидва були схвильовані й зачаровані тропічною рослинністю та дикою природою, і з'явилися записники Гумбольдта, у яких було записано все, включаючи населення міста, температуру та інші змінні середовища. Він швидко створив особливу методологію. Польовий метод Гумбольдта складався з чотирьох основних заповідей: досліджувати, збирати, вимірювати, з'єднувати. Його типовими завданнями під час експедиції були спостереження за формами та звичками рослинності, проведення та обчислення геофізичних вимірювань, визначення точних географічних напрямків та збір рослин, тварин і мінералів. У сільській місцевості він виявив, що посіви злаків менші, ніж у Європі, і пояснював це тим, що баштанні культури, маніок, ямс і кукурудза дають набагато більше їжі з гектара, ніж європейські посіви зернових. Він порівняв промисел перлів у Кумані з промислом на Цейлоні (Шрі-Ланка) і припустив, що корінні жителі Іспанської Америки переловлювали моллюсків. На Цейлоні місцеві жителі збирали врожай лише один місяць на рік, але в Іспанській Америці місцеві жителі збирали врожай цілий рік. Ці моллюски живуть 9-10 років, і лише на четвертий рік в них починають рости перли. Коли іспанці почали вилов перлів, то вони були набагато більшими, ніж ті, які добували, коли Гумбольдт був у Кумані (Humboldt, 1818–1829).

Їхня перша експедиція з Кумані у вересні була до високогір'я на південь від міста, хоча вони пройшли через тропічний ліс, щоб дістатися туди. Одним із цікавих місць, які вони досліджували, була печера поблизу місії Каріпе, відома як місце гніздування багатьох гуачаро (олійний птах, *Steatornis caripensis*), який, за словами Гумбольдта, був єдиним відомим нічним

птахом, пов'язаним із промислом. Індіанці щороку вторгалися в печеру і винищували тисячі пташенят для місіонерів, які розтоплювали жир пташенят у олії. Гумбольдт вважав, що птахів там не було знищено, тому що індіанці боялися заходити так глибоко в печеру, як і деякі птахи, що гніздяться, які парять у темряві так само легко, як кажани.

Ареал гуачаро був ширшим, ніж міг уявляти Гумбольдт, охоплюючи Гвіану, Тринідад, Венесуелу, Колумбію, Еквадор, Перу та Болівію. Деталлю, яку міг виявити Гумбольдт, був розмір кладки: від двох до чотирьох яєць з медіаною 2,7. Деякі пари вирощують два виводки на рік.

Наступна експедиція, до Ріо-Оріноко, вирушила в березні 1800 року. Біля Калабозо вони почули про місцевого п'яти футового електричного «вугра» (насправді рибу-ніж), якого Лінней назвав *Gymnotus electricus*. Повернувшись у Німеччину, Гумбольдт проводив численні електричні експерименти. Він дуже хотів дослідити електричний орган цієї риби для полювання та захисту. Індіанці використовували нелюдський спосіб їх захоплення, але Гумбольдт все ж був радий отримати їх: вони загнали близько 30 коней і мулів у басейни, де мешкала риба, що провокувало електричні розряди риби, які іноді вбивали жертв або змушували їх тонути, але це давало результати ловів.

Він і Бонплан проводили експерименти, використовуючи в якості жертв жаб, черепах і самих себе. Прилади Гумбольдта не змогли виявити електрику чи магнетизм, але до 1900-х років електричні інструменти були достатньо чутливими, щоб виміряти їх. У 1801 році на Ріо-Магдалена він знайшов подібний вид, який назвав *G. equilabiatus*, який не використовував електричний розряд. Він досліджував більше аспектів водного життя, ніж можна розглянути тут, але Стеллеану (1959) обговорив ці дослідження в своїй роботі. Ще більш тривожний для довкілля річний урожай, ніж яйця гуачаро, був у яєць черепахи Аппау (*Podocnemis expansa*) на кількох островах Ріо-Оріноко поблизу його злиття з Ріо-Апуре. Річне споживання було перетворено в 5000 банок олії, які, за підрахунками Гумбольдта (з урахуванням розбитих яєць), становили 33 000 000 яєць від 30 000 черепах. Індійці також брали яйця від *P. dumerilliana*, але, оскільки самки цього виду відкладали ізольовано, а не спільно, їхні яйця здавалися менш вразливими. У 1850 році Генрі Волтер Бейтс був свідком щорічного збору черепахових яєць уздовж Амазонки, навіть більшого, ніж той, який Гумбольдт бачив уздовж Оріноко.

Для натуралістів було неможливо ігнорувати комарів, і Гумбольдт вважав, що ентомолог повинен вивчати тропічні види. Він розпочав проект, назвавши й описавши латинською мовою п'ять нових видів. Місіонери помітили, що різні види не об'єднуються разом і що різні види активні в різний час доби. Укуси, які викликають незначне запалення в індіанців, викликають великі набряки у білих. На Ріо-Магдалена деякі люди вважали, що укуси комарів — це цілюща кровотеча тіла, але «на Оріноко, береги якої дуже небезпечні для здоров'я, хворі звинувачують москетто у всьому злі, якого вони зазнають. Гумбольдт погодився з останнім і закликав використовувати москітні сітки. Він і Бонплан уникли зляканих лихоманок, які, на його думку, не були заразними.

Однією з цілей їхньої подорожі вгору по Ріо-Оріноко було перевірити повідомлення Шарля-Марі де Ла Кондаміна про існування природного каналу між цією річкою, що тече на північ, і Ріо-Негро, що тече на південь. Якби він існував, він міг би стати важливим для річкової торгівлі. Вони знайшли канал Кассікіаре, довжина якого становить 50 льє (278 км). Християнські поселення вздовж нього були нечисленними, лише 200 жителів. Гумбольдт підозрював, що населення каналу було більшим до прибуття місіонерів; їх присутність, ймовірно, змусила багатьох індіанців піти в ліси. Подорожуючи на схід уздовж каналу, Гумбольдт купив в індіанців домашнього чорноголового какажао і намалював його. Після того, як він помер від розладу шлунка, він зберіг шкіру. Він перерахував 46 видів мавп, відомих в Америці, що становить майже половину відомих видів.

24 листопада 1800 року вони вирушили з Венесуели до Гавани, щоб переправити свої колекції до Європи, але виявили, що ця спроба була ускладнена британською блокадою. Протягом більш ніж трьох місяців на Кубі вони відвідали різні місця, для яких Гумбольдт визначив широту і довготу. Його мемуари дуже детально обговорюють людські поселення. Перебуваючи в Гавані, вони прочитали в американській газеті, що французька експедиція, у якій вони хотіли плисти,

нарешті покинула Францію, але під керівництвом капітана Ніколя Бодена, а не Бугенвіля. Вони вирішили поїхати до Ліми, щоб приєднатися до нього.

8 березня 1801 року вони вирушили з Куби до Картахени, яка зараз знаходиться в Колумбії у подорож, яка зазвичай тривала трохи більше тижня, але цього разу тривала 25 днів. Вони пробули в Картахені три тижні. Однак, Гумбольдт був не з тих, хто марнував час під час їхньої затримки в морі. Його тодішні спостереження є значним внеском в океанографію та метеорологію Карибського моря. Ймовірно, це був найважливіший внесок у ці теми з тих пір, як Бенджамін Франклін обговорював їх приблизно півстоліття тому. Потім вони відправилися в наземну подорож до Ліми, куди вони дісталися 22 жовтня 1802 року, приблизно через 18 місяців. По дорозі вони дізналися, що Баухін не зупинятиметься в Лімі, тому втратили початкове відчуття терміновості. Гумбольдт і Бонплан збрали 60 000 зразків рослин і відкрили близько 3600 нових видів. Ботаніки-систематики опублікували досить точні маршрути чотирьох частин своїх досліджень Латинської Америки, щоб визначити, де вони збирали зразки рослин. Вони насилу піднімалися вгору Андами до Боготи, висоти 2600 метрів, якої вони досягли 6 липня. До них ставилися як до аристократів, яким був Гумбольдт, але воліли ігнорувати.

Вони провели два місяці з лікарем-ботаніком Хосе Селестіно Мутісом (1732–1808), іспанським іммігрантом, чия робота була добре відома в Європі. У 1763 році Мутіс запропонував Карлу III скликати експедицію для вивчення хінного дерева та інших корисних рослин. У 1783 році він був нарешті призначений керівником «Real Botánica del Nuevo Reino de Granada» зі штатом 18 осіб, які досліджували більшу частину того, що зараз є Колумбією, зібравши 20 000 рослин. Мутіс використовував порошок кори хінного дерева, щоб вилікувати Бонпланда, який на той час хворів на малярію. Гумбольдт і Бонплан порівняли зібрані ними рослини з величезним гербарієм Мутіса. Гумбольдт назвав одне зі своїх відкриттів *Mutisia grandiflora* на честь їх господаря. Пізніше Гумбольдт також вивчав хінні дерева і чітко виділив три види, які навіть Мутіс переплутав

Коли вони подорожували на південь до Попаяну або вже після прибуття туди, Гумбольдт почув про вченого-натураліста Франсіско Хосе Кальдаса (1768–1816), який був переважно самоучкою з цього міста. Він самостійно знайшов спосіб визначення висоти за температурою кипіння води. Кальдас зустрівся з Гумбольдтом і Бонпланом в Ібаррі 31 грудня 1801 року, і вони порівняли свої визначення висоти для кількох місць і виявили вражаюче близькі показники. Кальдас дав Гумбольдту копію намальованої ним карти Тімани, а натомість Гумбольдт навчив Кальдаса користуватися інструментами, яких він раніше не бачив, а Бонплан навчив його ботаніки. Кальдас попросився приєднатися до експедиції Гумбольдта, і після того, як Гумбольдт відмовився, Кальдас приєднався до поточної експедиції Мутіса та зробив власні важливі дослідження хінного дерева. Кальдас також склав власний фітографічний профіль гір Анд, як він навчився це робити у Гумбольдта. Однак, Кальдас ніколи не публікував ні своїх знахідок хінної рослини, ні свого фітографічного профілю, оскільки іспанська влада стратила його в 1816 році за участь у повстанні за незалежність.

Натураліст, якого Гумбольдту не вдалося зустріти, був Фелікс де Азара (1742–1821), тому що він залишив Південну Америку в 1801 році. Він вивчав природну історію Парагваю та Ріо-Плата, а після зупинки в Іспанії поїхав до Парижа, де його брат був іспанським послом. Цей зв'язок сприяв перекладу його рукопису про ссавців французькою мовою та його публікації в Парижі (1801). Здобувши визнання у Франції, він повернувся до Мадрида і зумів опублікувати перероблене та доповнене видання іспанською мовою. У 1809 році він опублікував свої «Voyages dans l'Amérique meridionale», які містили його природничу історію, яку Дарвін неодноразово цитував у своїх працях.

Гумбольдт і Бонплан піднялися через перевал Квіндію, висотою майже 3700 метрів, щоб досягти Кіто, де вони пробули шість місяців. Під час цієї подорожі Гумбольдт і його товариші віддалися своєму захопленню вулканами. Хоча він не був найважливішим засновником науки про вулканологію, але був одним із перших хто писав про вулкани, які бачив у подорожі. Найвідомішим епізодом за всі чотири роки було сходження його групи на гору Чімборасо (6310 м над рівнем моря). Ця гора розташована на південь від Кіто, на той час була найвищою відомою



горою, висота якої була визначена. Вони зробили це 23 червня 1802. Дикі лами, яких вони бачили, ймовірно, втекли з неволі після руйнівного землетрусу 4 лютого 1797 року, який забрав життя 45 000 людей (Гумбольдт, 1837). Бонплан зафіксував метелика на висоті 4600 метрів і побачив муху на висоті 5000 метрів. Останній зелений мох був на висоті 4360 метрів, а лишайники були знайдені над сніговою лінією на висоті 5150 метрів (Löwenberg, 1873). Гумбольдт описав деталі життя Андського кондора в своїй і Бонпланівській праці «Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie compare» (1811–1833) Вони включали спостереження за його здатністю під час пошуків їжі злітати в дуже розріджене повітря, на висоту 6350 метрів футів і швидке опускання до рівня моря, коли той побачив їжу. Це найбільший літаючий птах із розмахом крил до 11 футів, і він дійшов висновку, що «з усіх живих істот, безсумнівно, це той, який може за бажанням підніматися на найбільшу відстань від поверхні землі» (Гумбольдт 1829). Незважаючи на те, що в основному вони були стервоїдами, кондори іноді полювали на молодих овець, кіз, велику рогату худобу, альпаку, вікунью та гуанако (Гумбольдт, Бонплан 1811–1833; Гумбольдт, 1850). Гумбольдт не був вражений Лімою, але вони залишилися там два місяці. Він дізнався, що фермери в Андах використовують пташине гуано для добрива, і коли він відвідав колонію пеліканів на одному з островів Лобос-де-Афуера біля перуанського узбережжя, він запідозрив, що гуано, накопичене на таких пустельних островах, може стати цінним добривом. для Європи. Зразки, які він надіслав до Європи для тестування, підтвердили його ідею, і вона дійсно стала цінною завдяки його популярності. Попередні повідомлення про гуано в описах Перу чи Чилі не призвели до його впровадження в Європі чи Північній Америці.

5 грудня 1802 року вони вирушили до Гуаякіля, якого досягли 9 січня 1803 року. Під час цієї подорожі він визначив точне розташування кількох місць уздовж узбережжя, а також виміряв температуру та швидкість течії, яка тепер носить його ім'я. Через течію Гумбольдта температура поверхні в Калья була нижча за температуру повітря на суші. Пізніше він пояснив, що оскільки вологе повітря з океану розширюється, коли воно дує вглиб материка, а його здатність утримувати вологу зростає, і не випадає дощ, що призвело до формування умов пустелі.

Коли вони безуспішно намагалися дістатися до кратера Котопаксі (5896 м над рівнем моря) він був неактивний, але тепер, коли вони пливли вздовж еквадорського узбережжя, вони могли почути його виверження на відстані 200 миль. Вони дісталися Акапулько 23 березня, а потім провели рік, досліджуючи центральну Мексику відвідуючи вулкани, шахти та археологічні пам'ятки. Гумбольдт також провів багато часу в урядових архівах, збираючи матеріали для своєї книги про економіку Мексики (1811). Мексиканці були настільки вражені ним, що йому запропонували посаду міністра. Це було спокусливо, але йому потрібно було підготувати свої знахідки та колекції до публікації, і Париж був для цього найкращим місцем. Перед тим, як відплисти до Франції, він і Бонплан провели цілих п'ять тижнів у Філадельфії, Балтиморі та Вашингтоні з американськими вченими та нашим найбільш науково обізнаним президентом Томасом Джефферсоном. Джефферсон був дуже зацікавлений їхніми відкриттями, і Гумбольдт залишив копію своєї карти Нової Іспанії (Мексика) у Вашингтоні.

Потім Гумбольдт і Бонплан відпливли до Франції, дісталися Бордо 1 серпня 1804 року і незабаром оселилися в Парижі, щоб упорядкувати свої величезні колекції та нотатки та опублікувати 30 томів своїх знахідок. Ці томи були написані переважно Гумбольдтом, але ім'я Бонпланда фігурує як співавтора приблизно третини з них. Цей завжди вірний польовий натураліст добре попрацював над деякими ранніми томами, але йому не подобалося готувати польові нотатки до публікації, і зрештою він відмовився від цього завдання.

Здається справедливим просто говорити тут про Гумбольдта та його ідеї, не посилаючись також на ідеї Бонпланда. Оскільки, вони мали 60 000 американських зразків рослин для розгляду, Гумбольдт зрозумів, що йому потрібен ще один ботанік, і в 1813 році він для вивчення колекцій і публікації систематичних звітів привіз до Парижа з Берліна Карла Сигізмунда Кунта (1788–1850). Звільнившись, Бонплан повернувся до Південної Америки в 1816 році.

Гумбольдт, безперечно, почав із драматичного прийому, тому що на титульній сторінці «Essai» є розгорнута «таблиця» Чімборасо та Котопаксі, як візуальний вступ до того, що історики зараз називають «наукою Гумбольдта» – наукою про кореляції. Ймовірно, це була

найоригінальніша та найважливіша діаграма для екології 18 століття. Ця таблиця чудово ілюструє гумбольдтівську науку. Існує величезна кількість даних, представлених чітко, щоб символізувати вплив фізичного середовища на рослини. Дві колонки з кожного боку таблиці вказують висоту в метрах і туазах:

- 1 земна рефракція під кутом  $50^\circ$ , при нульових градусах;
- 2 відстані, на яких гори даної висоти видно з моря, за вирахуванням заломлення;
- 3 висоти різних європейських і американських пам'яток, у метрах;
- 4 частота електричних явищ, виміряна електрометром Вольта;
- 5 типів землеробства на різних висотах;
- 6 зменшення сили тяжіння, виміряне частотою маятника у вакуумі;
- 7 блакитність неба, в градусах ціанометра Соссюра;
- 8 зниження вологості, в градусах гігрометра Соссюра;
- 9 тиск, виміряний у висотах барометричного стовпа;
- 10 максимальних, мінімальних і середніх температур у градусах Цельсія;
- 11 хімічний склад атмосфери, виміряний евідіометром Вольта;
- 12 висота постійної снігової лінії на різних широтах;
- 13 життя тварин на різних висотах;
- 14 температура кипіння води на різних висотах;
- 15 геологічна будова на різних висотах;
- 16 зміна інтенсивності світла, взявши інтенсивність у вакуумі.

З пристрасстю Гумбольдта до приладів і вимірювань можна було б уявити, що побудова цих стовпців даних з його польових нотаток була рутинною. Він заручився допомогою чотирьох провідних французьких вчених-фізиків, щоб забезпечити точність вимірювання. Серед цих чотирьох був Франсуа Араго (1786–1853), який став найближчим другом Гумбольдта. За таблицею можна було вибрати окремий вид рослин, що мешкає на певній висоті, і визначити його середню температуру, вологість, інтенсивність освітлення та характерних тварин, вибравши його назву на схилі гори та використовуючи лінійку, щоб вирівняти його назву з даними в флангові колони. Однак потрібно було вирішити для себе, чи на цій висоті такі фактори, як температура кипіння води чи щільність кисню, є значущими для цього виду.

Текст Гумбольдта розрізняв поодинокі та соціальні види рослин, причому в помірних регіонах останніх було більше, ніж у тропіках. Він відзначив кореляцію між висотою і широтою в ареалі багатьох видів. Чімборасо мав чотири флористичні зони з тропічною флорою в її основі, вище по схилу бореальною та арктичною флорами. Загалом, Гумбольдт виділив сім рослинних зон:

- 1 підземних рослин (криптогами в печерах і шахтах, водорості на морському дні);
- 2 пальм і подорожників (0–1000 м);
- 3 «деревоподібних папоротей», що частково збігається з «регіоном хінного дерева» (400–1600 м);
- 4 дуба (від 1700 до близько 3000 м);
- 5 Вінтера та ескалонії (2800–3300 м);
- 6 альпійських рослин (3300–4100 м);
- 7 трав (4100–4600 м).

У Європі Гумбольдт визначив Середземне море та Піренейські гори, як бар'єри для поширення видів на північ чи південь. Він вважав, що географія рослин може допомогти геології, вказуючи на колишні континентальні зв'язки. Наприклад, існує подібність між видами, що живуть у Східній Азії з одного боку Тихого океану, і з Каліфорнії та Мексики з іншого. Він зазначив, що оскільки люди знищують ліси, регіональна вологість зменшується. Лишайники ростуть у всіх широтах, і, здається, вони менш залежні від клімату, ніж від гірських порід, які вони населяють. Щоб зрозуміти міграцію рослин, необхідно використовувати викопні свідчення. Він перерахував 15 фізіономічних форм груп рослин за їхнім загальним виглядом: лишайники, мохи, зерна, пальми, вічнозелені дерева та листопадні дерева та інші. Він думав, що зміни в інтенсивності

сонячного світла протягом тривалих періодів можуть пояснити минуле розширення і скорочення тропіків.

«Essai» Гумбольдта було, за словами Томаса Куна (1970), парадигмою нової науки. Він був досить успішним у приверненні уваги до географії рослинності і в заохоченні інших слідувати його парадигмі. Проте, якщо порівняти її з парадигмою Лавуазьє для хімії («*Traité élémentaire de chimie*» (1789)), або з Лайєллом для геології («*Принципи геології*» (1830–1833)), вона здається менш вражаючою. Одна з причин полягає в тому, що вони переорієнтували існуючі науки, і Гумбольдт винайшов досить нову науку: географію рослин. Він дійсно запропонував кілька потенційних дослідницьких програм, але узгоджена наука буде досягнута лише після того, як Августин Пірам де Кандоль розширить її парадигму (Egerton 1968). Дослідницька програма, якій він і багато його послідовників віддавали перевагу, полягала в статистичному визначенні співвідношення видів різних родин один до одного в різних регіонах. Він так пояснив це у Франції: «... деякі форми стають більш поширеними від екватора до полюса, як-от папороті, злаковники (трави, осоки, рогози), ерицини та рододендрони. Інші форми, навпаки, збільшуються від полюсів до екватора... такі як терубієві, мальвові, молочай, бобові та складноцвіті рослини. Нарешті, інші досягають свого максимуму навіть у помірній зоні, а також зменшуються до екватора та полюсів. Такими є губоцвіті, аменітові, хрестоцвіті та зонтичні». Окрім цих узагальнень, дослідження включало визначення таких даних, як: «Трави формують в Англії 1/12, у Франції 1/13, у Північній Америці 1/10 усіх фанерогамних рослин». Причиною популярності цього напряму досліджень було те, що більшість даних уже були доступні в національних посібниках з флори; потрібно було просто зробити таблиці. Щоб зрозуміти причини подібності та відмінності між ділянками земної поверхні, потрібно було знати відповідну кількість тепла. Тут він вперше писав (1816:): «...в органічній природі форми представляють постійні відносини під однаковими ізотермічними паралелями, тобто на кривих, проведених точками земної кулі, які отримують однакову кількість тепла». Наступного року він значно розширив цю думку у своїй розлогій статті «*Sur les lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe*. Однак, його часто передрукована схема ізотермічних ліній для Атлантичного океану між Європою та Америкою не була опублікована разом зі статтею французькою чи англійською. Він також розробив діаграми з ізобарними лініями для вказівки атмосферного тиску. Такі карти були серед його численних внесків у метеорологію та кліматологію.

У «Вступі» до «*Nova Genera et Species Plantarum*» (1816–1826) він наводить таблицю, в якій порівнює рослинність п'яти гір на різних широтах, від екватора до Лапландії. А в «*Atlas géographique et physique du Nouveau Continent*» (1813–1834) Таблиця 1 є таблицею рослин Піко де Тейде на Тенеріфе, а Таблиця 9 є іншою версією 1807 року, де зображено Чімборасо, його рослини та висоти прилеглих регіонів. 43-сторінковий «Вступ» Гумбольдта до «*Nova Genera et Species Plantarum*» застосувала концепції «Essai» (1807) до всього світу, але це було коротке розглядання великої теми, тому він розширив її до 250-сторінкової книги, яка має вражаючий синтез наукової літератури (Гумбольдт, 1817). Географія тварин мала більш поступове, менш драматичне походження. Сам Гумбольдт вніс до географії тварин список і опис деяких нових видів і дані про їх поширення, опублікований частково в його мемуарах і більш систематично в «*Recueil d'observations de zoologie et d'anatomie compare*» (1811–1811; 1833). Щоб опублікувати ці томи, йому спершу потрібен був зоолог, щоб ідентифікувати та класифікувати його зразки тварин, і він отримав допомогу від Ахілла Валансьєна (1794–1865). Вони стали друзями на все життя, і на сьогодні опубліковано 70 листів Гумбольдта до нього (Théodoridès, 1965).

Гумбольдт міг залишитися в Парижі до кінця свого життя, але Фрідріх Вільгельм IV хотів, щоб він повернувся в Берлін у ролі свого радника. Величезна видавнича діяльність Гумбольдта була приводом для того, щоб залишитися в Парижі, але в 1827 році, коли його приватні статки були майже вичерпані, і навіть незважаючи на те, що його 30 томів ще не були завершені, він підкорився волевиявленню свого короля і повернувся до Берліна. Гумбольдт був палким демократом, який дуже захоплювався Сполученими Штатами, за винятком їх рабства, і він ніколи не насолоджувався товариством консервативних пруських аристократів. Тим не менш, він прийняв запрошення Миколи I поїхати до ще більш репресивної Росії, щоб поради з управління

її копальнями, оскільки він давно хотів дослідити східну Росію, і це був його єдиний шанс. Він покинув Берлін 12 квітня 1829 року; його не було майже шість місяців і він проїхав 15 тисяч кілометрів. Ця подорож не була схожа на його дослідження Іспанської Америки, які були досить невеликою, приватною пригодою. У Росії він був міжнародною знаменитістю і його дослідження обмежувалися переважно геологією, гірничою справою, географією та кліматологією. Однак, він узяв із собою німецького зоолога Крістіана Готфріда Еренберга (1795–1876), який брав участь в експедиції до Єгипту в 1820–1825 роках і який збирав зразки для музеїв Санкт-Петербурга, Берліна та Парижа. Гумбольдт також взяв із собою німецького мінералога Густава Розе (1798–1873), який опублікував двотомний звіт про їхні дослідження (1837–1842) з їхніми відкриттями в геології та мінералогії. Гумбольдт не міг би досліджувати без своїх інструментів, які дозволяли йому визначати широти, довготи, висоти, клімат і магнітні коливання. Ці дані були включені до його «*Asie Centrale: recherches sur les chaines de montagnes et la climatologie comparée*» (1843). Гумбольдт переконав російський уряд створити серію метеорологічних станцій із заходу на схід по всій країні – одну з перших, якщо не першу, таку систему, яку організувала влада.

Будучи старанним і вмилім працівником протягом усього свого довгого життя і ніколи не відволікаючись на створення сім'ї, Гумбольдт став найпродуктивнішим ученим в історії. Його бачення наук про Землю, включаючи те, що ми називаємо екологією, було зрештою досягнуто міжнародними спільними зусиллями вчених, чому він сприяв, більше ніж будь-хто інший. Він організував другу щорічну зустріч «*Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte*» у Берліні влітку 1823 року, на якій були присутні 600 науковців, у тому числі представники з Великобританії, Данії та Швеції. Це надихнуло національні організації вчених в інших місцях. Вплив Гумбольдта був величезним завдяки його публікаціям, особистим стосункам, широкому листуванню та випадковим бесідам. Він міг би бути ще більш впливовим, якби прийняв посаду професора в Берлінському університеті, заснованому в 1810 році його братом Вільгельмом (тепер Університет Гумбольдта), і сам готував нових учених. Проте він був покровителем молодих вчених іншими способами. Єдиною викладацькою практикою Гумбольдта, було читання двох циклів лекцій у Берліні: перший цикл взимку 1806–1807 років, «*Ansichten der Natur*» (1808), а взимку 1827–1828. Ця 61 лекція стала після публікації його останньою великою працею. Він розпочав лекції зі слів, що найважливішим результатом науки є «знання ланцюга зв'язку, за допомогою якого всі природні сили пов'язані разом і стають взаємозалежними одна від одної» Його мемуари та праці, написані для громадськості, були важливими для поширення його поглядів і залучення молодих людей до науки. Виникла ціла галузь медичної географії, яка прийняла його методи та світогляд і тепер називається «Гумбольдтівська медицина» (Rupke 1996).

**8.1.3. Х'юетт Ватсон.** Х'юетт Коттрелл Ватсон (1804–1881) був англійським ботаником, який повстав проти консервативної релігії, політики та юридичної професії свого батька, але погодився на успадковане сімейне багатство (Watson, 1839, Egerton 1976, 2003, 2004). До його народження у його батьків було сім дочок, і протягом п'яти років він був у центрі пильної уваги сестер і батьків. Однак, у 1809 і 1811 роках народилося два молодших брата, і Х'юетт був незадоволений новою конкуренцією. Його мати відправила його допомагати сімейному садівнику, що стало джерелом майбутнього інтересу до рослин. Після років нудьги в кількох школах у віці 17 років він пішов учнем до юридичної фірми в Манчестері, де протримався два роки, перш ніж переїхати до Ліверпуля. Там він зацікавився френологією, першою спробою розвитку науки про розум і мозок. Восени 1828 року він поїхав до Единбурга, щоб познайомитися із френологами та вивчати медицину. Ботаніка була частиною медичної програми, оскільки рослини були важливими джерелами ліків. Професор ботаніки Роберт Грем (1786–1845) не був, ані великим вченим, ані великим учителем, але він був дружнім наставником, який із задоволенням брав студентів на екскурсії. Він також був спонсором щорічного конкурсу на найкраще есе на якусь ботанічну тему. У 1831 році темою було географічне поширення рослин. Цей виклик привів Ватсона до головного інтересу його життя. Дослідження та написання його есе включало в себе рівно 100 сторінок тексту плюс 11 сторінок для пояснення п'яти таблиць. Ватсон розглядав дві моделі для організації свого есе: «Передмова» Олександра фон Гумбольдта в «*Nova Genera et Species Plantarum*» і дискусію Джона Ліндлі у «Вступі до природної системи ботаніки» (1830). Гумбольдт навів

загальні закони та наочні приклади а Ліндлі вказав географічні діапазони та ступінь поширеності кожної родини рослин у регіоні. Ватсон не дотримувався жодної моделі і розділив свій нарис на дві рівні частини: одну описову, а іншу динамічну. Його описова частина розділила світову флору на шість широтних зон. Ця дискусія була значною мірою завдячена Гумбольдту, але також спиралася на 23 інші списки та флори з різних частин світу. Його обговорення процентного співвідношення різних родин рослин у межах зони слідувало моделі, встановленій Готфрідом Р. Тревіраном, Робертом Брауном і Гумбольдтом (Egerton, 2009). Він досить детально розглянув добре відому паралель між широтним і висотним діапазонами видів. Він також помітив, що види помірнього клімату поширені далі на північ на західних, ніж на східних узбережжях континентів, і цей факт він пояснює різницею температури на двох узбережжях. Арктичні види північних континентів більш схожі один на одного, ніж південніші види на цих континентах. Він також показав подібність флор у східній Азії та східній Північній Америці, використовуючи списки видів із цих місцевостей.

Друга частина, «Умови рослинності», обговорювала температуру, вологість, ґрунт і деякі незначні впливи. Здавалося, що вологість фізіологічно важливіша, але температура найбільше впливає на розподіл видів. Правдоподібність цього висновку сумнівна для водних і пустельних видів, і він визнав першість води, обговорюючи їх. Оскільки, той самий вид може рости в різних видах ґрунту, він вважав, що структура, вологість, температура та органічні залишки важливіші, ніж хімічний склад. Він зазначив деякі винятки: орхідеї *Ophrys* були приурочені до крейдових ґрунтів в Англії, а *Erica vagans*, до сланців і серпантинних ґрунтів. Другорядними факторами навколишнього середовища Ватсон визначив тінь, тварин, захист людини, вітри та водні течії. Не обговорюючи їх, він нехтував динамічними аспектами географії рослин, але це все одно було вражаюче студентське есе. Хоча Ватсон не склав іспит на ступінь доктора медицини, він залишився в Единбурзі до 1832 року і опублікував там свою першу книгу «Нариси географічного поширення британських рослин». Це було набагато вужча за обсягом робота, ніж його конкурсне есе. Його книга була новим дослідженням, також розділеним на дві частини. Цього разу він запозичив її організацію з трьох регіональних флор Йорана Валенберга (1812, 1813, 1814). Валенберг зробив для Швеції та частини Центральної Європи багато з того, що Ватсон хотів зробити для Британії (Erikssen, 1976). Перша частина була загальною дискусією, а друга частина містила короткі вказівки на місце проживання, топографічний ареал і всесвітнє поширення судинних видів рослин, що зустрічаються на Британських островах. Вільям Мак Гілліврей, шотландський ботанік і зоолог припустив (1831), що загальну картину шотландської рослинності можна побудувати на основі колекції місцевих досліджень. Ватсон погодився з тим, що групові зусилля необхідні, але вважав, що хтось повинен координувати зусилля, щоб забезпечити однаковість і сумісність результатів. Він запропонував свої «Нариси» як путівник для більш детального розуміння британської географії рослин. Він поставив запитання, як рослини опинилися там, де вони були, і запропонував кілька можливих відповідей. Натаніель Вінч (1819) підрахував, що майже 50 видів поширилися в Нортумберленд і Даремські пагорби від скинутого корабельного баласту. Ватсон зазначив, що інтродуковані види зберігаються лише тоді, коли вони стикаються зі сприятливим кліматом і ґрунтом. Наприклад, коли Гольфстрім приносить насіння американських тропічних рослин до берегів Великобританії, вони гинуть (Watson, 1832). Розділ про кліматичні та фізичні аспекти Британії включав дані про середньорічну температуру, зиму, весняну, літню та осінню, а також найспекотніші та найхолодніші місяці для Пензенса, Лондона, Единбурга, Абердіна та Кендала. Він мав дані про річну кількість опадів і висоту приблизно для 530 місць в Англії та Шотландії. «Огляд топографічного розподілу британських рослин» розділив британську рослинність на три регіони, кожен з яких був поділений на дві зони, загалом шість зон. Ці три регіони, поділені на шість топографічних зон, узагальнено в британському масштабі те, що стало головною дискусією у всьому світі в його есе, нагородженому премією. У пізніших роботах він іноді змінював, але ніколи не відмовлявся від цих трьох регіонів і шести зон

Класифікація рослинності Ватсона була корисною, і його роботи високо оцінювали інші ботаніки. Артур Г. Тенслі (1911), наприклад, вирішив використати класифікацію британської рослинності, яка ігнорувала широту та висоту над рівнем моря замість класифікації на основі типи

рослинності: ліси, луки, гідросерії, верес і болота, гірська рослинність, морська та підводна. У 1845 році він розпочав найбільшу суперечку у своєму житті, коли Едвард Форбс класифікував британську рослинність на п'ять зон, а не на шість. У 1831 році Ватсон супроводжував подорож Хукера, а влітку 1832 року він вирушив у екскурсію до північної Шотландії з кількома студентами Грема. Невдовзі вони залишили його, тому що, як добрий гумбольдтівець, він був більше зацікавлений у вимірюванні висоти за допомогою симпіезометра Аді. Він хотів пов'язати такі дані з розподілом видів. Він знайшов той самий вид на різних висотах на різних горах і вирішив: «Абсолютна висота не має великого значення в географії рослин, моя увага була здебільшого обмежена спостереженням їх відносної висоти відносно один одного». Він перерахував верхню та нижню межі для кількох видів на чотирьох горах: Клова, Бремар, Форт-Вільям, Тонг. Хоча він не пояснив, чому, на його думку, виникли варіації, він надав відповідну інформацію. Важливим фактором була «ситуація», під якою він, очевидно, мав на увазі як кут, так і напрямок схилу: «Прикладом впливу ситуації є той факт, що *Empetrum nigrum* під крутими сніговими скелями на північній стороні Бен-Невіса не зустрічається. Але він є на 600 футів нижче його висоти на західній стороні». Іншою підказкою для його значення ситуації є його пояснення того, чому пшеницю не можна вирощувати в горах, які він вивчав: «Бремар надто високий; Форт-Вільям занадто вологий; Глен Клова виходить до північного моря, а на півдні – височини» (Watson 1832).

Ватсон залишив Единбург у січні 1833 року, а у вересні він купив будинок у Темзі Діттон, на південь від Лондона, але біля залізничної лінії, де він провів решту свого життя. У Лондоні у нього було три сестри, яких він відвідував, і в 1834 році він приєднався до Лондонського товариства Ліннея. Він продовжив свою гумбольдтівську орієнтацію в семи коротких статтях, 1833–1835, одна з яких (Watson, 1833) настільки вразила англійського еколога Евіла Горема, що він процитував її шість висновків у своїй «Екології» (1954).

Друга книга Ватсона «Зауваження щодо географічного поширення британських рослин»; головним чином у «Зв'язку з широтою, висотою та кліматом» (1835) розширився новими даними за межі його першої роботи. Ватсон прочитав другий том «Принципів геології» Чарльза Лайєлла (1832), у якому міститься довгий виклад і критика теорії Ламарка про зміни видів з часом. Ватсон відреагував так само, як і багато інших читачів; Лайєл переконував, що еволюція відбулася, але не так, як думав Ламарк. 7 жовтня 1834 року він написав своєму другові, Натаніелю Вінчу, і пояснив свою нову точку зору (з Egerton 1979): «Види в будь-якому розумінні чи мірі я розглядаю як людські підрозділи, а не як витвори природи. Зміни, підтверджені геологічними даними, відбулися в органічних формах, і ті, що зараз впливають на клімат, висоту, розведення сільськогосподарських культур тощо. і с. рішуче відкидає ідею абсолютних і постійних відмінностей». Він не був готовий захищати еволюцію у своїй другій книзі, але він зазначив, що британські ботаніки не можуть дійти згоди щодо того, скільки видів квіткових рослин живе в Британії. Оцінки коливалися від 1500 до 1636, але його власна оцінка на той час була, після видалення сумнівних тверджень, приблизно 1400. Це був основний аргумент, який Чарльз Дарвін повторив у «Походженні видів» (1859). Ватсон (1835) також підрахував, що кожне британське графство містило половину британської флори, оцінка, яку Джозеф Гукер вважав досить помітною, щоб передати її Дарвіну 28 вересня 1846 року (Darwin, 1987). Протягом трьох років, 1837–1840, Ватсон редагував «Френологічний журнал» у марній надії підняти тему до рівня поважної науки. Одночасно він опублікував три короткі нотатки з географії рослин і завершив довідник про поширення британських рослин (Watson, 1835–1837, 1836, 1837, 1838). До 1841 року він повністю повернувся до географії та еволюції рослин (Watson, 1841; 1842). У 1832 році він бачив ідею ботанічних досліджень за кордоном. Гукер, який став директором Королівського ботанічного саду в Кью, запитав, чи погодиться Ватсон на посаду натураліста на кораблі, який збирається скласти карту Азорських островів. Оскільки, судно потребувало телярського ремонту та фарбування, воно вирушило лише 18 травня, що дало Ватсону час проконсультуватися в Кью, як зі зразками рослин, так і з літературою з ботаніки Канарських і Азорських островів. Капітан Олександр Томас Емерік Відаль (1792–1863), здібний гідрограф, командував пароплавом «Styx». Вони досягли Фаяла, одного з 10 Азорських островів, 25 травня. Ватсон був у захваті від «високого піку Піко, який високо й різко здіймався в темно-блакитне небо, з вінком білих хмар,

що пливли, як пухка драпірування, навколо його темних сторін, набагато нижче вершини». Вимерлий кратер Файял був «таким спокійним і прекрасним місцем, яке я ніколи не бачив», з «природним ботанічним садом, де справжня флора Азорських островів, над обробленим регіоном, панує непорушною ні плугом, ні лопатою» (1843–1844). Така описова мова була нехарактерною для Ватсона. Можливо, розповіді про подорожі Гумбольдта і Дарвіна підготували його розум до наслідування їхніх коментарів. Наслідуючи їхні приклади, він описав географію, як домашніх, так і диких видів: «Суниці погано ростуть, і плоди, які вони приносять, важко зберігаються від незліченних дроздів» (1843–1844). Жоден учень Гумбольдта не міг встояти перед сходженням на Піко, і 1 липня Ватсон супроводжував капітана Відала, лейтенанта Клівленда, помічника хірурга Шпеєра та двох носіїв. Попереднього літа Ватсон вивчав вплив висоти на склад рослинності в Грампіанських горах Шотландії, а тепер він зробив те саме на Піко, звернувши увагу як на культивовані види, так і на бур'яни, що ростуть уздовж дороги. На висоті близько 1000 футів «апелсин зник, фігових дерев стало більше, ніж внизу, а виноградні лози поступилися місцем яблуням низькорослих розмірів» (1843–1844). Коли вони продовжували підніматися вгору, ямс (*Caladium*) «вказував на перехід від фруктових садів до польових культур». Ще вище «місце висаджених фруктових дерев зайняли місцеві кущі; поодинокі кущі або купи *Laurus (Canariensis)* або *Barbasana*), *Myrica Faya*, *Myrsine retusa*, *Erica scoparia* та *Juniperus communis*, які залишаються рости на кам'янистих або кам'янистих ділянках, які були непридатними для вирощування бульбоносних овочів».

На ще більшій висоті зникли культурні рослини, а інші були знайдені в розщелинах. Над зоною здебільшого чагарників були скупчення чагарничків, які перемежовувалися між «трав'янистими галявинами», які містили «багато невеликих басейнів із стоячою водою, де мешкали *Scirpus fluitans*, *Scripus Savii*, *Carex stellulata*, *Callitriche verna*, *Peplis*, *Portula* та *Potamogeton natans*. Незважаючи на те, що ці водойми дуже малі й мілкі, вони забезпечуються водою завдяки туманам і хмарам, від яких ця частина гори рідко буває цілком чистою».

Він визначив півдуючини видів трав, два з яких рідко зустрічаються на висоті нижче 300 метрів. Коли вони піднялися вище, то Відаль подумав, що вони перебувають над межею *Erica scoparia*, але Ватсон помітив орляк (*Pteridium aquilinum*), який в Шотландії вказував на зону вересу. На сьогодні орляк за генетичними ознаками деякі дослідники розділяють на два види. Однак, як тільки вони піднялися до менш хмарної атмосфери, між 1200 і 1500 метрів, знову з'явилася *Erica scoparia*. Орляк гірський та орляк лісовий. Водночас, під час нашої експедиції на територію Словечансько-Овруцького кряжу в 2005 році, гірська форма орляку була помічена на висоті 300 м. над рівнем моря. Можливо мова іде не про два екологічно відокремлених види а про різні за генотипом та лише умовно екологічно відокремлені групи споріднених особин.

Коли вершина Піко виявилася в полі зору, вони знову опинилися в зоні вічнозелених чагарників, але порівняно дрібних з тими ж видами на нижчих висотах. Найвища рослинність складалася з вересу (*Calluna vulgaris*), чебрецю (*Thymus caespitius*), кількох мохів і лишайників, вкраплених серед валунів, але сама вершина була майже голою. Температура на піку становила 11°F, що на нижче, ніж на рівні моря. Від холодного вітру вершина здавалася ще холоднішою. Пізніше Відаль барометром визначив висоту Піко як 7616 футів (2321 метрів). Ватсон зміг відвідати чотири острови, і єдиним новим видом був дзвіночок, який відкрив Відаль, який Ватсон назвав *Campanula vidalii*. Повернувшись додому, Ватсон зазначив у листах до Гукера (12 жовтня 1842), що на Азорських островах мешкає менше видів, ніж він очікував («ледве 300»), враховуючи широкий діапазон висот і клімату. Незважаючи на це, види приблизно з дюжини родів, які, здавалося, були невідомі в інших місцях. У своєму опублікованому звіті (1843–1844) він вказав, на якому острові і на якій висоті був знайдений кожен вид, і порівняв свої зразки з іншими зразками того самого виду, які були доступні в Кью з острова Мадейра, на південний схід від Азорських островів. З цього порівняння виник цей провокаційний коментар у кінці його третьої частини: «Чагарник, який я назвав *Vaccinium Maderense*, безумовно, є *V. cylindraceum* Сміта; але я не можу вважати, що він особливо відрізняється від *V. Maderense*, який, однак, є дуже гарним сортом, з більшою кількістю квітів і часто вдвічі більшими, ніж у зразків Мадейри. Ті ботаніки, яким

подобається розмножувати види на папері, описуючи екстремальні форми, нехтуючи проміжними та сполучними ланками, безсумнівно, відрізнятимуть *V. Maderense* та *V. cylindraceum*».

Перша частина звіту Ватсона була головною статтею в Лондонському журналі ботаніки 1843 року. За збігом обставин головною статтею в «Archiv für Naturgeschichte» (Берлін) 1843 року була публікація «Übersicht der Flora der azorischen Inseln» Моріца Зойберта та Крістіана Фрідріха Гохштеттера. Зойберт опублікував довшу роботу «Flora Azorica» (1844), яку згодом отримав Ватсон. Таким чином, Ватсон міг спробувати створити остаточну флору Азорських островів, але він не був задоволений кількістю та обсягом своїх даних. Він продовжив інші дослідження і не виявив бажання продовжувати дослідження флори Азорських островів, але повернувся до цього предмета наприкінці 1860-х років.

У 1836 ботанічні товариства виникли в Единбурзі та Лондоні. Ватсон одразу приєднався до Ботанічного товариства Единбурга, заснованого професійними вченими, а до Ботанічного товариства Лондона лише в 1839 році, оскільки воно було засноване аматорами. В обох товариствах їхні члени збирали зразки рослин, якими ділилися між собою. У 1840 році він став віце-президентом Лондонського товариства і взяв на себе відповідальність за сортування та розповсюдження зразків.

На той час існували різноманітні ботанічні журнали, тому «The Phytologist» став неофіційним журналом BSL (ботанічного товариства Лондона), а Watson став його головним автором.

Частина роботи Ватсона пов'язана із діяльністю Едварда Форбса. Він рано почав цікавитися всіма аспектами природної історії, і в 1842 році він був призначений професором ботаніки в Лондонському університеті. Форбс шкодував, що був призначений не в галузі загального природознавства, але він вивчав ботаніку під керівництвом Роберта Грема в Единбурзі. Згодом він опублікував кілька коротких статей з ботаніки. Ватсон опублікував список квіткових рослин і папоротей на острові Мен, складений Форбсом, у «Новому ботанічному путівнику по місцевостях рідкісних рослин Британії» (1835–1837). Професорство Форбса не давало достатньо грошей, щоб утримувати сім'ю, і він також став палеонтологом у новій Геологічній службі Великої Британії. Він вирішив поєднати ці два інтереси, порівнявши викопні рослини в британських шарах із сучасною британською флорою, щоб зробити висновки про те, як види досягли Британії. Це був чудовий проект, якби він усвідомив, скільки даних йому потрібно проаналізувати, перш ніж він зможе опублікувати свої висновки. На жаль, він досить швидко дійшов висновку, що існує п'ять джерел британських викопних рослин, а потім перейшов до розділення живої флори на п'ять порівнянних регіонів. Він узагальнив цю схему на щорічних зборах Британської асоціації сприяння розвитку науки в 1845 році, і невдовзі анотація його виступу була опублікована в кількох періодичних видання (Forbe, 1845; Egerton, 2003).

Оскільки, Ватсон уже розділив британську флору на шість регіонів, він сприйняв схему Форбса як виклик його компетенції з боку людини, яка не має відповідної кваліфікації. Він підозрював, що ключові дані Форбса походять із його «Зауваг про географічне поширення британських рослин» (1835), і він пішов до бібліотеки Ліннейвського товариства Лондона і виявив, що Форбс перевіряв цю книгу 16 червня, приблизно через тиждень, перш ніж він прочитав свою статтю (Watson 1847–1859). Форбс дізнався про засмученого Ватсона і спробував загладити свою провину щедрою подякою, коли він опублікував повну статтю в 1846 році, але, оскільки він зберіг свій п'ятикратний поділ британських заводів проти шестикратного поділу Ватсона. Однак, Ватсон не був заспокоєний. Чарльз Дарвін написав Форбсу, щоб дізнатися більше, і Форбс відповів йому 25 лютого 1846 року (до появи повної статті 1846 року), надавши додаткові пояснення та геологічну карту. Дарвін надіслав листа Форбса Джозефу Гукеру та зізнався йому, що не може зрозуміти аргумент Форбса, але вважає, що це через його власне невігластво та відсутність деталей. 2 березня Гукер відповів більш детально, ніж надав Форбс, і досить скептично поставився до його аргументів. Однак, ніхто не хотів виносити остаточний вердикт, поки не побачить повну опубліковану статтю. 3 вересня Гукер написав Дарвіну: «Ця ймовірна суперечка між двома географами засмучує мене, оскільки вони майже єдині двоє людей, які дивилися на британську флору очима філософів. Зокрема, на мою думку, Ватсон займає одне з перших місць серед



англійських ботаніків, чи то щодо знань про види, чи щодо їх поширення». Нарешті, 28 вересня Гукер прочитав опубліковані подробиці та написав Дарвіну: «Я не бачив Форбса з тих пір, як вивчав його статтю, і справді не знаю, що сказати, коли побачу, бо... на жаль, не знаю географічне поширення англійських рослин». Оскільки, Дарвін дружив із Форбсом ще до конфлікту Ватсона з Форбсом, конфлікт перешкодив Дарвіну зв'язуватися з Ватсоном аж до смерті Форбса в 1854 році. Тим часом Гукер — дружив і з Ватсоном, і з Форбсом — був посередником Дарвіна з Ватсоном. Гукер надіслав Дарвіну перші дві частини доповіді Ватсона про Азорські острови 12 грудня 1844 року, ще до початку конфлікту. Дарвін відповів Гукеру на Різдво 1844 року: «Доповідь Ватсона про Азорські острови мене дуже здивувала. Ви не вважаєте це дивним, нечисленність дивних видів і їхня рідкість на альпійських висотах: я б хотів, щоб він зобразив свої результати в таблиці. Чи не пропонуєш йому скласти документ про такі результати, порівнюючи ці острови з Мадейрою, адже напевно Мадейра не рясніє особливими формами? Обговорення зв'язків флор, особливо альпійських, Азорських островів, Мадейри та Канарських островів, на мою думку, представляло б загальний інтерес. Наскільки цікаві кілька сумнівних видів, на які посилається Ватсон на кінець його паперу; так само, як це відбувається з птахами на Галапагосах». Гукер погоджується, що «нечисленність специфічних азорських видів є дуже дивною, і, зокрема, нестача форм Західної Індії або Північної Америки, хоча течія змиває каное (якщо всі звіти були правдою) на їхніх берегах». Гукер запевнив Дарвіна, що він написав Ватсону щодо поставлених питань, і Ватсон відповів би швидко, хоча він чекав до 1870 року, щоб розширити свої дослідження, щоб включити Мадейру та Канарські острови.

Ватсон обговорив приклади можливої гібридизації британських видів або видів з нестабільними квітками: *Primula vulgaris*, *P. veris*, *P. elatior* (Watson, 1841; 1842; Egerton, 2003) У 1845 році він знайшов можливість відкрито обговорити свої погляди на еволюцію, коли його попросили зробити огляд анонімної книги «*Vestiges of the Natural History of Creation*» (1844). Він пояснив недоліки книги в огляді в березневому випуску 1845 року, а потім додав свої альтернативні погляди в квітневому, травневому та липневому випусках, надавши відповідно загальні докази, конкретні докази та висновки (Watson, 1845; Egerton, 2003). Не маючи теорій еволюції та спадковості, він міг лише показати, що його докази є розумними аргументами на користь еволюції. У листі до свого друга та колеги-френолога Джорджа Комба 14 травня 1847 року він виклав далі свої еволюційні ідеї, включно з цим проблиском того, що Дарвін пізніше назвав боротьбою за існування: «поки вид підтримується деякими більш щасливими або прихильними особинами, величезна кількість особин помирає передчасно» (Egerton 2003). Гукер бачив рецензію Ватсона та його наступні статті в «*The Phytologist*», але, очевидно, не читав їх, оскільки 5 липня 1845 року він повідомив Дарвіну, що Ватсон був «відверто віруючим у прогресивний розвиток, як це проголошено та підтверджено у вже неіснуючих «*Vestiges...*». 7 квітня 1847 року Дарвін написав Гукеру інформацію про «випадки рідкісних сортів між двома іншими сортами». Гукер запитав Ватсона та надіслав дуже вражаючу відповідь Дарвіна. У Дарвіна була зроблена копія листа Ватсона, яку він анотував, і спирався на лист Ватсона зі своїми власними анотаціями, коли писав свій довгий рукопис про природний відбір, який він пізніше зведено до «Про походження видів». Ватсон міг швидко відповісти на запит Дарвіна про інформацію, оскільки він уже розпочав головну роботу свого життя щодо географічного розподілу британських рослин.

Він ввів два набори термінів для позначення географічного статусу видів, його терміни були мертві після прибуття, за винятком тих випадків, коли він їх використовував. Тим не менш, вони екологічно цікаві. Для кожного терміну він перерахував роди як приклади. Перший набір термінів стосувався того, чи є вид місцевим чи інтродукованим:

1. Місцевий – мабуть, аборигенний британський вид
2. Мешканець – на даний момент зберігає свої місця існування, ніби місцевий, без допомоги людини, але може бути певна підозра, що він був спочатку інтродукований.
3. Колоніст – бур'ян на оброблених землях або біля будинків, і рідко зустрічається, за винятком місць, де земля була пристосована для його виробництва діяльністю людини

4. Чужинець – тепер більш-менш встановлений, але або припускається, або точно відомий спочатку були завезені з інших країн.

5. Incognita – повідомляється як британець, але потребує підтвердження як таке

6. Hibernian, або Sarnian – корінний, або, очевидно, так, в Ірландії, або на Нормандських островах, хоча не знайдений у власне Британії.

Його другий набір термінів вказував на середовище проживання (1847–1858):

1. Pratal – Рослини луків або багатих і вологих луків.

2. Pascual – рослини на пасовищах і трав'янистих угіддях, де трав'яний покрив зазвичай менш пишній, ніж на луках

3. Ericetal – Рослини боліт і вересщатників.

4. Uligenal – Рослини боліт або болотистої місцевості.

5. Озерні – рослини, зазвичай занурені у воду або плаваючі на її поверхні.

6. Paludal – Рослини болотистого ґрунту, коріння яких більшу частину року або постійно перебувають у воді або вологому ґрунті.

7. Floodinal – рослини в місцях, які можуть бути затоплені у вологу погоду, але часто висихають влітку

8. Vintical – Рослини на узбіччях доріг, купах сміття та в часто відвідуваних місцях.

9. Agrestal – рослини культурного ґрунту.

10. Glareal – рослини сухого відкритого ґрунту, переважно на гравії чи піску.

11. Rupestral – рослини стін і скель.

12. Partitional – рослини живоplotів і живоplotів.

13. Sylvestrial – рослини лісів і затінених місць.

14. Litoral – Рослини морських берегів.

Це була гарна гумбольдтівська презентація кореляції між розподілом видів і факторами середовища. Він повернувся до теми спроби визначити статус місцевих і інтродукованих видів, але не повторюючи своїх шести термінів для визначення статусу (1847–1858). Тим не менш, далі він відновив свої терміни «тубілець», «мешканець», «колоніст» і «прибулець», але п'ятим терміном «випадковий» він замінив «інкогніто», і він відмовився від свого початкового шостого терміну.

Через кілька місяців після того, як він опублікував IV том своєї праці, був затьмарений публікацією «Про походження видів» Дарвіна. Перед цим з'явилося дві рецензії на його книгу: одна — переважно позитивна від швейцарського географа рослин Альфонса де Кандоля (1806–1893), друга ворожа і анонімна від англійського ботаніка Джона Ліндлі (1799–1865). Ліндлі, професор ботаніки в Університетському коледжі Лондона, був редактором «The Gardeners Chronicle» і його анонімна рецензія з'явилася в цьому виданні. Він визнав величезну працю Ватсона, але відкинув результати як несуттєві: «Замість точних результатів ми маємо детально вивчені дослідження, які насправді, якщо їх розібрати, закінчуються нічим». Незважаючи на рецензію Ліндлі, британські ботаніки дізналися, що вони ігнорували публікації Ватсона на свій страх і ризик. Натуралістом, який найбільше цінував і використовував роботу Ватсона, був колега-еволюціоніст Чарльз Дарвін. У своєму великому рукописі під назвою «Природний відбір», розпочатому 14 травня 1856 року, він цитував докази та судження Ватсона на 27 різних сторінках. Альфред Рассел Воллес надіслав Дарвіну свою статтю про еволюцію шляхом природного добору в 1858 році, що призвело до читання їхніх спільних праць про природний добір перед Товариством Ліннея та їх публікація того ж року. Тоді Дарвін скоротив свій «Природний добір» у більш охоче опубліковану «Про походження видів» (1859), у якій все ще вісім разів цитувався Ватсон і визнавав «містера Ватсона, перед яким я глибоко зобов'язаний за будь-яку допомогу». Дарвін краще знав, як використовувати дані Ватсона, ніж сам Ватсон.

Якби Ватсон був більш відкритою, позитивною особистістю, хоча б такою як Форбс, він міг би отримати більше від спілкування з колегами-ботаніками. Проте, маючи складну особистість, він все ж зробив значний внесок у британську ботаніку, географію рослин та еволюційну біологію рослин. Обсяг його досліджень з часом звужувався, поки не зосередився на уточненні даних про

поширення британських рослин. Ботанічне товариство Британських островів відзначило цей внесок, назвавши свій журнал «Watsonia»

**8.1.4. Чарльз Дарвін.** У 1876 році, Чарльз Роберт Дарвін (1809–1882) написав у своїй автобіографії: «Подорож на «Бігли» була, безумовно, найважливішою подією в моєму житті і визначила всю мою кар'єру...». Ще до подорожі Дарвін був добре освіченим і підготовленим натуралістом, хоча його підготовка була досить безладною. Англійські школи його юності приділяли увагу науці не більше, ніж німецькі школи юності Гумбольдта. Подібно до Гумбольдта, його перші знання з природничої історії були отримані завдяки самоосвіті, однак у випадку Дарвіна йому сприяв приклад і заохочення його старшого брата Еразма. У віці 10 років Чарльз три тижні відпочивав на узбережжі Уельсу, де «... я був дуже зацікавлений і здивований, побачивши велику чорно-червону комаху *Hemipterous*, багато метеликів (*Zygaena*) і *Cicindela*, які не зустрічаються в Шропширі. Я майже вирішив почати збирати всіх комах, яких міг знайти мертвими, тому що, порадившись із сестрою, я дійшов висновку, що вбивати комах заради збирання колекції не варто».

Через шість років, у жовтні 1825 року, він поїхав вивчати медицину до Единбурзького університету. Він пробув там лише два роки і навчився стільки ж, а то й більше, поза класною кімнатою, як і в ній. Він спілкувався із зоологом Робертом Грантом, який заохочував його дослідження морського життя та розповів про теорію трансформізму Ламарка, і, ймовірно, обговорював теорію Еразма Дарвіна. Дарвін зробив кілька оригінальних відкриттів щодо кількох морських безхребетних із затоки Ферт-оф-Форт, про що він повідомив Плініанському товариству. Хоча пізніше Дарвін згадував геологічні лекції професора Роберта Джеймсона як нудні (Darwin, 1959), він, ймовірно, чув або читав вичерпну книгу Джеймсона «Про зростання коралових островів» (1827). Через два роки Дарвін вирішив відмовитися від кар'єри лікаря і залишив Единбург. Чотири роки навчання в Кембриджському університеті (1828–1831) мали на меті підготувати його до того, щоб стати священиком Англійської церкви, але найважливішу освіту він отримав поза підготовчими класами завдяки дружбі з професором ботаніки Джоном Стівенсом Хенслоу та його геологічним екскурсіям з професором Адамом Седжвіком. Він писав «Жодна гонитва в Кембриджі не приносила мені такого захоплення і не приносила мені такого задоволення, як колекціонування жуків... Я був дуже зацікавлений і здивований, побачивши велику чорно-червону напівкрилу комаху, багато метеликів (*Zygaena*) і жука скакуна, яких немає в Шропширі. Я майже вирішив почати збирати всіх комах, яких міг знайти мертвими, тому що, порадившись із сестрою, я дійшов висновку, що вбивати комах заради колекції не варто».

Прочитання «Personal Narrative of Travels to the Equinoctial Regions of America» Олександра фон Гумбольдта про подорожі Іспанською Америкою, надихнуло Дарвіна спланувати власну експедицію на Тенеріффе, Канарські острови. Однак, цей задум не було здійснено.

У серпні 1831 року, Хенслоу отримав звернення служити натуралістом на дослідницькому кораблі ВМС «Бігль» під керівництвом капітана Роберта Фіцроя (1805–1865). Однак, Хенслоу відмовився і замість себе порекомендував Дарвіна. Метою подорожі було скласти карту берегової лінії Південної Америки та деяких океанічних островів. Протягом більшої частини 1800-х років найкраща британська освіта з фізичних наук надавалася армійським інженерам і морським офіцерам. Фіцрой був офіцером, який отримав якісну підготовку, і зробив важливий внесок у гідрографію та метеорологію. Його звички точності й ретельності стали хорошим прикладом для Дарвіна.

Всупереч припущенням деяких істориків (Gruber, 1969; Burstyn 1975), Дарвін вирушив у подорож як офіційний натураліст, хоча його витрати оплатив його батько, доктор Роберт Дарвін. На борту «Бігля» була значна бібліотека, включно з багатотомними довідниками з зоології. На прощання Хенслоу подарував Дарвіну примірник «Personal Narrative of Travels to the Equinoctial Regions of America» Гумбольдта.

Як і всі великі вчені, Дарвін був працюючим, і протягом майже п'яти років подорожі (27 грудня 1831–1832 рр. по жовтень 1836 р.) він старанно спостерігав, збирав зразки, робив нотатки та зберіг чудові свідчення своєї роботи. Практично всі його записи опубліковані. Усі його праці,

які він сам опублікував, тепер доступні на «Darwin-online.org.uk». Також, збережене листування періоду подорожі складається з 152 листів.

Він спирався на свої записи, колекції та спогади, щоб описи одну з найцінніших наукових подорожей. Дарвін зібрав хорошу колекцію риб, хоча він мало сказав про них у своєму «Journal of Researches». Хоча він хотів, щоб чотири ентомологи описали його новий вид комах, у нього були цікаві дискусії про комах у його «Journal of Researches». Дункан Портер зазначає, що геологічні нотатки Дарвіна з подорожі (1383 сторінки) майже в чотири рази довші, ніж його біологічні нотатки (368 сторінок), і геологічні спостереження Дарвіна лише тепер отримали належну увагу. Оскільки, Дарвін мало вивчав геологію, то перед тим, як влітку 1831 року, за кілька місяців до початку подорожі, брав участь у геологічних роботах. На нього глибоко вплинули «Принципи геології» Чарльза Лайєлла, I том яких був подарований йому Фіцроєм, а Генслоу надіслав йому II том (1832) вже під час подорожі. Головною привабливістю було те, що Лайєлл захищав уніформістську теорію, яку Дарвін вважав більш гідною, ніж теорія катастрофізму Жоржа Кюв'є. Природничі історії рослин і тварин містили дуже обмежені теорії — на відміну від теорії геології Лайєлла, яка, здавалося, охоплювала всі геологічні явища. Геологія та природна історія злилися в дослідженнях Дарвіна скам'янілостей і коралових островів.

Перша зупинка «Beagle» відбулася в Сент-Джаго на островах Кабо-Верде 18 січня 1832 року. Дарвін хотів побачити ту тропічну рослинність, яку Гумбольдт описав на Tenerife на Канарських островах, і спочатку був розчарований, оскільки острови Зеленого Мису були досить посушливими. Однак зрештою він знайшов глибоку долину, яка утримувала вологу, де він знайшов рослинність, яку шукав. Найпоширенішим птахом був рибалочка (*Dacelo jagoensis*), який сидів на рослинах рицини і кидався ловити коників і ящірок. Він зробив багато нотаток про морських безхребетних, але лише нотатки про восьминого з'явилися в його Journal of Researches. Він спостерігав, як восьминог змінює колір, бризкає чорнилом, а коли нахилився, щоб уважніше подивитися, він бризнув на нього водою.

Його зацікавили скелі Святого Павла, поблизу екватора. Дарвін (1839) визначив їхнє місце розташування  $0^{\circ}58'$  північної широти та  $29^{\circ}5''$  західної довготи та 540 миль від Південної Америки. Здалеку скелі здавалися білими, частково через глянцевою білу речовину в деяких скелях, а частково через накопичене пташине гуано. У 1813 році відвідав скелі, а лейтенант Джордж Крайтон намалював карту та діаграму профілю, але в 1832 році Фіцрой знову зробив і те, і інше. Найвища точка Сент-Пола знаходиться лише близько 60 футів (18,3 м) над рівнем моря, а острівці мають лише  $3/4$  милі (2 км) у діаметрі. Основними мешканцями були морські птахи але Дарвін не згадав їх наукових імен. Нині тут гніздяться два види крячків білошапочкового (*Anous minutus*) і крячок коричневий (*A. stolidus*), причому перший гніздиться на висоті 3-6 м над рівнем моря, а другий – на нижчих висотах на голих скелях. Він повідомив, що сули гніздилася на голих скелях, а крячок звив просте гніздо з водоростей. Гніздо морських водоростей відповідає опису гнізда, зробленого білошапочними крячками. Можливо, це був єдиний вид крячків, який колонізував скелі, коли він був там. Крім птахів, були лише членистоногі та ракоподібні, а рослин не було. Нестача традиційних видів дозволила Дарвіну описати найдавнішу відому харчову мережу: «Поруч із багатьма з цих гнізд була розміщена маленька летюча риба, яку, як я припускаю, приніс самець для свого партнера... швидко великий і активний краб (*Graspus*), який мешкає в ущелинах скелі, вкрав рибу з боку гнізда, як тільки ми потривожили птахів. Наступний список завершує, я вважаю, наземну фауну: види *Feronia* та *acarus*, які, мабуть, потрапили сюди як паразити на птахів; маленька коричнева моль, що відноситься до роду, що харчується пір'ям; стафілін (*Quedius*) і мокриця з-під гною; і, нарешті, численні павуки, які, я гадаю, полюють на цих маленьких слуг, і падальщики водоплавних птахів».

Прочитавши цю розповідь, контр-адмірал Вільям Саймондс розповів Дарвіну, що він бачив у Сент-Полса крабів, які витягували пташенят із гнізд і їли їх. Дарвін додав цю інформацію до цього запису у другому виданні свого журналу (1845). Оскільки, це найдавніша відома харчова мережа (Egerton, 2007), короткі спостереження Дарвіна тепер мають історичне значення, якого вони не мали під час публікації, тому бажано отримати більше деталей про види, які він спостерігав.

Він зібрав два невідомі види кліщів, які тепер називаються *Amblyomma hirtum* і *A. darwini*, які відомі лише з двох місць: скелі Святого Павла та Галапагоські острови. Він першим зібрав їх в обох місцях. Його зразки зараз знаходяться в Музеї природної історії в Лондоні. Він також зібрав аргасового кліща *Ornithodoros capensis* і пташину вошу *Actornithophilus* sp. з гнізд коричневих сул і мух гіпобосцид з мертвих коричневих сул. У його колекціях не було павуків, але *Scytodes* sp. зараз живе там і може бути тим, що він бачив. Бура моль Дарвіна, *Erechthias darwini*, була названа лише в 1983 році, оскільки в його колекціях не збереглося жодного зразка. Він нагадує рід, який мав на увазі Дарвін, але належить до іншої родини, яка не може перетравлювати кератин пір'я. Натомість ця тварина їсть висушені водорості з гнізд. Як згадувалося раніше (Egerton, 2009), Дарвін був другим відомим користувачем того, що ми зараз називаємо планктонною сіткою (раніше Лесюер використовував водопровідну сітку). Він намалював свій грубий ескіз глибиною чотири фути і вперше обговорив його використання 10 січня 1832 року у своєму щоденнику «Beagle», який він ніколи не публікував. 11 січня він написав у своєму щоденнику: «Я дуже втопився, працюючи цілий день над виробництвом своєї сітки. Кількість тварин, які збирає сітка, дуже велика, і це цілком пояснює спосіб, чому так багато великих тварин живе так далеко від землі».

Його «Zoological notes» містять нотатки та малюнки про тварин, зібраних у його мережі протягом цих двох днів. У Journal of Researches (1839) він вперше обговорив спостереження за фітопланктоном після своєї розповіді про скелі Святого Павла 18 березня. Опис складається здебільшого з поверхневих анатомічних описів. Далі він обговорював численні дрібні ракоподібні, яких морські ловці називали їжею для китів, але він не зміг чітко окреслити тут харчовий ланцюг, який був неясним – від дрібних організмів до ракоподібних і китів – і лише набагато пізніше у своєму Journal of Researches .

Дарвін був радий знайти невеликий зразок тропічного лісу на острові Сен-Яго на островах Кабо-Верде, але коли він досяг бразильського тропічного лісу за межами Баїї (Сальвадор), його емоційний досвід відповідав очікуванням, які він отримав від читання Гумбольдта. 29 Березня він написав у своєму щоденнику: «День минув чудово: захоплення, однак, слабкий термін для таких транспортів насолоди: я блукав сам по бразильському лісі: серед безлічі видів. Важко сказати, який набір об'єктів найбільше вражає: загальна пишність рослинності несе перемогу, елегантність трав, новизна паразитичних рослин, краса квітів, блискуча зелень листя – все це веде до цієї мети. Найпарадоксальніша суміш звуку й тиші пронизує тінь. Частини деревини. Шум від комах настільки гучний, що ввечері його можна почути навіть на судні, яке стоїть на якорі в кількох сотнях ярдів від берега». Наступного дня він сказав: «Я можу лише додати захоплення до колишніх захоплень». Однак, захоплення не обов'язково веде до проникливості. Він був на континенті з найбільшим різноманіттям видів птахів і в лісі, який містить більшість цього різноманіття, але він не міг побачити багато більше, ніж рослинність і комахи. Це було на початку подорожі, і йому не вистачало бінокля, який кожен орнітолог зараз бере з собою в будь-який тропічний ліс. Дарвіна дуже цікавив контраст між помірним кліматом, з якого він прибув, і тропічними, пустельними, гірськими та мусонними (на Вогняній Землі) середовищами, які він зустрів під час подорожі. Він також відзначив вплив видів Старого Світу на Південну Америку та відвідані острови. Наприклад, він зазначив, що капуста і салат в англійських садах були їжею для безлічі слимаків і гусениць, але ці шкідники не були завезені з цими культурами, які спокійно росли поблизу Ріо-де-Жанейро. Незважаючи на переваги інтродукційної капусти та салату, вони компенсувалися масовим захопленням цілих площ сторонніми бур'янами (1839). Він писав: «Біля Гуардії ми знаходимо південну межу двох європейських рослин, які зараз стали надзвичайно поширеними. Фенхель у великій кількості вкриває береги каналів у околицях Буенос-Айреса, Монтевідео та інших міст. Але кардон (*Synara cardunculus*) має набагато ширший ареал: він зустрічається в цих широтах по обидва боки Кордильєр, по всьому континенту. Я бачив це в непопулярних місцях у Чилі, Entre Bios і Banda Oriental. Лише в останній країні дуже багато (імовірно, кілька сотень) квадратних миль вкрито однією масою цих колючих рослин, і вони непроникні ні для людини, ні для звіра». Це було «найперше задокументоване перетворення ландшафту чужорідними рослинами»

Дарвін уже був досвідченим ентомологом, коли плавав на «Beagle». З Ріо-де-Жанейро він написав Генслоу 18 травня 1832 року: «...якщо те, що мені сказали в Лондоні, правда, а саме, щоб у колекціях з тропіків не було дрібних комах, я кажу ентомологам, щоб вони остерігалися і готували ручки для опису. Я взяв так само (якщо не більше), як в Англії, *Hydropori*, *Hygroti*, *Hydrobii*, *Pselaphi*, *Staphglini*, *Cuscaliones*, *Bimbidia* тощо. і с. Надзвичайно цікаво спостерігати за різницею родів і видів від тих, які мені відомі... як зразок, як мало відомі комахи, *Noterus*, згідно з *Dictionnaire Classique d'histoire naturelle* в 17 томах складається лише з три європейські види. Я за один витяг своєї сіті взяв п'ять різних видів...»

Багато з біологічних спостережень Дарвіна, записаних у Ріо-де-Жанейро, не були абсолютно новими для науки, хоча вони були новими для нього. Наприклад, були помічені у нещодавно відкриті види, які раніше не були опубліковані. Біля Ріо-де-Жанейро Дарвін спостерігав войовничих мурах, які змушували інших комах або втікати, або бути з'їденими, він спостерігав, як оса паралізувала павука, щоб забезпечити їжею своїх дитинчат, коли вони вилупилися з яєць, і він спостерігав, як павуки вбивають і харчуються комахами (1839). Зауваження Дарвіна про людей, з якими він зустрічався, були тим, чого можна очікувати в книзі подорожей, але він також наслідував приклад Гумбольдта, надавши цифри чи оцінки людського населення (Egerton 1970). Обидва мандрівники часто коментували екологічні умови у відвіданих місцях, які або сприяли, або гальмували зростання населення. Генслоу дав Дарвіну перші два томи англійського перекладу робіт Гумбольдта. Він повідомив, що Буенос-Айрес мав 60 000 осіб, Монтевідео 15 000 (1839:140), Кокімбо 6000–8000 (1839:421), острів Чарльз на Галапагосах 200–300 (1839:456), Сідней 23 000 (1839:516), Порт-Луї 20 000 (1839:570), сам Кейптаун 15 000 і вся колонія 200 000 (1839:575), а острів Святої Єлени 5000 людей і 746 видів рослин, з яких лише 52 були місцевими (1839). У Бразилії Дарвін зауважив, що країна підтримуватиме величезну кількість населення, коли земля стане більш екстенсивно культивованою. Коли Дарвін висловив шок у зв'язку з різаниною індіанців поблизу Баїя-Бланка, відповідь була: «Ну, що можна зробити, вони так розмножуються!»

Дарвін зосереджувався на ссавцях і птахам не в тропічному лісі, де їх було багато, хоча й невловимо, а там, де вони були більш помітні на «трав'янистих рівнинах навколо Мальдонадо», на схід від Монтевідео в гирлі Ріо-де-ла-Плата. Його щоденник показує, що він був там з 28 квітня по 23 липня 1833 року. «Beagle» відвідав Монтевідео з 26 липня по 19 серпня 1832 року. Дарвін згадує про своє прибуття туди 26 липня, а потім попереджає: «Щоб запобігти марним повторам, я вилучу ті частини мого щоденника, які стосуються тих самих районів, не завжди звертаючи увагу на порядок, у якому ми їх відвідали».

Під час перебування в Мальдонадо він найняв юнгу «Beagle», Симса Ковінгтона, бути його слугою для збору біологічних зразків, а також бути його секретарем. Дарвін розпочав цю частину свого *Journal of Researches* (1839:51–60) з опису куріпки (*Tinamus rufescens*), яка була «дуже дурною», дозволяючи людям їздити на них верхи. Єдиним великим ссавцем на цій рівнині був олень *Cervus campestris*, якого було багато на півдні аж до Ріо-Негро. До нього можна було підійти досить близько, щоб убити, але він тікав від людей на конях хоча його не злякали постріли. Гризуни були дуже численними. Звичайною була капібара. Один екземпляр важив 44 кг, мав довжину 96 см. та обхват 111 см. Вони жили на островах у гирлі Ріо-де-ла-Плата, а також у більшій кількості вздовж кордонів озер і річок, і харчувалися водними рослинами. Вони були ручними, тому що ягуари були знищені, а гаучо на них не полювали. На Ріо-Парана вони були звичайною здобиччю ягуарів. Ще один гризун тукутуко був невеликою твариною зі звичками крота, яка жила у піщаному ґрунті з пологим схилом. Вони були зграйними, вели нічний спосіб життя і харчувалися корінням рослин. Назва походить від його звучання. Цю тварину було легко приручити.

Раніше іспанський військовий інженер і натураліст-любитель Фелікс де Азара (1742–1821) виявив, що коров'ячі птахи (*Molothrus*) є гніздовими паразитами. Пізніше Дарвін помилково згадав, що він відкрив роботу Азари лише після того, як опублікував свій «*Journal of Researches*» (Darwin 1870), ймовірно, введений в оману, оскільки Азара не значиться в покажчику. Дарвіна дуже цікавила така поведінка двох неспоріднених видів на різних континентах. В іншому вони

мали дуже різну поведінку: зозулі були самотніми та потайними, а коров'ячі птахи були зграйними та спілкувалися з худобою. Азара спостерігав таку поведінку у блискучих коров'ячих птахів *Molothrus bonarienses*, і, ймовірно, Дарвін спостерігав той самий вид у районі Мальдонадо біля Монтевідео, хоча в цьому районі було ще два види коров'ячих птахів, один з яких практикує гніздовий паразитизм, а інший ні.

Дарвін присвятив багато часу та нотаток яструбам і стерв'ятникам, які годувалися стервом та часто відвідували позатропічні частини Південної Америки. Він вважав їх цікавими і водночас огидними. Він обговорив чотири види каракари (*Polyborus*), а також канюка, галліназо та кондора. Крім стерва, карранчі (*P. braziliensis*) їли яйця та збирали парші зі спин коней і мулів. Азара повідомив, що вони також їли черв'яків, мушлі, слимаків, коників і жаб. Вони також переслідували птахів урубів і змушували їх відригувати нещодавно з'їдене стерво. *P. braziliensis* був більшим за *P. chimango* і жив північніше останнього. Третій вид (*P. montana*) був помічений лише в одній долині Патагонії, а четвертий вид, мешкав на Фолклендських та інших островах, але не на материк.

Індик (*Vultur aura*) мешкав у помірно вологих місцевостях від мису Горн до Північної Америки і жив поодинокі або парами. Урубів (*Cathartes atratus*) мешкали поблизу прісної води, були в достатку в Бразилії та Ла-Платі, і ніколи не траплялися на південь від широти 41°. Оскільки, кондори були рідкістю в Патагонії, він обговорював їх пізніше. Дарвін знайшов пампасних дятлів *Colaptes campestris*, що живуть у пампах, позбавлених дерев (1859). Коли аргентинський натураліст-іммігрант Вільям Генрі Хадсон (1841–1922), який виріс поблизу Буенос-Айреса, заперечив це з одного боку на дерева на інший. Дарвін цитував Азара (1802) на підтримку свого спостереження.

Дарвін виявляв постійний інтерес до поширення видів і схожості видів, які географічно суміжні. Двома прикладами були нанду та лисиці. Йому довелося спостерігати *Rhea americana* на патагонських рівнинах у вересні 1833 року. Подібно до страусів в Африці та ему в Австралії, самки відкладають спільне гніздо, а самці висиджують яйця та доглядають за дитинчатами. Хоча вони зазвичай вегетаріанці, коли водойми висихають, йдуть туди і ловлять дрібну рибу. У Ріо-Негро, що на півночі Патагонії, він почув про менший вид, і одного разу, коли нанду готували на обід, він зрозумів, що цей птах меншого виду, і зібрав його голову, шию, ноги, крила, шкіру, і пір'я та відправив їх до Лондона. Джон Гулд (1804–1881) назвав її *Rhea darwinii* (Gould, 1837), хоча д'Орбіньї вже назвав її *Rhea pennata* у 1834 році.

Дарвін почав свої спостереження за нандо в Баїя-Бланка у вересні, коли в гніздах були яйця, і тому він пропустив сезон розмноження, коли він міг помітити, що нандо мають кігті на їхніх гніздах. крила, а самці мають пеніс. Третій вид, *R. macrorhyncha*, живе у високих Андах. «Бігль» відвідав Східний Фолклендський острів 26 лютого–квітня 1833 року та в березні–квітні 1834 року. Дарвін виявив, що безлюдний острів має більше геологічного, ніж біологічного інтересу. Дарвін запросто спостерігав за лисицями, які не боялися людей (1839). Він погоджувався з тим, що чорні кролики на Фолклендах були інтродуковані і належали до того самого виду, що й сірі кролики на материк, оскільки вони дали р'яких нащадків, коли їх розводили разом. Однак він був так само впевнений, що фолклендська лисиця (тепер *Dusicyon australis*), яку він зібрав, була окремим видом, оскільки гаучо та індіанці казали, що такої лисиці на материк немає. Пізніше він побачив материкову лисицю *Vulpes magellanicus* і погодився, що це інший вид. Нещодавно зоологи припустили, що фолклендська лисиця могла бути гібридом лисиці та індійської або іспанської собаки. Він не знав жодного іншого острова, такого далекого від материка, де б не було такого великого місцевого чотириноного (наземного ссавця). Фолклендська лисиця викрадала їжу, коли могла, і Дарвін правильно передбачив, що незабаром вона буде знищена. На Чілоє, неподалік від Чилі, він зустрів і зібрав іншу споріднену лисицю (тепер лисиця Дарвіна *Pseudalopex fulcipes*), також таку, яка не боїться людей (Darwin, 1839). Її знову не було знайдено до 1922 року (Bates, 1964), і зараз вона знаходиться під загрозою зникнення. Хоча Фолклендські острови здавалися безлюдними, навколишній океан – ні. Дарвін виявив, що ламінарія, яка росте на березі моря, є притулком для складної групи тварин, і він включив цю важливу історію про них у свої Зоологічні нотатки: «Зоологія моря, я вважаю, загалом тут така ж, як і на Вогняній Землі. Його головною

вражаючою особливістю є величезна кількість видів органічних істот, які тісно пов'язані з водоростями. Ця рослина (*Fucus giganticus* з Соландера) універсально прикріплюється до скель. Від тих, що затоплені при низькій воді, і тих, що перебувають у воді на сажні, він навіть часто прикріплюється до круглих каменів, що лежать у багнюці. За ступенем, в якому ці південні землі перетинаються водою, і глибиною, на якій росте ламінарія, можна уявити кількість, але не більшу, ніж існує. Я можу лише порівняти ці великі ліси з наземними лісами в найбільш людній частині тропіків; однак, якби останні в будь-якій країні були знищені, я не вірю, що в них загине приблизно така ж кількість тварин, як це сталося б у випадку з ламінарією. Усі морські чотириногі та птахи переслідують грядки, приваблені нескінченною кількістю дрібних рибок, які живуть серед листя: (види не такі вже й численні, мої екземпляри, я думаю, показують майже всі). Серед безхребетних я згадаю їх у порядку їх важливості. Ракоподібні кожного порядку просто рояться і моя колекція не дає жодного уявлення про них, особливо найдрібніші види. Інкрустовані червоні водорості ряду *Corallines* та гідрозої *Clytia* надзвичайно численні. Кожен листок, окрім тих, що знаходяться на поверхні білий із такими червоними водоростями віяловими черв'яками та складними морськими бризками (*Ascidiae*).

Розглядаючи їх за допомогою потужного мікроскопа, можна побачити нескінченну кількість найдрібніших ракоподібних. Кількість складних і простих асцидій є дуже помітним фактом, як і в меншій мірі морські огірки (*Holuturiae*) та морські зірки (*Asterias*). Між великими переплутаними коріннями, цікаво побачити купу риби, черепашок, крабів, морських яєць, каракатиць, риб-зірок, планарії та нереїд. Серед *Gasteropoda* (равлики), *Pleurobranchus* (реброплави) є звичайними, але інші види равликів рясніють на всіх рівнях. Ця єдина рослина утримує навколо себе цілий зоопарк. Якби вона перестала існувати, то з нею загинуло б багато інших – тюлені, баклани та, звісно, дрібні рибки та інші. Більша кількість безхребетних так само загине, але скільки — важко припустити».

Оскільки, Дарвін вважав, що існує невелика різниця між морським життям на Фолклендських островах і Вогняній Землі, то у своєму «*Journal of Researches*» він розміщує більшу частину його досліджень в одному розділі. Патрік Армстронг так пояснює цеб «У цьому уривку виражено та мається на увазі низка складних екологічних концепцій. Дарвін порівнює продуктивність заростей бурих водоростей на околицях Південного океану з продуктивністю вологих тропічних лісів, ретельно розрізняючи розмір популяції (кількість особин) і різноманітність видів (кількість видів). Він наблизився до використання понять харчового ланцюга, харчової мережі, екологічної ніші та домінуючих видів, хоча, звичайно, ці фактичні терміни були введені лише через майже століття. Він розуміє, що існують зв'язки між мікроскопічними та макроскопічними формами, а також, дуже чітко, що люди пов'язані з навколишнім середовищем. Уривок представляє справді інтегровану та цілісну точку зору...».

Андський кондор привернув інтерес Дарвіна, так само як і Гумбольдта (Egerton, 2009). Гумбольдт бачив його в північних межах ареалу. Дарвін, який подорожував узбережжям Південної Америки від Бразилії до Перу, міг досить точно визначити діапазон його ареалу (1839). Він населяв усі Анди та на схід уздовж узбережжя аж до Ріо-Негро на широті 41°, але жив лише навколо крутих скель. Як і Гумбольдт, Дарвін повідомляв про скарги гаучо на те, що кондори вбивають молодих кіз і ягнят. Джон Джеймс Одюбон повідомив (1826) про експерименти, в яких він продемонстрував, що грифи і ворони мають поганий нюх: він поклав м'ясо, накрите папером, біля птахів у клітках, і вони ігнорували це, доки кришку не зняли. Дарвін спробував такий самий експеримент із кондорами й отримав той самий результат. Експерименти, проведені ним та Одюбоном, здавалися вирішальними, але тепер ми знаємо, що грифи відчувають запах, але відкидають тухле м'ясо; кондори не відчувають запаху.

Патагонські рівнини на південь від 41° вразили Дарвіна своєю безплідністю. Деякі індіанці-кочівники жили там, але спроба іспанців колонізувати територію провалилася. Він загербаризував кактус, який Хенслоу (1837) описав як *Opuntia Darwinii*. Дарвін також зібрав кілька жуків і знайшов частини інших комах у шлунках птахів. Одним із птахів був ібіс маланопа, чий крик нагадував іржання гуанако. Відомо, що гуанако належали до сімейства верблюдів, і їх здатність жити в пустелях стадами від шести до тридцяти тварин не була несподіванкою. Він повідомив, що



деякі натуралісти вважали їх дикими представниками одомашнених лам. Він ніколи не згадував, що бачив лам, і не висловлював жодної думки щодо такої можливості. Кілька десятиліть тому їх вважали одним видом, але сьогодні вони вважаються різними видами, *Lama glama* та *L. guanicoe*.

На початку січня 1835 року, коли «Beagle» відвідав архіпелаг Чонос, невеликі острови на південь від острова Чілоє, уздовж чилійського узбережжя, Дарвін продемонстрував свій потенціал стати компетентним ботаніком – коли рослинність здавалася помітнішою та цікавішою, ніж тварини чи геологія. Спочатку його увагу привернула дика картопля, яка нагадала йому дискусію Гумбольдта про домашню білу картоплю. Гумбольдт вважав, що його батьківщиною є Чилі, а індіанці привезли його до Перу, Кіто та Нової Гренади. Дика картопля була схожа на домашню, але не ідентична. Крім того, Дарвін знайшов дивовижним те, що «та сама рослина була знайдена в безплідних горах центрального Чилі, де крапля дощу не випадає більше шести місяців, і у вологих лісах південних островів» (1839). Хенслоу досліджував висушені зразки Дарвіна, не дійшовши висновку щодо їх систематичного статусу. Перебуваючи в Чоносі, Дарвін також зауважив: «У центральних частинах архіпелагу Чонос 45°30', ліс набув майже такого ж характеру, як і вздовж усього західного узбережжя на 600 миль до мису Горн. Деревоподібна трава Чілоє тут перестала існувати. У той же час бук на території Вогняної Землі виростає до гарних розмірів і становить значну частину деревини. Однак, не таким винятковим чином, як це відбувається далі на південь. Криптогамні рослини мають найбільш сприятливий клімат. У районі Магелланової протоки я раніше зауважував, що країна здається надто холодною та вологою, щоб дозволити їм досягти досконалості, але на цих островах, у лісах присутня велика кількість судинних рослин, мохів, лишайників і дрібних папоротей». Потім він проникливо та досить детально обговорив види та клімат, які призвели до утворення великих торф'яних боліт. Він отримав зразки рослин і зробив нотатки про види, які обговорював у Чоносі.

У лютому 1835 року вздовж узбережжя Чилі Дарвін вивчав свої патагонські нотатки за попередній рік і вирішив, що його геологічні докази не узгоджуються з логічними аргументами Лайелла щодо причин вимирання знайдених Дарвіном скам'янілостей патагонських ссавців. Ці скам'янілості належали до вимерлих видів, пов'язаних з тими, що живуть у Патагонії. Проблема полягала в тому, що не було доказів, ні геологічних, ні кліматичних змін – вимирання відбулося в умовах, які все ще існують у Патагонії. Це була головоломка, яку він не зміг розгадати під час подорожі, але яка згадалася йому в 1837 році, коли він розробляв теорію еволюції.

У ретроспективі візит Дарвіна на Галапагоські острови 15 вересня-20 жовтня 1835 року став кульмінацією його досліджень, але він ще не усвідомлював цього. Коли він досліджував ці острови, його увага була зосереджена на тому, як різні види вижили в пустельному середовищі. Як і фолклендські лисиці, галапагоські птахи та рептилії не боялися людей. Дарвін зібрав зразки всіх рослин і тварин на чотирьох островах, які він відвідав (Альбермарл, Чарльз, Чатем, Джеймс). Оскільки острови були в полі зору один одного, він не завжди записував, з якого саме острова прибули зразки. Пізніше він прокоментував різницю серед в'юрків на різних Галапагоських островах. Він писав: «За зовнішнім виглядом ці птахи дуже схожі на тих, які живуть на континенті. У їхніх звичках я не можу вказати жодної різниці: вони жваві, допитливі, активні, швидко бігають, часто збирають м'ясо черепахи, яку підвішують, пристойно співають. Кажуть, що будують просте відкрите гніздо. Вони дуже ручні, схожі за характером з іншими птахами. Однак, я уявив, що його крик суттєво відрізняються від родичів із Чилі. Їх багато по всьому острову; в основному спокушаються у високі та вологі частини, біля будинків та очищеної землі. У мене є зразки з чотирьох великих островів. Двоє здаються однаковими але інші два різні. Кожен вид острівних тварин виявляється виключно за зовнішністю, а звички всіх нерозрізнені. Коли я згадую, то за формою тіла, формою луски і загальним розміром іспанці відразу можуть сказати, з якого острова могла бути привезена якась черепаха. Коли я бачу ці острови в полі зору один одного, на яких проживає лише мізерна кількість тварин, серед яких живуть ці птахи, але дещо відрізняються за структурою та займають одне й те саме місце в природі, я повинен підозрювати, що це лише різновиди. Єдиний подібний факт, про який я знаю, це виразна різниця між лисицями Східного та Західного Фолклендських островів».

У «*Journal of Researches*» (1839) він процитував оцінку Джона Гулда щодо нових видів галапагоських наземних птахів, але він обережно опустив коментарі у своїх Орнітологічних нотатках про нестабільність видів, цитовані вище щодо пересмішників. Зараз ці три види називаються *Mimus macdonaldi*, *M. mcleanotis*, *M. parvulus*. Їх поточні відмінності не відрізняються від Гулда. Під час зворотної подорожі «Beagle» 12 квітня–19 липня 1836 року Дарвін заново вивчив свої зразки птахів і склав свої «Орнітологічні нотатки». Тоді він був готовий більш детально, ніж раніше, міркувати про статус деяких з них. Птахи, які зараз називаються в'юрки Дарвіна, – це звичайні птахи, про яких Дарвін згадав у своєму щоденнику лише один раз, збираючи їх. Він спостерігав, як їх приваблює яма з пісковика, яка містила приблизно галон води. «... За кількістю видів і особин ці в'юрки значно переважають над будь-яким іншим сімейством птахів. Серед видів цієї родини панує (як на мене) незрозуміла плутанина. Серед них деякі чорні, із проміжними відтінками, до коричневого. Пропорційна кількість у всіх чорних видів надзвичайно мала. Моя серія зразків показала б, що цей колір властивий лише старим самцям. З іншого боку стверджують, що у них є маленька чорна пташка жіночої статі. Крім того, мені здається, що існує градація у закономірній формі. Немає можливості відрізнити види за їхніми звичками, оскільки всі вони схожі, і вони харчуються разом з голубами великими нерегулярними зграями... Щодо ймовірного віку менших птахів, які в жодному разі не були такими, то у них пір'я недосконале або дзьоб м'який, що вказує на незрілість, і з іншого боку, яйця в яєчниках самочок не були сильно розвинені. Припускаю, що сезон інкубації буде на два-три місяці пізніше».

Фіцрой створив власну колекцію цих в'юрків і вважав, що вони представляють різні, незмінні види. Дарвін вважав, що вони представляють лише підвид. Наведені вище нотатки, ймовірно, були написані після того, як вони посперечалися про їхній статус. Після подорожі Дарвін передав свої зразки птахів орнітологу Джону Гулду, який сказав Дарвіну в березні 1837 року, що в'юрки, яких він зібрав на різних островах, були різними видами. Лише тоді Дарвін дійшов висновку, що еволюційна дивергенція була єдиним правдоподібним поясненням такої кількості видів, які знаходяться так близько один від одного, але розділених водою. Девід Лек (1947) назвав їх «В'юрки Дарвіна» та задокументував їхнє еволюційне значення.

Дарвін присвятив майже чотири сторінки свого «*Journal of Researches*» (1839) галапагоській черепаці *Testudo indicus* – це більше, ніж будь-якому іншому виду галапагоських черепах. Він думав, що вони населяють усі острови. «Вони віддають перевагу високим вологим районам, але також мешкають на нижчих і посушливих територіях». Вони вирости настільки великими, що знадобилося шість чи вісім чоловіків, щоб підняти найбільшу із них. Самці були більшими та мали довший хвіст, ніж самки. Ті, хто жив на островах без води або в посушливих частинах інших островів, харчувалися переважно соковитими кактусами. Ті, хто мав доступ до прісної води, їли різноманітне листя та ягоди та прокладали протерті стежки між водою та місцями годування. Вони могли проповзти чотири милі за день. Самки відкладали яйця в жовтні і робили це в піску, де є можливість, але в будь-якому дуплі, коли піску немає. Молодь була вразливою для канюків, але дорослі особини жили до тих пір, поки не загинули внаслідок нещасних випадків або були вбиті людьми заради їжі. Ніколас Лоусон, англієць, який керував колонією в Екваторі, сказав Дарвіну, що він міг визначити, з якого острова походить черепаха, за формою її панцира.

Два види ігуан здавалися Дарвіну потворними і дурними, але все ж цікавими. Один, *Amblyrhynchus cristatus*, був незвичайним, оскільки жив на скелястих пляжах усіх островів і харчувався морськими водоростями, які випасав під водою на березі моря. Це була єдина відома ящірка, яка жила на водній рослинності. Вона не розмножувалася, коли Дарвін був там, і він не зміг дізнатися, де вона відклала свої яйця. Наземний вид, *Amblyrhynchus* (тепер *Conolophus*) *subcristatus*, також була вегетаріанцем і часто їла кактус. Вона викопала нори, щоб вирощувати дитинчат і використовувати їх як притулок.

Незважаючи на те, що Дарвін став еволюціоністом у березні 1837 року, у його «*Journal of Researches*» (1839) збереглися деякі доєволюційні фрази: «Здавалося б, ніби цей вид був створений у центрі Архіпелагу, а звідти був розсіяний, на певну відстань». Незважаючи на те, що Дарвін мав деякі ботанічні знання до подорожі, він не став ботаніком до публікації «Походження

видів» у 1859 році. Проте, через відданість Генслоу, він старанно збирав зразки рослин і позначав місця збору під час своїх подорожей і відправляв їх назад до Кембриджа. Його екземпляри з Галапагосів привернули особливу увагу. Ним було зібрано 210 зразків 173 таксонів, що становить близько 24% сучасної флори. Джозеф Хукер виявив, що близько половини видів Дарвіна були ендеміками. До того часу, коли Гукер написав дві статті про рослинність Галапагосів (написані 1845, 1846, опубліковані 1851), вони з Дарвіном стали близькими друзями та обмінялися тривалим листуванням, яке включало стимулюючий обмін інформацією про рослини Галапагосів та географію рослин загалом. Девід Кон вважає, що понад 200 галапагоських рослин Дарвіна «складають єдину найвпливовішу природничу колекцію живих організмів за всю історію науки... Вони також виявляються найкращим задокументованим прикладом Дарвіна щодо еволюції видів на островах».

Перша теорія Дарвіна була присвячена утворенню коралових рифів. У своїй автобіографії він згадав, що створив її приблизно за шість місяців до того, як побачив коралові рифи. До 18 серпня 1834 року Дарвін дійшов висновку, що підйом Анд, ймовірно, супроводжувався опусканням дна Тихого океану. Він бачив коралові островці Абролхос в Атлантиці в 1832 році, де збирав корали та інших морських безхребетних, але тоді не думав про походження коралових рифів. Ці думки виникли після прочитання пояснення Лайєлла (1830) про те, що вони виникають на краях затоплених вулканів, яке Дарвін визнав непереконалим. Дарвін вперше побачив коралові рифи на Таїті, де «Beagle» зупинився 15–26 листопада 1835 року. Він піднявся на гору Таїті та оглянув риф навколо Еймео за 15 миль. Потім він уявив, що вершина опускається, залишаючи круглий кораловий риф, який продовжував рости вгору, коли вершина опускалася. Він підозрював, що види коралів, що ростуть усередині лагуни, відрізняються від тих, що ростуть поза нею. Він найняв тайтян, щоб веслувати його на каное до внутрішніх коралів, які він збирав, але вони не хотіли переходити корали назовні, оскільки це було небезпечно. Однак, місцеві жителі запевнили його, що види, які він зібрав всередині, не живуть зовні. Свій перший нарис про коралові острови Дарвін, очевидно, написав 3–21 грудня 35 року. «Beagle» досяг Сіднея, Австралія, 12 січня 1836 року та залишив затоку Кінг-Джордж 14 березня. Хоча він подорожував набагато більше і залишався там вдвічі довше, ніж на Галапагоських островах, його австралійський розділ у першому виданні «Journal of Researches» на дві сторінки коротший, ніж його Галапагоський розділ. Його орнітологічні нотатки закінчуються галапагоськими птахами, а його зоологічні нотатки мають лише сторінку про Австралію, присвячену кільком ящіркам і змії. Здається, він зібрав небагато австралійських рослин, якщо такі взагалі були, але він залишив коментарі щодо австралійських дерев. Він писав: «Надзвичайна одноманітність рослинності є найвидатнішою рисою ландшафту більшої частини Нового Південного Уельсу. Скрізь у нас є відкритий ліс; земля частково вкрита дуже тонким травостоєм. Майже всі дерева належать до однієї родини; і здебільшого поверхня їхнього листя розташована у вертикальному, а не як у Європі майже горизонтальному положенні: листя мізерне, своєрідного блідо-зеленого відтінку, без будь-якого блиску. Тому, ліс здається світлим і безтіньовим: хоча це й втрачає комфорт для мандрівника під палючими літніми променями, це важливо для фермера, оскільки це дозволяє траві рости там. Дерев не скидають листя періодично: ця ознака здається спільною для всієї південної півкулі... Більша кількість дерев, за винятком деяких синіх ясенів, не досягають великих розмірів; але вони виростають високими і прямими, і стоять далеко один від одного».

Дарвін також збирав австралійських комах. Тасманія була більш вологою, ніж Новий Південний Уельс, і її рослинність була зеленішою та веселішою.

Розділ 22 у Journal of Researches присвячений островам Кілінг, двом кораловим атолам в Індійському океані на південь від Суматри. Видання «Journal of Researches» 1839 року містить розкладну карту цих островів. Єдина інша карта – це розкладка південної частини Південної Америки. Дарвін вважав, що корали утворюються на краях або сторонах вулканів, які повільно тонули, і корали росли в міру того, як вулкани тонули. «Цього кам'янистого розгалуженого елегантного корала дуже багато в мілководних тихих водах Лагуни: він живе від самих мілководних частин, які завжди вкриті водою, до глибини, звичайно, 18 футів і, можливо, більше. Його колір майже білий або блідо-коричневий. Отвір клітин або майже простий, або захищений

міцним капюшоном: поліп в обох схожий. Верхня частина або гирло поліпа щільно прилягає до краю отвору: його не можна ні висунути, ні відтягнути назад. За межами видимості вона складається з вузької, м'якшої губи, яка розділена на 12 моцаків або підрозділів губи. Ці щупальця дуже короткі та дрібні, сплюснуті вертикально, мають коричневий колір і білий кінчик. Тварина має дуже низьку дратівливість, після уколу рот складається або стискається у витягнуту фігуру та частково відтягується назад. Тіло поліпа заповнює клітину, настільки ніжне, прозоре і клейке, що я марно намагався розглянути його структуру. Я бачив щось на зразок червонного мішка, а збоку від нього були кишкові складки білуватого кольору. Коли вони були відокремлені від тіла, то мали певний перистальтичний рух».

На південному острові процвітали кокосові пальми. Були ще кілька невідомих Дарвіну істот. Щоразу, коли він обговорював місцеві рослини та тварин на островах, віддалених від континентів, постійною темою була нестача видів через труднощі їхнього прибуття туди. Звичайно, на багатьох островах також були інтродуковані домашні рослини. На островах Кілінг до них належали банани та цукрова тростина. Містер А. С. Кітінг прожив на острові рік і повідомив про насіння та рослини, які викинуло на берег із Суматри, Яви та інших місць. Генслоу сказав Дарвіну, що майже всі його рослини з острова Південний Кілінг були «поширеними прибережними видами на Східно-Індійському архіпелазі» (Henslow, 1838; Darwin, 1839). Розділ 22 «Journal of Researches» про коралові острови став для Дарвіна сходиною від книги наукового подорожі до наукової монографії. Книга Дарвіна «Коралові рифи» була заснована на теорії, яку можна перевірити, а також на кореляційній науці Гумбольдта. Наукова подорож Гумбольдта була хорошим прикладом для Дарвіна, але Дарвін взяв «Принципи геології» Лайелла як парадигму для своїх «Коралових рифів». Спостереження Дарвіна в Тихому та Індійському океанах були короткими, але набагато кращими для побудови теорії походження коралових рифів, ніж відсутність спостережень у Лайелла. «Він бачив атоли з палуби «Бігля» в Туамоту, коли корабель пропливав повз. Здалеку він бачив облямовані рифи Таїті й оточений рифами острів Муреа. Він пройшов повз майже атол Аїтутаки на півдні Кукс; і нарешті в 1836 році висадився на одинадцять днів на атолі Кокос-Кілінг...» (Герберт, 2005)

Після повернення Дарвіна з подорожі він і Лайел дуже хотіли зустрітися. Він запросив Дарвіна на обід 29 жовтня 1836 року, і це було «кохання з першого погляду». Дарвін пояснив свою теорію формування коралових рифів на краях або сторонах вулканів, які повільно тонули, і Лайелл увійшов у «стан дикого хвилювання та постійного ентузіазму, який тривав кілька днів»

«Коралові рифи» Дарвіна були «взірцем стислості та ясності» (Stoddart, 1994) і незабаром він став відомий не лише як світовий мандрівник, але й як експерт з коралових островів. Однак, він не перевіряв свою теорію на атолі Кокос-Кілінг. Натомість багато в чому його переконливість залежала від його видатної карти тихоокеанських рифів, атолів і островів, заснованої на кількарічних дослідженнях морських карт і звітів після його повернення з подорожі.

В Американській дослідницькій експедиції 1838–1842 років брали участь натураліст Джозеф П. Кутуї та геолог-натураліст Джеймс Дуайт Дана, які мали більше шансів досліджувати коралові рифи, ніж Дарвін. Джеймс Дана виявив, що їхні докладні дані загалом підтверджують теорію Дарвіна про утворення коралових рифів. Коли Дарвін опублікував друге видання «Коралових рифів» (1874), він взяв до уваги роботу Джеймса Дани, але не вніс серйозних змін у свої аргументи. Проте заперечення проти його теорії почалися з Чарльза Макларена (1843), на яке Дарвін дав тимчасову відповідь. «Коли було пробурені дві свердловини, які досягли фундаменту вулканічної породи під атолом Еніветак на глибині 1267 м і 1450 м (Ladd et al., 1953). Усі знайдені вапняки мали мілководне походження, що демонструє як опускання атолу, так і зростання мілководних коралів угору з часів еоцену...». Однак, ситуація виявилася складнішою, ніж уявляв Дарвін. Реджинальд Дейлі зазначив (1910, 1915), що періодичні льодовикові періоди викликали коливання рівня моря, які теорія Дарвіна не враховувала. «Підняті краї атолів не відображають висхідний ріст стародавніх окраїнних рифів, що оточують вулканічні острови, які занурилися під лагуни атолів, а були утворені як розчинні вали, що оточують карбонатні платформи, піддані впливу атмосфери під час сингляціального опускання рівня моря. Гідроізостатична висота середини голоцену в тропічній частині Тихого океану втопила краї атолів і побудувала рифові

площі над сучасним рівнем моря... стабільні острівці атолів, утворені з опорами стійких палеорефів середини голоцену для захисту флангів острівців від нападу хвиль». Тим не менш, коралові рифи Дарвіна були основою, на якій було побудовано сучасне розуміння.

Подорож на «Beagle» дала Дарвіну можливість еволюціонувати від багатообіцяючого натураліста-початківця до видатного британського вченого, який заснував еволюційну екологію. Він повернувся з 1529 заспиртованими видами у пляшках і 3907 висушеними зразками. Далі він звернувся за допомогою до спеціалістів, щоб описати їх і назвати. Він зібрав і відредагував звіти зоологів, які описали його зразки хребетних.

## 8.2. Перехід від екології видів до екології угруповань.

У 1890-х роках відбувся перехід від фітогеографії до екології рослин. Це сталося завдяки трьом ботанікам німців Оскара Друде та Вільгельма Шімпера і датчанина Євгеніуса Вармінга. Оскар Друде (1852–1933) навчався під керівництвом Грізебаха та отримав ступінь доктора в Геттінгені в 1873 році. Очевидно, Друде не знав геккелівського терміну «екологія», коли він публікував *Handbuch der Pflanzengeographie* (1890). Друде надав низку визначень, зокрема «середовище існування» та «утворення», а також «дещо механічну теорію, що пов'язує фізичні та біологічні фактори», які могли б пояснити географічний розподіл видів.

Насправді, першим ботаніком, який, використовував поняття «oecologie» був Г. Райтер (*Die Consolidation der Physiognomick als Versuch einer Oekologie der Gewaechse*, 1885). Вже у 1893 році термін «екологія» був представлений двом англomовним аудиторіям: фізіологом тварин і професором медицини Джоном Бердон-Сандерсоном (1828–1905) у своєму президентському зверненні до Британської асоціації сприяння розвитку науки, а також Комітетом з термінології фізіології Ботанічного конгресу Медісона. Однак, це сталося лише після публікації Вармінгом «*Plantensamfund: Grundtræk af den okologiske Plantesgeografi*». Вармінг суттєво переглянув свою книгу для англійського видання (1909, 1977), використовуючи літературу, яка з'явилася після 1895 року, включаючи «*Pflanzengeographie*» Шімпера (1898).

**8.2.1. Євгеніус Вармінг та Андреас Шимпер.** Eugenius (Bülow) Warming (1841–1924) походив із фризського острова в Північному морі. Будучи студентом Копенгагенського університету, він провів три роки, 1863–1866, секретарем датського зоолога в Бразилії, де вивчав флору. Він отримав ступінь доктора філософії в Копенгагенському університеті в 1871 році і викладав у Стокгольмі в 1882–1885 роках. Він став професором ботаніки та директором ботанічного саду в Копенгагенському університеті у 1886–1911 роках. Мюллер (1976) назвав Вармінга «засновником екології рослин», а Паскаль Акот (1998) стверджував: «Історики біології погоджуються, що «*Plantensamfund*» ознаменував народження наукової екології».

Вармінг викладав перший відомий курс екології рослин. У 1884 році Вармінг дослідив фізіономію північноєвропейських *Spermatophyta*, «які він розбив на чотирнадцять головних груп з багатьма підгрупами, заснованими на морфологічних і біологічних ознаках» (Warming, 1909). Клементс (1916) похвалив Вармінга за те, що він «першим дав послідовний звіт про сукцесію на піщаних дюнах, а його піонерські дослідження в цій галузі послужили моделлю для дослідження дюнних серів у всіх частинах світу». Коли він досліджував земну рослинність, він використовував термін Грізебаха «утворення», як у «Літофіти: утворення на скелях».

Андреас Шимпер (1856–1901) був сином ботаніка Вільгельма Шімпера, директора Страсбурзького музею природознавства, а після франко-пруської війни професора природничої історії Страсбурзького університету. Андреас отримав ступінь доктора природничих філософій у цьому університеті в 1878 році, потім навчався у Юліуса Сакса у Вюрцбурзі. Він подорожував Північною та Південною Америкою, а в Бразилії вивчав симбіотичні стосунки між мурахами та деревами *Cecropia*. Андреас Шимпер помер у Базелі, Швейцарія, у віці 45 років від діабету та малярії, якими раніше заразився узбережжя Африки. Він був плідним автором. Для екології його найважливішою роботою була «*Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*» (1898). «*Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*» – одна з найбільших екологічних монографій, написаних одним автором (набагато пізніше перевершена чотирма монографіями Г. Е.

Хатчінсона). Ця робота ілюструє синтез фітогеографії та фізіології, який став основою екології рослин. У своїй передмові Шимпер стверджував (1903), що «зв'язок між формами рослин і зовнішніми умовами в різних точках земної поверхні утворює предмет екологічної географії рослин». Шимпер визначив розкол у біогеографії, який тривав навіть у 1900-х роках. Шимпер приписував Геккелю назву цієї екологічної науки «біологічних адаптацій». Коулз (1909) вважав Шимпера «як пророком, так і екологом першої величини». Однак Шимпер багато запозичив у Вармінга, але не визнав цього.

Книги Вармінга та Шимпера більше доповнювали один одного, ніж повторювали. Шимпер був енциклопедистом і його книга добре ілюстрована багатьма фотографіями та малюнками. Книга Вармінга більше схожа на підручник, без ілюстрацій і вдвічі менша за книгу Шимпера. Розділ 3 Вармінга (1909) може бути найпершим загальним обговоренням рослинних угруповань. Він короткий, оскільки призначений для того, щоб орієнтувати думку на наступні розділи про різні види рослинних угруповань. Настільки ж коротким є розділ 24 (Warming, 1909), «Симбіоз рослин із тваринами», який лише визначає різні види симбіотичних стосунків, не описуючи та не пояснюючи їх. Розділ 25 «симбіоз рослин одна з одною, мутуалізм» є більш детальним, і тут обговорює паразитизм, гелотизм (гриби), мікоризу та ендوفіти, епіфіти, сапрофіти та ліани. Розділ 26, «Коменсалізм, рослинні спільноти», обговорює рослини, які мають сукупне існування, але не взаємодіють між собою, окрім спільної боротьби за життєві потреби. Розділ 34, «Екологічна класифікація», поділяє види на 13 груп, кожна з яких обговорюється в наступних розділах: гідрофіти, гелофіти, оксилофіти, психрофіти, галофіти, літофіти, псамофіти, херсопофіти, еремофіти, псилофіти, склерофіти, хвойні та мезофіти. Якщо деякі з цих термінів незнайомі сучасним читачам, то це показує, що не всі терміни, запропоновані Вармінгом, були прийняті іншими екологами рослин. Розділ 35 «Фізіогноміка рослинності, формації, асоціації, різновиди асоціацій», стверджує, що фізіогноміка (вигляд ландшафту) становить науковий інтерес і визначається сімома характеристиками: форми росту, густина, висота і забарвлення рослинності, сезонні зв'язки, тривалість життя видів і кількість видів.

У своїй роботі Вармінг подає новий погляд на поняття формація. Термін «формація» був введений Гризебахом (1838), але для Вармінга (1909) він означав «спільноту видів, де усі належать до певних форм росту, які об'єднані між собою певними зовнішніми (едафічними або кліматичними) ознаками характеристик середовища проживання...». Його шість прикладів утворень такими не є: мікрофіт, мох, трава, карликовий чагарник і підлісок, кущ або чагарник і ліс. Але, потім він обговорює прості утворення, складені утворення, вторинні утворення та підутворення. Гумбольдт ввів термін «рослинна асоціація» ще в 1807 році. Для Вармінга (1909): «Асоціація – це спільнота певного флористичного складу всередині формації, так би мовити, флористичний вид».

Книга Вармінга була парадигмою в розумінні Томаса Куна (1970): програма досліджень для екологів рослин. У 1900 році Флахолт звернувся до постійної проблеми описової термінології у своєму «Projet de nomenclature phytogéographique». Його не вразила пропозиція Кернера про те, що всі необхідні терміни можна назвати німецькою мовою. Відразу запропонувавши у своєму проєкті 1900 року, що номенклатура повинна застосовуватися до географічних і топографічних, а також до біологічних одиниць, Флахолт чітко розташував проблему в рамках екологічного підходу щодо відносин між живими істотами та навколишнім середовищем. Однак, система Флахолта також не була остаточною, і Другий Міжнародний ботанічний конгрес (1905) доручив йому та швейцарському ботаніку німецького походження Карлу (Йозефу) Шрьотеру (1855–1939) очолити комітет із встановлення термінології, «яка об'єднує флористику та фізіономію компоненти ботанічної географії» для Третього Міжнародного ботанічного конгресу (1910).

Шрьотер вивчав ботаніку в Цюрихському університеті під керівництвом професора Освальда Гіра (1809–1883), який також викладав ентомологію. Шрьотер змінив свого наставника і був професором ботаніки в Цюрихському університеті з 1879 по 1925 рік; він ввів терміни «autecologie» (1896) і «synecologie» (1902). Крім того, «Planzenleben der Alpen» Шрьотера (1904–1908) «поклав початок розуміння зв'язків між ростом високогірних рослин та їх структурованим і суворим середовищем». Його книга «містить більшість знань того часу про вплив висоти, ґрунту,

клімату та інших екологічних факторів на альпійські рослини та рослинні угруповання» (Gigon et al. 1981). Його книга «містить більшість знань того часу про вплив висоти, ґрунту, клімату та інших екологічних факторів на альпійські рослини та рослинні угруповання». Хоча Конгрес 1910 року не повністю прийняв пропозиції Шрьотера та Флахолта, у 1913 році їхня пропозиція стала основою для Цюрихсько-Монпельської школи фітосоціології. Проте їхні методи «були застосовні не всюди, особливо в Скандинавії з її обмеженою флорою». Тому утворилися інші регіональні школи, а уніфікація концепцій і методів стала недосяжною мрією.

**8.2.2. Альфред Воллес.** Альфред Рассел Воллес англійський натураліст, дослідник, географ, антрополог, біолог та ілюстратор. Відомий тим, що незалежно від Ч. Дарвіна створив теорію еволюції через природний відбір. Його стаття 1858 року на цю тему була опублікована того ж року разом із уривками з попередніх робіт Чарльза Дарвіна на цю тему. Це спонукало Дарвіна відкласти «велику книгу про види», яку він готував, і швидко написати її анотацію, опубліковану в 1859 році під назвою «Про походження видів».

Альфред Рассел Воллес народився 8 січня 1823 року в Лланбадоку, графство Монмутшир. Він був восьмим із дев'яти дітей, народжених Мері Енн Воллес (уроджена Грінел) і Томасом Вір Воллес. Його мати була англійкою, а батько мав шотландське походження. Його сім'я стверджувала про зв'язок з Вільямом Воллесом, лідером шотландських військ під час війн за незалежність Шотландії в 13 столітті. Батько Воллеса отримав юридичну освіту, але ніколи не практикував. Він володів деякою прибутковою власністю, але невдалі інвестиції та невдалі бізнес-підприємства призводили до постійного погіршення фінансового становища родини. Мати Воллеса походила з сім'ї середнього класу в Хартфорді, куди його сім'я переїхала, коли Воллесу було п'ять років. Він відвідував Гертфордську гімназію до 1837 року, коли йому виповнилося 14 років, нормальний вік для закінчення навчання учня, який не вступає до університету.

Потім Воллес переїхав до Лондона, щоб жити у свого старшого брата Джоні, 19-річного учня будівельника. Це був тимчасовий захід, поки Вільям, його старший брат, не був готовий взяти його учнем землеміра. Перебуваючи в Лондоні, Альфред відвідував лекції та читав книги в Лондонському інституті механіки. Він покинув Лондон у 1837 році, щоб жити з Вільямом і працювати його учнем протягом шести років. Вони неодноразово переїжджали в різні місця Середнього Уельсу. Потім, наприкінці 1839 року вони переїхали до Кінгтона, Герефордшир, поблизу кордону з Уельсом, перш ніж зрештою оселитися в Ніті в Уельсі. Між 1840 і 1843 роками Воллес працював землеміром у сільській місцевості на заході Англії та Уельсу.

Одним із результатів ранніх подорожей Воллеса є сучасна суперечка щодо його національності. Оскільки, він народився в графстві Монмутшир, деякі джерела вважають його валлійцем. Інші історики поставили це під сумнів, оскільки жоден із його батьків не був валлійцем, його родина лише недовго жила в Монмутширі. Валлійці, яких Воллес знав у дитинстві, вважали його англійцем, тому що він постійно називав себе англійцем, а не валлійцем. Один дослідник Воллеса заявив, що найбільш розумною інтерпретацією є те, що він був англійцем, народженим в Уельсі.

У 1843 році батько Воллеса помер, і зниження попиту на геодезичні роботи означало, що бізнес Вільяма не давав прибутку. Воллес був безробітним, а потім на початку 1844 року його залучили до колегіальної школи в Лестері викладати малювання, складання карт і геодезію. Одного вечора Воллес познайомився з ентомологом Генрі Бейтсом, якому було 19 років, і він опублікував у 1843 році статтю про жуків у журналі *Zoologist*. Він подружився з Воллесом і почав збирати комах. Воллеса зацікавили книги Джорджа Комба «Будова людини», Томаса Роберта Мальтуса «Нарис про принцип народонаселення», Олександра фон Гумбольдта «Особистий наратив», Чарльза Лайелла «Дарвінівський журнал» («Подорож «Бігля») і «Принципи геології»

Коли брат Воллеса Вільям помер у березні 1845 року, Воллес залишив свою викладацьку посаду, щоб взяти під контроль фірму свого брата в Ніті, але його брат Джон і він не змогли змусити бізнес успішно працювати. Через кілька місяців він знайшов роботу інженера-будівельника в сусідній фірмі, яка працювала над обстеженням пропонованої залізниці в долині Ніт. Робота Воллеса над дослідженням проходила здебільшого на відкритому повітрі в сільській місцевості, що дозволяло йому віддатися своїй новій пристрасті — колекціонуванню комах.

Воллес переконав свого брата Джона приєднатися до нього у створенні іншої архітектурної та будівельної фірми. Він виконував проекти, включаючи проектування будівлі для Інституту механіки Ніта, заснованого в 1843 році. Вільям Джевонс, засновник цього інституту, був вражений Воллесом і переконав його читати там лекції з науки та техніки. Восени 1846 року Джон і він купили котедж поблизу Ніта, де вони жили зі своєю матір'ю та сестрою Фанні. У цей період він обмінювався листами з Бейтсом про книги. Він перечитав «Журнал Дарвіна» і сказав: «Як журнал наукового мандрівника, він поступається лише «Особистому оповіданню» Гумбольдта — як твір загального інтересу, можливо, перевершує його». У 1845 році Воллеса переконав анонімно опублікований трактат Роберта Чемберса про прогресивний розвиток «Залишки природної історії творіння», і він виявив, що Бейтс налаштований більш критично.

Натхненний хроніками ранніх і сучасних мандрівних натуралістів, Воллес вирішив поїхати за кордон. Пізніше він писав, що «Журнал Дарвіна» та «Особиста розповідь Гумбольдта» були «двома роботами, натхненням яких я завдячував своєю рішучістю відвідати тропіки як колекціонер». Після прочитання «Подорож вгору по річці Амазонці» Вільяма Генрі Едвардса, Воллес і Бейтс підрахував, що, збираючи та продаючи зразки природничої історії, такі як птахи та комахи, вони могли б покрити свої витрати з перспективою гарного прибутку. Тому, вони залучили як свого агента Семюеля Стівенса, який рекламуватиме та організовуватиме продаж установам і приватним колекціонерам за комісію у розмірі 20% від продажів плюс 5% від відправлення вантажу та грошових переказів.

У 1848 році Воллес і Бейтс вирушили до Бразилії на борту «Mischief». Вони мали намір зібрати комах та інші екземпляри тварин у тропічних лісах Амазонки для своїх приватних колекцій, продавши дублікати музеям і колекціонерам у Великобританії, щоб профінансувати подорож. Воллес також сподівався зібрати докази трансмутації видів. Бейтс і він провели більшу частину свого першого року, збираючи зразки поблизу Белема, потім досліджували територію окремо, час від часу зустрічаючись, щоб обговорити свої відкриття. У 1849 році до них ненадовго приєднався інший молодий дослідник, ботанік Річард Спрус, разом із молодшим братом Воллеса Гербертом. Невдовзі Герберт поїхав (помер через два роки від жовтої лихоманки), але Спрус, як і Бейтс, витратить більше десяти років на колекціонування в Південній Америці. Воллес провів чотири роки, створюючи карти Ріо-Негро, збираючи зразки та роблячи нотатки про народи та мови, з якими він зустрічався, а також про географію, флору та фауну.

12 липня 1852 року Воллес вирушив до Великобританії на бригу «Helen». Після 25 днів у морі вантаж судна загорівся, і екіпаж був змушений покинути судно. Усі екземпляри, які мав Воллес на кораблі, в основному зібрані протягом останніх і найцікавіших двох років його подорожі, були втрачені. Йому вдалося зберегти лише кілька нотаток і начерків олівцем. Воллес і команда провели десять днів у відкритому човні, перш ніж їх підібрав бриг «Jordeson», який плів з Куби до Лондона. Провіант на «Jordeson» був обмежений через несподіваних пасажирів, але після важкого переходу на невеликих пайках корабель досяг місця призначення 1 жовтня 1852 року.

На щастя Стівенс застрахував втрачену колекцію на 200 фунтів стерлінгів. Після повернення до Британії Воллес провів 18 місяців у Лондоні, живучи на страхові виплати та продаючи кілька екземплярів, які були відправлені додому раніше. Протягом цього періоду, незважаючи на те, що він втратив майже всі нотатки своєї південноамериканської експедиції, він написав шість наукових робіт (включаючи «Про мавп Амазонки») і дві книги «Пальми Амазонки та їх використання та подорожі по Амазонці». У той же час він налагодив зв'язки з кількома іншими британськими натуралістами.

Бейтс та інші природодослідники та мисливці за цікавинками колекціонували в районі Амазонки а Воллеса більше цікавили нові можливості на Малайському архіпелазі, про що свідчать подорожі Іди Лори Пфайффер, і цінні зразки комах, які вона збрала, частину яких Стівенс продавав як її агент. У березні 1853 року Воллес написав серу Джеймсу Бруку, раджі Сараваку, який тоді перебував у Лондоні, і той організував допомогу Воллесу в Сараваку.

У червні Воллес написав Мерчисону в Королівське географічне товариство (RGS) з проханням про підтримку, пропонуючи знову фінансувати свої дослідження повністю за рахунок продажу дублікатів колекцій. Пізніше він згадував, що під час досліджень у кімнаті комах



Британського музею його познайомили з Дарвіном, і вони «провели кілька хвилин бесіди. Після представлення статті та великої карти Ріо-Негро до RGS, Воллес був обраний членом товариства 27 лютого 1854 року. Безкоштовний проїзд на кораблях Королівського флоту був зупинений через Кримську війну, але зрештою RGS профінансував подорож першим класом на пароплавах P&O. Воллес і його молодий помічник Чарльз Аллен зійшли на корабель у Саутгемптоні 4 березня 1854 року. Після сухопутної подорожі до Суеца та ще однієї зміни корабля на Цейлоні вони висадилися в Сінгапурі 19 квітня 1854 року.

З 1854 по 1862 рік Воллес подорожував навколо островів Малайського архіпелагу або Ост-Індії (нині Сінгапур, Малайзія та Індонезія). Його головною метою було «отримання зразків природної історії, як для моєї приватної колекції, так і для постачання дублікатів музеям і аматорам». Окрім Аллена, він «зазвичай наймав одного-двох, а іноді й трьох малайських слуг» як помічників і платив великій кількості місцевих жителів у різних місцях, щоб вони привозили зразки. Його загальна кількість складала 125 660 зразків, більшість з яких були комахами, включаючи понад 83 000 жуків. Кілька тисяч зразків представляли види, нові для наук. Загалом більше тридцяти чоловік працювали на нього на певному етапі як штатні платні інкасатори. Він також найняв гідів, носильників, кухарів і екіпаж човнів, тому на нього працювало понад 100 осіб.

Зібравши експедиції до Букіт-Тімах-Хілл у Сінгапурі та до Малакки, Воллес і Аллен досягли Саравака в жовтні 1855 року, де їх зустрів у Кучінгу спадкоємець сера Джеймса Брука, капітан Джон Брук. Воллес найняв малайця на ім'я Алі в якості загального слуги та кухаря, і провів початок дощового сезону 1856 року в невеликому будиночку Дьяків біля підніжжя гори Сантубонг, звідки відкривається вид на рукав річки Саравак. Він читав про поширення видів і написав свою «Саравакську статтю». У березні він переїхав на вугільну фабрику Сімуьон, якою керував Людвіг Вернер Хелмс, і доповнив колекціонування, заплативши робітникам по центу за кожну комаху. Зразок невідомої раніше літаючої деревної жаби *Rhacophorus nigropalmatus* (тепер її називають літаючою жабою Воллеса) походив від китайського робітника, який розповів Воллесу, що вона планує вниз. Місцеві жителі також допомагали відстрілювати орангутангів. Вони провели час із сером Джеймсом, а потім у лютому 1856 року Аллен вирішив залишитися з місіонерами в Кучінг.

Прибувши до Сінгапуру в травні 1856 року, Воллес найняв шкуродера птахів. З Алі як кухарем вони збиралися на два дні на Балі, а потім з 17 червня по 30 серпня на Ломбок. У грудні 1856 року Дарвін написав контактним особам по всьому світу, щоб отримати зразки для продовження дослідження варіацій під час одомашнення. У портовому місті Ломбок, Ампанам, Воллес писав, розповідаючи своєму агенту Стівенсу про відправлені екземпляри, включно з різновидом домашньої качки «для містера Дарвіна, і йому, можливо, також хотів би півня з джунглів, якого тут часто одомашнюють. У тому ж листі Воллес сказав, що птахи з Балі та Ломбок, розділених вузькою протокою, «належать до двох цілком різних зоологічних провінцій, крайні межі яких вони утворюють», Ява, Борнео, Суматра і Малакка, а також Австралія і Молуккські острови. Стівенс організував публікацію відповідних абзаців у січневому номері *The Zoologist* за 1857 рік. Після подальших досліджень цей зоогеографічний кордон зрештою став відомий як лінія Воллеса.

Алі став найнадійнішим помічником Воллеса, вмільм колекціонером і дослідником. Воллес зібрав і зберіг делікатні екземпляри комах, тоді як більшість птахів збрали і підготували його помічники; з них Алі зібрав і підготував близько 5000. Досліджуючи архіпелаг, Воллес уточнив свої думки про еволюцію та отримав своє знамените розуміння природного відбору. У 1858 році він надіслав Дарвіну статтю з викладом своєї теорії; вона була опублікована разом з описом теорії Дарвіна того ж року.

Розповіді про дослідження та пригоди Воллеса зрештою були опубліковані в 1869 році як «Малайський архіпелаг». Ця книга стала однією з найпопулярніших наукових досліджень 19 століття і ніколи не припиняла виходити із друку. Її високо оцінили такі вчені, як Дарвін (якому була присвячена книга), Лайєл і люди далекі від науки, наприклад, такі як знаменитий романіст народжений в Бердичеві Джозеф Конрад. Конрад назвав книгу своїм «улюбленим супутником» і використав інформацію з неї для кількох своїх романів, особливо про «Лорда Джима». Набір із 80

пташиних скелетів, зібраних Воллесом в Індонезії, зберігається в зоологічному музеї Кембриджського університету та описується як колекція із винятковим історичним значенням.

У 1862 році Воллес повернувся до Англії, де він переїхав до своєї сестри Фанні Сімс та її чоловіка Томаса. Відновлюючись після своїх подорожей, Воллес упорядковував свої колекції та читав численні лекції про свої пригоди та відкриття науковим товариствам, наприклад, таким як Зоологічне товариство Лондона. Пізніше того ж року він відвідав Дарвіна в Даун-Хаусі і подружився як з Лайєллом, так і з філософом Гербертом Спенсером. Протягом 1860-х років Воллес писав статті та читав лекції на захист природного відбору. Він листувався з Дарвіном на такі теми, як статевий відбір, попереджувальне забарвлення та можливий вплив природного відбору на гібридизацію та дивергенцію видів.

Після року залицянь Воллес у 1864 році заручився з молодою жінкою, яку у своїй автобіографії він назвав лише міс Л. Міс Л. була дочкою Льюїса Леслі, який грав у шахи з Воллесом, але вона розірвала заручини. У 1866 році Воллес одружився з Енні Міттен. Воллес познайомився з Міттен через ботаніка Річарда Спруса, який подружився з Воллесом у Бразилії та був другом батька Енні Міттен, Вільяма Міттена, експерта з мохів. У 1872 році Воллес побудував Делл, будинок з бетону, на землі, яку він орендував у Грейсі в Ессексі, де він жив до 1876 року. У Воллесів було троє дітей: Герберт (1867–1874), Вайолет (1869–1945) і Вільям (1871–1951).

Наприкінці 1860-х і 1870-х років Воллес був дуже стурбований фінансовою безпекою своєї сім'ї. Поки він був на Малайському архіпелазі, продаж зразків приніс значну суму грошей, яку ретельно вклав агент, який продавав зразки для Воллеса. Повернувшись до Великобританії, Воллес зробив серію невдалих інвестицій у залізницю та шахти, які розтратили більшу частину грошей, і він виявив, що сильно потребує доходів від публікації Малайського архіпелагу. Незважаючи на допомогу друзів, він так і не зміг отримати постійну оплачувану посаду, наприклад куратора в музеї. Щоб залишатися фінансово платоспроможним, Воллес працював на державних іспитах, написав 25 статей для публікації між 1872 і 1876 роками на різні скромні суми, і йому платили Лайєл і Дарвін за допомогу в редагуванні деяких їхніх робіт. У 1876 році Воллесу знадобився аванс у розмірі 500 фунтів стерлінгів від видавця «The Geographical Distribution of Animals», щоб уникнути необхідності продавати частину свого особистого майна. Дарвін добре знав про фінансові труднощі Воллеса та довго і наполегливо лобював, щоб Воллес отримав державну пенсію за його життєвий внесок у науку. Коли в 1881 році було призначено щорічну пенсію в розмірі 200 фунтів стерлінгів, це допомогло стабілізувати фінансове становище Воллеса, додавши дохід від його творів.

У 1880 році він опублікував «Острівне життя» як продовження «Географічного поширення тварин». У листопаді 1886 року Воллес розпочав десятимісячну поїздку до Сполучених Штатів, щоб прочитати серію популярних лекцій. Більшість лекцій були присвячені дарвінізму (еволюція через природний відбір), але він також виголошував промови про біогеографію, спиритизм і соціально-економічні реформи. Під час подорожі він возз'єднався зі своїм братом Джоном, який емігрував до Каліфорнії багато років тому. Він провів тиждень у Колорадо, де під керівництвом американського ботаніка Еліс Іствуд, досліджував флору Скелястих гір і збирав докази, які привели б його до теорії про те, як зледеніння могло пояснити певні спільні риси між гірською флорою Європи, Азії та Північної Америки, яку він опублікував у 1891 році в статті «Англійські та американські квіти». Він зустрічався з багатьма іншими видатними американськими натуралістами і переглядав їхні колекції. Його книга «Дарвінізм» 1889 року використала інформацію, яку він зібрав під час своєї подорожі по Америці, і інформацію, яку він зібрав для лекцій.

7 листопада 1913 року Воллес помер удома у віці 90 років у замському будинку, який він назвав «Old Orchard» і який він побудував десять років тому. Про його смерть широко повідомлялося в пресі. «Нью-Йорк Таймс» назвала його «останнім із гігантів, що належать до чудової групи інтелектуалів, що складається з Дарвіна, Хакслі, Спенсера, Лайєля, Оуена та інших вчених, чий сміливий дослідження зробили революцію та еволюцію ідей століття». Інший коментатор у тому ж виданні сказав: «Немає потреби приносити вибачення за кілька літературних чи наукових дурниць автора цієї великої книги про «Малайський архіпелаг». Деякі друзі Воллеса

запропонували поховати його у Вестмінстерському абатстві, але його дружина виконала його бажання і поховала його на маленькому кладовищі в Бродстоуні, Дорсет. Кілька видатних британських вчених сформували комітет, щоб поставити медальйон Воллеса у Вестмінстерському абатстві поблизу місця, де був похований Дарвін. Медальйон був відкритий 1 листопада 1915 року.

Воллес здійснив велику кількість польових досліджень, починаючи з басейну річки Амазонки. Потім він провів польові дослідження на Малайському архіпелазі, де визначив фауністичний вододіл, який тепер називається лінією Воллеса, що розділяє Індонезійський архіпелаг на дві окремі частини: західну частину, в якій тварини переважно азійського походження, і східну частину, де Тваринний світ відображає Австралазію. Його вважали провідним експертом 19-го століття з географічного розподілу видів тварин, його іноді називають «батьком біогеографії», або, точніше, зоогеографії. Воллес був одним із провідних еволюційних мислителів 19-го століття. Він працював над попереджувальним забарвленням у тварин (іноді відомим як ефект Воллеса). Книга Воллеса «Місце людини у Всесвіті» 1904 року була першою серйозною спробою біолога оцінити ймовірність життя на інших планетах. Він був одним із перших учених, хто написав серйозне дослідження того, чи є життя на Марсі.

**8.2.3. Карл Мебіус.** Більш цілеспрямованим і важливим для ранньої екології тварин було дослідження німецького зоолога Карла Августа Мебіуса (1825–1909) щодо устриць. Мебіус народився в Ейленбурзі в Саксонії. У віці чотирьох років він відвідував початкову школу в Bergschule Eilenburg, а у віці 12 років батько відправив його вчитися на вчителя. У 1844 році він з відзнакою склав іспити і почав працювати вчителем у Зезені, на північно-західному краю гірського масиву Гарц. У 1849 році за підтримки Олександра фон Гумбольдта він почав вивчати природничі науки та філософію в Музеї природознавства Берліна. Після закінчення навчання він з 1853 по 1868 рік викладав зоологію, ботаніку, мінералогію, географію, фізику та хімію в «Gelehrtenschule des Johanneums» у Гамбурзі.

У 1863 році він відкрив перший німецький акваріум з морською водою в Гамбурзі. У 1868 році, незабаром після здачі докторського іспиту в Університеті Галле, він був призначений професором зоології в Кільському університеті та директором Зоологічного музею. Морські тварини були одними з його основних дослідницьких інтересів, і його перша всеосяжна робота про фауну Кільської Бухти вже наголошувала на екологічних аспектах (*Die Fauna der Kieler Bucht* у співавторстві із Генріхом Адольфом Мейєром, опублікована у двох томах у 1865 та 1872 роках відповідно).

Між 1868 і 1870 роками Міністерство сільського господарства Пруссії доручило Мебіусу провести дослідження устричних банок Кільської затоки. У той час устриць збирали з природних грядок і продавали за дорогими цінами заможній еліті. Після будівництва залізниці та появи нових можливостей для експорту попит на устриці зріс у геометричній прогресії. У свою чергу, міністерство доручило Мебіусу вивчити потенціал для подальшої експлуатації устричних банок. Результатом досліджень Мебіуса стали дві визначні публікації: «Über Austern- und Miesmuschelzucht und Hebung derselben an der norddeutschen Küste» та «Die Auster und die Austernwirtschaft». Він дійшов висновку, що вирощування устриць не є реалістичним варіантом для Північної Німеччини. Що ще важливіше, він першим детально описав взаємодію між різними організмами в екосистемі устричних банок, ввівши термін «біоценоз». Це й донині залишається ключовим терміном у синекології

У 1888 році Мебіус став директором зоологічних колекцій Берлінського природознавчого музею та професором систематичної та географічної зоології в Берлінському університеті кайзера Вільгельма, де він викладав до виходу на пенсію у 1905 році у віці 80 років. Протягом усієї своєї кар'єри Мебіус підтримував освітні установи, такі як Берлінська Уранія, і зусилля з поширення знань про природничі науки.

Він народився в бідній родині і пройшов непростий шлях від учителя початкової школи в маленькому містечку до викладача середньої школи в Гамбурзі. Незабаром він працював у Гамбурзькому музеї природної історії, був співзасновником Гамбурзького зоопарку та планував перший у Німеччині громадський акваріум. Він навчався у Йоганнеса Мюллера в Берлінському

університеті, а в 1853 році став учителем у школі в Кілі. Із ним він став співавтором трактату про три класи молюсків (морські слимаки, морські равлики та молюски) у Кільській затоці. Трактат містив загальний вступ у томі 1, який є екологічним за обсягом і методологією. Тут використовував термін «Біоценоз», щоб позначити форми життя, які мають щось спільне. У вступі описано п'ять регіонів (зон), що простягаються від піщаного пляжу до морського дна на глибині 10 сажнів. Він також порівняв фауну Кільської затоки з фауною інших частин Північного моря. Цей трактат допоміг Мебіусу стати професором зоології Кільського університету в 1868 році.

Як згадувалося вище у 1869 році прусський уряд доручив йому вивчити французьку та англійську культуру устриць, щоб просувати цю культуру в німецьких водах. У «Die Auster und die Austernwirthschaft» (1877) Мебіус написав у розділі 10, що «Устричний берег – це біоценоз або соціальна спільнота». Він писав: «Якщо викинути земснаряд і протягнути його над морською рівниною між устричними пластами, на цьому мулистому дні буде знайдено менше тварин, а також інших, ніж на піску. Таким чином, кожне гніздо для устриць є певною мірою спільнотою живих істот, сукупністю видів і скупченням особин, які знаходять тут усе необхідне для свого росту та продовження, наприклад, відповідний ґрунт, достатню кількість їжі, необхідні відсоток солі і температура, сприятлива для їх розвитку. Кожен вид, який живе тут, представлений найбільшою кількістю особин, які можуть вирости до зрілості залежно від умов, які їх оточують, оскільки серед усіх видів кількість особин, які досягають зрілості в кожному періоді розмноження, набагато менша, ніж кількість зародків, виготовлені на той час.»

Він наголошував як на взаємозв'язках між окремими особами, так і між окремими особами та навколишнім середовищем, а також на тому, що біоценоз може змінюватися внаслідок зміни умов. Його термін набув популярності в Німеччині та інших країнах (Reise, 1980), хоча в англомовному вживанні переважало «спільнота» (community). Клементс і Шелфорд (1939) поставили під сумнів, чи мав на увазі Мебіус, що біоценоз включав рослини, а також тварин, оскільки його обговорення рослин обмежувалося заявою, що лише *Zostera* та деякі *Florideae* ростуть на устричних берегах і що десмідії та діатомові водорості є їжею для устриць. Оскільки Мебіус опублікував своє перше обговорення «біоценозу» у вступі до *Fauna der Kieler Bucht*, за рік до того, як Геккель ввів термін «оєкологія» (1866), дехто вважає Мебіуса засновником як концепції біоценозу, так і сучасної екології, навіть незважаючи на те, що більш чітка дискусія Мебіуса про біоценоз з'явилася в 1877 році. Концепція спільноти Мебіуса була синтезована з трьох основних напрямків думки, популярних у той час. Мебіус поєднав теорію Чарльза Дарвіна про природний відбір у «мережі життя» з періодичними асоціаціями Олександра фон Гумбольдта про рослини, як об'єкти нашого ландшафту та додав до них давню віру в природну гармонію або рівновагу природи.

### 8.3. Виникнення назви екологія

Впровадження в науковий обіг популяризація терміну екологія відбулося завдяки Ернсту Геккелю. Ернст Генріх Філіпп Август Геккель – німецький зоолог, натураліст, євгенік, філософ, лікар, професор, морський біолог і художник. Він відкрив, описав і назвав тисячі нових видів, склав генеалогічне дерево, що пов'язує всі форми життя, і ввів багато термінів у біології, включаючи екологію, тип, філогенію, і *Protista*. Геккель сприяв і популяризував роботу Чарльза Дарвіна в Німеччині і розвинув впливову, але вже не широко поширену теорію повторення («онтогенез підсумовує філогенез»), стверджуючи, що біологічний розвиток окремого організму, або онтогенез, паралельний і підсумовує еволюційний розвиток його виду, або філогенез. Опубліковані твори Геккеля включають понад 100 детальних багатоколірних ілюстрацій тварин і морських істот, зібраних у його *Kunstformen der Natur* («Художні форми природи»), книзі, яка згодом вплине на мистецький рух модерн. Разом із тим він був промоутером наукового расизму і прийняв ідею соціального дарвінізму. Він був першим, хто охарактеризував Велику війну як «першу» світову, що він зробив ще в 1914 році.

Ернст Геккель народився 16 лютого 1834 року в Потсдамі. У 1852 році Геккель закінчив навчання в *Domgymnasium*, кафедральній середній школі Мерзебурга. Потім він вивчав медицину

в Берліні та Вюрцбурзі, зокрема у Альберта фон Келлікера, Франца Лейдіга, Рудольфа Вірхова (з яким він пізніше недовго працював асистентом), а також з анатомом-фізіологом Йоганнесом Петером Мюллером. Разом з Германом Штойднером відвідував лекції ботаніки у Вюрцбурзі. У 1857 році Геккель отримав ступінь доктора медицини, а згодом отримав ліцензію на медичну практику. Професія лікаря здавалася Геккелю менш вартою після контакту зі страждаючими пацієнтами. Він навчався у Карла Гегенбаура в Єнському університеті протягом трьох років, здобувши ступінь габілітації з порівняльної анатомії в 1861 році, перш ніж стати професором зоології в Єнському університеті, де він залишався протягом 47 років, з 1862 по 1909 рік. Між 1859 і 1866 Геккель працював над багатьма типами тварин, такими як радіолярії, губки і кільчасті черви. Під час подорожі до Середземного моря Геккель назвав майже 150 нових видів радіолярій. У 1864 році померла його перша дружина Анна Сете. Геккель присвятив їй деякі види медуз, які він вважав красивими (наприклад, *Desmonema annasethe*).

З 1866 по 1867 рік Геккель здійснив тривалу подорож на Канарські острови з Германом Фолем. 17 жовтня 1866 року він прибув до Лондона. Протягом наступних кількох днів він зустрівся з Чарльзом Лайеллом і відвідав Томаса Хакслі та його родину в їхньому домі. 21 жовтня він відвідав Чарльза Дарвіна в Down House в Кенті. У 1867 році він одружився з Агнес Гушке. У 1868 році у них народився син Волтер, у 1871 році — дочки Елізабет, у 1873 році — Емма. У 1869 році він подорожував як дослідник до Норвегії, у 1871 році до Хорватії (де він жив на острові Хвар у монастирі) а у 1873 році до Єгипту, Туреччини та Греції. У 1907 році він побудував музей у Єні, щоб навчати публіку еволюції. Геккель залишив викладацьку роботу в 1909 році, а в 1910 році він вийшов з євангельської церкви Пруссії. З нагоди святкування свого 80-річчя йому подарували двотомну працю під назвою «Was wir Ernst Haeckel verdanken» (Чим ми завдячуємо Ернсту Геккелю), відредаговану на прохання німецького Monistenbund Генріхом Шмідтом з Єни

Дружина Геккеля, Агнес, померла в 1915 році, і він став значно слабкішим, зламавши ногу та руку. Він продав свою «Віллу Медуза» в Єні в 1918 році фонду Карла Цейса, який зберіг його бібліотеку. Геккель помер 9 серпня 1919 року.

Незважаючи на те, що ідеї Геккеля важливі для історії еволюційної теорії, і хоча він був компетентним анатомом безхребетних, найбільш відомим своєю роботою про радіолярії, багато спекулятивних концепцій, які він відстоював, зараз вважаються невірними. Наприклад, Геккель описав і назвав гіпотетичні предкові мікроорганізми, які ніколи не були знайдені.

Він одним із перших розглядав психологію як розділ фізіології. Він також запропонував термін царство *Protista* у 1866 році. Слово екологія (нім. *Ökologie*) було також було введено в 1866 році. Його головні інтереси полягали в еволюції та процесах розвитку життя загалом, включаючи розвиток не випадкових форм, що завершилося чудово ілюстрованим *Kunstformen der Natur* (Мистецькі форми природи). Геккель не підтримував природний відбір, радше вірив у ламаркізм.

Геккель висунув версію більш ранньої теорії рекапітуляції, раніше викладеної Етьеном Серресом у 1820-х роках і підтриманої послідовниками Етьєна Жоффруа Сент-Ілера, включаючи Роберта Едмонда Гранта. Він запропонував зв'язок між онтогенезом (розвитком форми) і філогенезом (еволюційним походженням), підсумований Геккелем у фразі "онтогенез підсумовує філогенез". Його концепцію рекапітуляції було спростовано в тому вигляді, в якому він її надав (тепер це називається «сильна рекапітуляція»), на користь ідей, вперше висунутих Карлом Ернстом фон Бером. Гіпотеза сильної рекапітуляції розглядає онтогенез як повторювані форми дорослих предків, у той час як слабка рекапітуляція означає, що те, що повторюється (і будується на основі), є процесом ембріонального розвитку предків. Геккель підтвердив теорію малюнками ембріонів, які згодом виявилися надто спрощеними та частково неточними, і ця теорія зараз вважається надмірним спрощенням досить складних взаємозв'язків, однак порівняння ембріонів залишається потужним способом продемонструвати, що всі тварини є пов'язані. Геккель ввів поняття гетерохронії, зміни часу ембріонального розвитку в ході еволюції.

Геккель був яскравою фігурою, яка іноді робила великі, ненаукові висновки з наявних доказів. Наприклад, у той час, коли Дарвін опублікував «Походження видів шляхом природного відбору» Геккель постулював, що докази еволюції людини будуть знайдені в Голландській Ост-Індії (нині Індонезія). На той час ще не було виявлено жодних останків предків людини. Він дуже

детально описав ці теоретичні залишки і навіть назвав ще не знайдений вид *Pithecanthropus alalus* і доручив своїм студентам, таким як Річард і Оскар Гертвіг, піти і знайти його. Один студент таки знайшов деякі останки. Голландець на ім'я Ежен Дюбуа, який досліджував Ост-Індію з 1887 по 1895 рік, виявив останки Яванської людини в 1891 році, що склалися з верхівки черепа, стегнової кістки та кількох зубів. Ці останки є одними з найдавніших останків гомінідів, коли-небудь знайдених. Дюбуа класифікував яванську людину як пітекантроп Геккеля, хоча пізніше вони були наново класифіковані як *Homo erectus*. Деякі вчені того часу припускали, що Яванська людина Дюбуа – це потенційна проміжна форма між сучасними людьми та спільним предком, якого ми маємо разом з іншими людиноподібними мавпами. Сучасний консенсус антропологів полягає в тому, що прямими предками сучасної людини були африканські популяції *Homo erectus* (можливо, *Homo ergaster*), а не азіатські популяції, прикладами яких є яванська людина чи синантроп. За іронією долі, новий вид людини, *Homo floresiensis*, карликовий тип людини, нещодавно був виявлений на острові Флорес.

Креаціоністський полігенізм Семюеля Джорджа Мортон та Луїса Агасіса, який представляв людські раси як окремо створені види, був відкинутий Чарльзом Дарвіном, який стверджував про моногенез людського виду та африканське походження сучасних людей. На відміну від більшості прихильників Дарвіна, Геккель висунув доктрину еволюційного полігенізму, засновану на ідеях лінгвіста Августа Шлейхера, згідно з якою кілька різних мов виникли окремо від безмовних долюдських *Urmenschen* (нім.: пралюди), які самі мали походять від мавпячих предків. Ці окремі мови завершили перехід від тварин до людини, і під впливом кожної головної гілки мови людей еволюціонували. Це було своєрідним ламарківським вживанням-спадкуванням за яким окремі види, можна було розділити на раси. З цього Геккель вивів висновок, що мови з найбільшим потенціалом дають людські раси з найбільшим потенціалом, очолювані семітською та індогерманською групами, з берберською, єврейською, греко-римською та германською різновидами на передньому плані.

Погляд Геккеля можна розглядати як попередника поглядів Карлтона Куна, який також вважав, що людські раси еволюціонували незалежно та паралельно одна одній. Згодом ці ідеї втратили популярність. Геккель також застосував гіпотезу полігенізму до сучасної різноманітності людських груп. Він став ключовою фігурою в соціальному дарвінізмі та провідним прихильником наукового расизму.

Геккель поділив людей на десять рас, серед яких кавказька була найвищою, а первісні були приречені на вимирання. На його думку, «негри» були дикунами, а білі — найбільш цивілізованими: наприклад, він стверджував, що «негри» мають сильніші та вільно рухливі пальці на ногах, ніж будь-яка інша раса, що, як він стверджував, є доказом їх були менш розвиненими, що змусило його порівняти їх із «чотирирукими» мавпами». У своїй роботі «Онтогенез і філогенез» палеонтолог Гарвардського університету Стівен Джей Гулд писав: «Еволюційний расизм Геккеля його заклик до німецького народу до расової чистоти та непохитної відданості «справедливій» державі; його віра в те, що суворі, неблаганні закони еволюції керують людською цивілізацією і природа, яка надає привілейованим расам право домінувати над іншими... все це сприяло підйому нацизму». У своїй передмові до книги ідеолога нацистської партії Альфреда Розенберга 1930 року Пітер Піл стверджує, що Розенберг справді читав Геккеля. У тому ж руслі думок історик Даніель Гасман стверджує, що ідеологія Геккеля стимулювала народження фашистської ідеології в Італії та Франції. Однак Роберт Дж. Річардс зазначає: «Геккель під час своїх подорожей Цейлоном та Індонезією часто встановлював тісніші та інтимніші стосунки з тубільцями, навіть представниками недоторканих класів, ніж з європейськими колоніалами». і каже, що нацисти відкинули Геккеля, оскільки він виступав проти антисемітизму, підтримуючи ідеї, які їм не подобалися (наприклад, атеїзм, фемінізм, інтернаціоналізм, пацифізм тощо).

Геккель стверджував, що походження людства слід шукати в Азії: він вважав, що Індостан (Індійський субконтинент) був фактичним місцем, де еволюціонували перші люди. Геккель стверджував, що люди тісно пов'язані з приматами Південно-Східної Азії, і відкидав гіпотезу Дарвіна про Африку. Пізніше Геккель заявив, що відсутню ланку можна знайти на втраченому континенті Лемурія, розташованому в Індійському океані. Він вважав, що Лемурія була

батьківщиною перших людей і що Азія була батьківщиною багатьох найдавніших приматів; таким чином він підтверджував, що Азія була колыскою еволюції гомінідів. Геккель також стверджував, що Лемурія з'єднувала Азію та Африку, що дозволило людям мігрувати до решти світу. У книзі Геккеля «Історія створення» (1884) він включив шляхи міграції, якими, на його думку, перші люди користувалися за межами Лемурії.

#### 8.4. Виокремлення екології в самостійну наукову дисципліну

Екологія має складну історію походження завдяки своїй міждисциплінарній природі. Давньогрецькі філософи, такі як Гіппократ і Аристотель, були одними з перших, хто записав спостереження з природної історії. Однак, вони розглядали життя з точки зору есенціалізму, де види концептуалізувалися як статичні незмінні речі, а різновиди розглядалися як аберації ідеалізованого типу. Це контрастує з сучасним розумінням екологічної теорії, де різновиди розглядаються як справжні явища, що представляють інтерес і відіграють роль у виникненні адаптацій за допомогою природного відбору. Ранні концепції екології, такі як баланс і регуляція в природі, можна простежити до Геродота, який описав один із найперших звітів про мутуалізм у своїх спостереженнях про «природну стоматологію». Нільські крокодили, зазначив він, відкривали роти, щоб дати куликам безпечний доступ для виривання п'явок, забезпечуючи харчування куликів і гігієну порожнини рота для крокодилів.

Аристотель мав ранній вплив на філософський розвиток екології. Він і його учень Теофраст зробили широкі спостереження за міграціями рослин і тварин, біогеографією, фізіологією та їхньою поведінкою, давши ранній аналог сучасної концепції екологічної ніші.

Екологічні концепції, такі як харчові ланцюги, регуляція популяції та продуктивність, були вперше розроблені в 1700-х роках через опубліковані роботи мікроскопіста Антоні ван Левенгука та ботаніка Річарда Бредлі. Біогеограф Олександр фон Гумбольдт першовідкривачем екологічного мислення та був одним із перших, хто визнав екологічні градієнти, коли види замінюються або змінюються у формі вздовж екологічних градієнтів, таких як кліна, що утворюється вздовж підвищення висоти. Гумбольдт черпав натхнення в Ісаака Ньютона, коли він розробив форму «земної фізики». У ньютонівському стилі він привніс наукову точність вимірювання в природну історію і навіть посилався на концепції, які є основою сучасного екологічного закону про зв'язки між видами та територіями. Історики природи, такі як Гумбольдт, Джеймс Хаттон і Жан-Батист Ламарк (серед інших), заклали основи сучасних екологічних наук.

Думки щодо того, хто був засновником сучасної екологічної теорії, розходяться. Деякі вважають визначення Геккеля початком, інші кажуть, що це був Євгеніус Вармінг або Карл Лінней із його концепцією економії природи. Його праці вплинули на Чарльза Дарвіна, який прийняв фразу Ліннея про економіку або державний устрій природи в «Походженні видів» Ліннея був першим, хто сформулював баланс природи, як перевірену гіпотезу. Геккель, який захоплювався роботами Дарвіна, визначив екологію як економіку природи, що змусило декого сумніватися, чи є екологія та економіка природи синонімами.

Від Аристотеля до Дарвіна природний світ переважно вважався статичним і незмінним. До «Походження видів» динамічні та взаємні зв'язки між організмами, їхніми пристосуваннями та навколишнім середовищем мало оцінювали чи розуміли. Винятком є публікація Гілберта Вайта (1720–1793) «Природна історія Селборна» 1789 року, яку деякі вважають одним із найперших текстів з екології. Еволюційна теорія змінила підхід дослідників до екологічних наук.

Сучасна екологія – це молода наука, яка вперше привернула значну наукову увагу наприкінці 19 століття. На початку 20 століття екологія перейшла від більш описової форми природи до більш аналітичної форми із усіма аспектами наукового методу. Фредерік Клементс опублікував першу американську книгу з екології в 1905 році, представивши ідею рослинних угруповань як суперорганізму. Ця публікація започаткувала дискусію між екологічним холізмом та індивідуалізмом, яка тривала до 1970-х років. Концепція суперорганізму Клементса припускала, що екосистеми проходять регулярні та певні стадії послідовного розвитку, аналогічні стадіям розвитку організму. Клементсіанська парадигма була оскаржена Генрі Глісоном, який заявив, що

екологічні спільноти розвиваються з унікальної та випадкової асоціації окремих організмів. Цей зсув у сприйнятті знову зосередив увагу на історії життя окремих організмів і на тому, як це пов'язано з розвитком громадських асоціацій. Клементсіанська теорія суперорганізму була надмірно розширеним застосуванням ідеалістичної форми холізму. Термін «холізм» був введений у 1926 році Яном Крістіаном Смутсом, південноафриканським полководцем та історичною постаттю, яка черпала натхнення від концепції суперорганізму Клементса.

Приблизно в той же час Чарльз Елтон вперше запровадив концепцію харчових ланцюгів. у своїй класичній книзі «Екологія тварин». Елтон визначив екологічні відносини, використовуючи поняття харчових ланцюгів, харчових циклів і розміру їжі, а також описав чисельні співвідношення між різними функціональними групами та їхню відносну кількість. У наступному екологічному тексті «харчовий цикл» Елтона було замінено на «харчову мережу». Альфред Дж. Лотка привніс багато теоретичних концепцій застосування термодинамічних принципів до екології.

У 1942 році Реймонд Ліндемман написав знаменну статтю про трофічну динаміку екології, яка була опублікована посмертно після того, як спочатку була відхилена через її теоретичний акцент. Динаміка трофічних процесів стала основою для більшої частини роботи, яка слідує щодо потоку енергії та матеріалу через екосистеми. Роберт Макартур розвинув математичну теорію, прогнози та тести в екології в 1950-х роках, що надихнуло відродження школи теоретичних математичних екологів.

Екологія також розвивалася завдяки внеску інших націй, зокрема українському академіку Володимирі Вернадському, який заснував концепцію біосфери у 1920-х роках та японцю Кінджі Іманіші та його концепціям гармонії в природі та сегрегації середовищ існування в 1950-х роках.

Інтерес до екології зріс у популярній та науковій сфері під час розгортання «екологічного» руху 1960–1970-х років. Існують міцні історичні та наукові зв'язки між екологією, управлінням навколишнім середовищем і його охороною. Історичний наголос і поетичні натуралістичні твори, які виступають за захист диких місць відомими екологами в історії природоохоронної біології, такими як Олдо Леопольд і Артур Генслі, вважалися далекими від міських центрів, де, як стверджується, концентрація забруднення і деградація навколишнього середовища знаходиться на низькому рівні.

У 1962 році книга морського біолога та еколога Рейчел Карсон «Тиха весна» допомогла мобілізувати екологічний рух, попередивши громадськість про токсичні пестициди, такі як ДДТ, які накопичуються в навколишньому середовищі. Карсон використав екологічну науку, щоб пов'язати виділення токсинів із навколишнього середовища зі здоров'ям людини та екосистеми. Відтоді екологи працювали над тим, щоб поєднати своє розуміння деградації екосистем планети з екологічною політикою, законодавством, відновленням та управлінням природними ресурсами.

Таким, чином відбулося поєднання двох процесів, які виокремили екологію в окремий самостійний розділ біології. З одного боку, це природний розвиток екологічних досліджень від описового підходу до аналітичного із побудовою системи власних теорій. З другого боку, шалений ріст популярності усього пов'язаного із екологією в другій половині ХХ століття на фоні кризи відносин із довкіллям.

## **8.5. Формування основних екологічних шкіл та напрямків.**

Під час кристалізації екологічних знань в екологічну науку спостерігалася конкуренція між різними підходами до розгляду окремих питань. Навколо яскравих особистостей формувалися наукові школи, вплив яких поширювався на окремі країни чи навіть групи країн. Крім того, в межах цих шкіл зосереджувалися на окремих теоріях. Це призвело до того, що на середину ХХ століття було утворено декілька окремих екологічних шкіл.

**8.5.1. Скандинавсько-Балтійська екологічна школа.** Після Міжнародного ботанічного конгресу у Брюсселі (1910) відбулася перша формалізація екологічних понять. Наприклад, найменшою одиницею рослинного покриву було прийнято вважати асоціацію. Однак, шведські екологи та геоботаніки вважали елементарною одиницею формацію. Також вони вважали що



подібні формації можна об'єднувати а асоціацію. Такий підхід поширився ще в 40-их роках XIX століття на інші країни Балтії та Скандинавії. Так відбулося відокремлення упсальської (шведської) школи, яка поширивши свій вплив на сусідні країни стала Скандинавсько-Балтійською екологічною школою.

Те, що саме Упсала стала центром кристалізації нового екологічного напрямку не випадковість. Це пов'язано із знаменитим Упсальським університетом. Як і більшість середньовічних університетів, Упсальський університет спочатку виріс із церковного центру. Упсальська єпархія була однією з найважливіших кафедр Швеції відтоді, як християнство вперше поширилося в цьому регіоні в дев'ятому столітті. Упсала також довгий час була центром регіональної торгівлі та містила поселення, що сягають глибокого Середньовіччя. Як і у випадку з більшістю середньовічних університетів, Упсальський університет спочатку був заснований папською буллою. Упсальська булла, яка надала університету його корпоративні права, була видана Папою Сікстом IV у 1477 році та встановила кілька положень. Серед найважливіших з них було те, що університет офіційно отримав ті самі свободи та привілеї, що й Болонський університет. Це включало право заснувати чотири традиційні факультети теології, права (канонічного права та римського права), медицини та філософії, а також присуджувати ступені бакалавра, магістра, ліценціата та доктора. Архієпископ Упсали також був призначений канцлером університету і відповідав за збереження прав і привілеїв університету та його членів.

Бурхливий період реформації короля Густава Вази призвів до зменшення і без того відносно незначної кількості студентів в Упсалі, яка вважалася центром католицизму та потенційної нелояльності до корони. Шведські студенти зазвичай їздили до одного з протестантських університетів Німеччини, особливо Віттенберга.

Наприкінці століття ситуація змінилася, і Упсала стала bastіоном лютеранства, яке герцог Карл, третій із синів Густава Вази, що згодом став королем (як Карл IX), використав для зміцнення своєї влади та, зрештою, вигнання свого племінника Сигізмунда III Ваза з престолу. Упсальський синод у 1593 році заснував лютеранську ортодоксію в Швеції, а Карл і Державна рада надали нові привілеї університету 1 серпня того ж року.

Теологія все ще мала перевагу, але в привілеях 1593 р. також підкреслювалося значення університету для навчання світських службовців держави. Три з семи професорських кафедр були в теології; а з чотирьох інших троє займалися астрономією, фізикою (або загальними природничими науками) і латинським красномовством. Восьма кафедра медицини була створена у 1595 році, але протягом кількох років не отримувала жодного призначення. У 1599 р. кількість студентів становила приблизно 150 осіб. У 1600 р. відбулося перше пореформене присудження ступенів. Того ж року антиквар і містик Йоганнес Буреус розробив і вигравірував печатку університету, яка сьогодні використовується як частина логотипу.

Важливу роль у реформах шведської держави на початку 17-го століття відіграв канцлер Аксель Оксенстіерна, який протягом тривалого часу сильно впливав на керування країною, провів свої студентські роки в німецьких університетах і останні роки перед смертю також був канцлером Упсальського університету. Король Густав Адольф виявив до університету жвавий інтерес і збільшив професорські кафедри з восьми до тринадцяти в 1620 році, а потім знову до сімнадцяти в 1621 році. У 1624 році король пожертвував «навіки» всю свою успадковану особисту власність у провінціях Уппланд і Вестманланд, близько 300 ферм, млинів та інших джерел доходу.

Колишній приватний учитель короля, Йохан Скітте, який був призначений ректором університету в 1622 році, пожертвував Скіттську кафедру красномовства та державного управління, яка існує досі. Стабільну структуру університет отримав зі своєю конституцією 1626 р. Керівником університету мав бути канцлер, а його заступником — «проканцлер» (завжди архієпископ за посадою). Безпосереднім правилом була відповідальність консисторії, до якої належали всі професори університету, і *rector magnificus*, який обирався на семестр; остання позиція поширювалася серед професорів, кожен з яких іноді обіймав її кілька разів

Початок 18 століття все ще характеризувався поєднанням лютеранської ортодоксії та класичної філології попереднього століття, але з часом більший акцент стався на науках і практично корисних знаннях. Математик-новатор і фізик Самуель Клінгенштірна (1698–1765)

отримав звання професора в 1728 році, фізик і астроном Андерс Цельсій в 1729 році, а Карл Лінней був зроблений професором медицини та ботаніки в 1741 році. Саме його екологічні роботи, та авторитет стали першоосновою для розростання в майбутній напрямок екології. У 1759 році, після пожертвування, була заснована ще одна кафедра економіки – Боргстрьомівська професорська кафедра «практичної економіки». Це означало практичне застосування природничих наук для економічних цілей. Згодом вона перетворилася на кафедру фізіологічної ботаніки. Іншим чудовим королівським подарунком був великий бароковий сад замку, подарований Густавом III університету, коли було очевидно, що старого ботанічного саду недостатньо. Велика нова оранжерея була побудована архітектором Луї Жаном Депре. Згодом було додано додаткові території, що примикають до барокового саду. Старий сад Рудбека та Ліннея здебільшого занепав, але був реконструйований у 1918–1923 роках відповідно до специфікацій Ліннея в його праці «Hortus Upsaliensis» 1745 року.

У 40-их роках XIX століття Г. Пост (Post, 1842) висунув ідею виділення окремих екологічно значимих одиниць земної поверхні. Однак, написана шведською мовою робота була мало помітною. Вже у 80-их роках його ідеї опублікував Хульт (Hult, 1881). Він об'єднав ідеї Поста і Кернера (Kerner, 1863, *Das Pflanzenleben der Donauländer*) та популяризував їх. Ідея була підхоплена і удосконалена учнем Хульта Сернандером. Вже на початку XX століття вона була домінуючою в упсальській екологічній школі. Найбільш видатними представниками цієї школи стали Нільсон, Фріс, Де Рює, Друде, Каяндер і звичайно Раункієр.

Крістен Крістенсен Раункієр (29 березня 1860 – 11 березня 1938) – датський ботанік, один із найяскравіших представників упсальської школи. В основному він запам'ятовується своєю схемою стратегій рослин для виживання в несприятливий сезон («форми життя») і його демонстрацією того, що відносна кількість стратегій у флорах значною мірою відповідає кліматичним зонам Землі.

Він народився на невеликій фермі під назвою Raunkiaer в парафії Ліхне в західній Ютландії, Данія. Пізніше він взяв за ним своє прізвище. Він змінив Євгеніуса Вармінга на посаді професора ботаніки в Копенгагенському університеті та директора Копенгагенського ботанічного саду, посаду, яку він обіймав з 1912 по 1923 рік. Він був одружений з письменницею та художницею Інгеборг Раункієр (1863–1921), яка супроводжувала його під час подорожей до Вест-Індії та Середземномор'я та робила штрихові малюнки для його ботанічних робіт. Вони розлучилися в 1915 році, в той самий рік, коли помер їхній єдиний син Барклай Раункієр. Пізніше Раункієр одружився з ботаніком Агнете Сейделін (1874–1956).

Дослідницька аксіома Раункієра полягала в тому, що все, що піддається рахунку в природі, має бути піддано чисельному аналізу, наприклад, кількість чоловічих і жіночих сережок у однодомних рослин і кількість чоловічих і жіночих особин у дводомних. Раункієр також першим досліджував апоміксис у квіткових рослин і гібридних сортів. Крім того, він вивчав вплив рН ґрунту на рослини та рослин на рН ґрунту, роботу продовжив його учень Карстен Олсен.

Після виходу на пенсію К. Раункієр зробив численні дослідження рослин і флори в літературі («Флора і пустинні поети», «Кульбаба в данській поезії», «Рослини в псалмах»). У цих дослідженнях він застосовував суворі кількісні критерії, як і в своїх екологічних дослідженнях. Наприклад, він визначив поета як людину, яка написала 1000 і більше віршованих рядків.

Раункієр розробив систему класифікації рослин за життєвою формою як спосіб екологічно значущого порівняння видів і рослинності в регіонах з різними флорами. Раункієр порівняв статистично місцеві спектри форм життя (відносну чисельність) із середньосвітовими, які він назвав «нормальним спектром» (Raunkiaer, 1918). Таким чином, він розробив першу нульову модель в історії екології. Раункієр був захопленим натуралістом, описав флору і гриби Данії, Віргінських островів, Тунісу та інших країн. Однак, на відміну від багатьох сучасних натуралістів, він рішуче пропагував кількісні та чисельні підходи та експерименти. Він розробив метод кількісної оцінки чисельності рослин у рослинності як частоту на ділянках і використав його для кількісних досліджень низки рослинних угруповань

Побудувавши графік кількості видів у рослинному співтоваристві, які потрапляли в кожен 20-процентильний клас частоти від дуже частих, тобто чисельно домінуючих, до дуже рідкісних,

Раункієр виявив, що більшість видів або дуже поширені, або дуже рідкісні. Це стало відомим як «закон Раункієра» і пов'язане з розподілом логарифмічних рядів Р. А. Фішера та логарифмічним нормальним розподілом Френка В. Престона кількості особин кожного виду в спільноті. Проте значення його ідеї вже заперечувалося деякими з його сучасників. В якості подальшого експерименту з характеристики рослинних угруповань Раункієр розробив числову схему, засновану на класах розміру листя та типі листя (простий або складний), який був розширений Л. Дж. Веббом і використовується як спосіб класифікації типів лісу простіше, ніж за списки складових видів.

**8.5.2. Лісівнича екологія.** Не лише теоретичні напрямки екології породжували нові школи, а й її прикладні сфери. Сама по собі екологія почала викристалізовуватися із практичної потреби вирощування устриць на фоні проблем імпорту, породжених Кримською війною, дослідження природних ресурсів колоній та метрополій а також із спробах побудувати бізнес на торгівлі з колекціонерами. Галузь, пов'язана із експлуатацією лісових ресурсів створила не менш важливий стимул для розвитку екологічної науки і призвела до відкриття не менш важливих екологічних теорій.

Основоположником лісівничої екологічної школи був Н.К. Генко, який у 1889 році запропонував для планування лісового господарства використовувати типи лісу. Це сталося під час обстеження Біловежської пущі. Він виділив бір-лядо, бір-багон, бір з дубиною, бір із березою, бір із ялиною, елосмич, груд та ольос. Незалежно від Н.К. Генко типи лісу виділив Д.Д. Назаров. Це було зроблено під час лісовпорядкування в Шкуринському уїзді Архангельської губернії. Це саме зробив І.І. Гуторович в Вологодській області. Справжній перехід від спроб наукового обґрунтування лісовпорядкування з позиції екології зробив П.П. Серебреніков.

Однак, найбільший вплив на формування лісової екології зробив Г.Ф. Морозов. Найбільш яскраво це проявлялося тоді, коли Георгій Федорович був редактором «Лесного журналу». Журнал був виданням Петербурзького лісового товариства. Воно існувало із 1871 по 1918 рік. Із 1904 по 1918 роки його редактором був Г.Ф. Морозов. Він не лише сприяв тому щоб роботи окремих лісівників перетворювались на наукові основи нової екологічної школи, а й щоб вони мали вплив і зв'язок із іншими напрямками екології. Саме тут спочатку в російській імперії, а потім і в СРСР утворилася одна із найпотужніших екологічних шкіл.

Георгій Федорович Морозов народився Санкт-Петербурзі 7 січня 1867 року у сім'ї, яка походила по батьківській лінії від знаменитого чиновника, а по материнській мав німецько-польське походження. Виховувався в Олександрівському кадетському корпусі (1877-1884) та Павлівському військовому училищі (1884-1886). У 1886—1889 роках служив підпоручиком 5-ї вилазкової батареї Ковенської артилерії фортеці в Динабурзі. Незважаючи на заперечення батька, відслуживши обов'язкові три роки, залишив військову службу і вступив до Петербурзького лісового інституту, який закінчив у 1893 році, отримавши атестат із присвоєнням звання лісівника першого розряду «з правом отримання звання вченого лісівника першого розряду, за поданням у встановлений термін задовільно написаного міркування». У цей час він зустрівся з Л. Н. Зандрок, яка згодом стала його дружиною.

Після закінчення інституту працював помічником лісничого Хренівського лісництва (Воронезька губернія) та викладачем нижчої лісової школи при ньому, де вів заняття зі зйомки та нівелювання, креслення лісових та польових планів, лісівництва, лісового законодавства. Молодий учений зробив багато для розвитку степового лісонасадження, популяризації лісівництва серед молоді. У 1895 році, після захисту дисертації «Боротьба із посухою при культурах сосни», отримав звання вченого лісівника першого розряду.

У 1896-1898 роках Морозов побував у Німеччині; працював у Мюнхені у професора Майра, в Еберсвальді – асистентом у професора Шваппаха, у Швейцарії – у професора Флері. У 1899 році був призначений лісником 1-го розряду в Кам'яно-лісове лісництво. З 1901 – викладав у Петербурзькому лісовому інституті; з 1902 – екстраординарний професор, з 1907 до кінця 1917 – ординарний професор кафедри загального лісівництва. У 1912 році Г. Ф. Морозов видав класичну працю лісоохоронної справи — «Вчення про ліс», в якій викладено питання біології лісових порід

та насаджень, розроблено вчення про типи лісових насаджень, обґрунтовано теорію рубок та лісовідновлення, поєднання лісорозведення, догляд за лісом, тощо

У 1913 став членом Постійної Природоохоронної комісії при Імператорському Російському географічному товаристві. Під час обговорення в 1910 році на XII Всеросійському з'їзді дослідників природи та лікарів доповіді І. П. Бородіна «Про збереження ділянок рослинності, цікавих у ботаніко-географічному відношенні», Г. Ф. Морозов висловив принципово нові думки про планованість виділення заповідних місць, зі становищем у їх основу ботаніко-географічних підрозділів; про необхідність створення заповідних ділянок, що становлять характерні типи флори, у кожній ботаніко-географічній зоні імперії. Редагуючи «Лісовий журнал» (Санкт-Петербург, 1904-1918 роки), учений чимало зробив для пропаганди охорони навколишнього середовища, віддаючи цій темі багато місця на сторінках свого видання. За свідченнями В.М. Сукачова вплив Г. Ф. Морозова у вченому світі чимало сприяв створенню Кримського заповідника – першого із «пам'ятників природи» в імперії. В.М. Сукачов пропонував присвоїти Кримському заповіднику ім'я Р. Ф. Морозова.

У квітні 1917 року на сторінках «Лісопромислового вісника» Морозов писав: «Не дай Бог виникнуть аграрні заворушення, чи темні сили почнуть нашпигувати неосвічені гасла, сіяти ворожість, страх, і в результаті — з різних боків може бути прописаний смертний вирок лісу. Нашим першим обов'язком є всіма доступними нам способами повести широку пропаганду про необхідність зберегти ліси, байдуже, кому б вони не належали» Навесні 1917 року Морозов важко захворів, влітку змушений був виїхати лікування в Ялту. Вчений негативно ставився до подій 1917 року у Росії, особливо жовтневому перевороту (за непідтвердженими даними, він навіть видав у Криму брошуру «Як боротися проти більшовиків»). Три останні роки свого життя провів у Криму. Помер у Сімферополі 9 травня 1920 року, похований згідно із заповітом у парку Салгірка у Сімферополі (нині – Ботанічний сад ТНУ), де працював на помологічній станції. У 1931—1932 роках у СРСР погляди покійного Морозова піддалися критиці «з класових позицій» з боку сталінського наркома лісової промисловості СРСР С. С. Лобова, «червоних лісівників» — Овчиннікова, Самофалова, Крюкова та ін. У брошурі «Проти реакційних теорій лісовий фронт. Критика вчення проф. Морозова, Орлова та його послідовників» М. Л. Алексейчик і Б. А. Чагін стверджували, що «морозівське вчення про типології лісу цілком і повністю спрямоване проти нашого соціалістичного будівництва».

Незважаючи на нападки зі сторони провладних «учених», вчення Г. Ф. Морозова про лісову типологію, воно не втрачало своєї популярності. Його роботи продовжив Є.В. Алексєєв. Завдяки йому відбулося переміщення центру лісової екології із Санкт-Петербургу до Києва. Євгеній Венедиктович народився у Санкт-Петербурзі 1869 року. В 1894 закінчив Санкт-Петербурзький лісовий інститут, отримав звання вченого лісівника 1-го розряду, після чого вступив на службу на посаді помічника лісничого, а потім лісничого. Він керував лісовпорядними роботами у Костромській та Нижегородській губерніях. У 1904-1914 роках служив помічником керуючого Біловезької пущі, і в 1909-1911 роках керував її черговим лісоустроєм. З 1914 р. – у Київській губернії. Був завідувачем лісового підвідділу Київського губернського земського відділу, а з 1922 року – голова Лісового відділу Наркомзему УРСР. У тому ж році з ініціативи Є. В. Алексєєва було створено лісоінженерний факультет Київського сільськогосподарського інституту, з 1923 року Євген Венедиктович став його першим деканом та отримав звання професора загального лісівництва. Учень Є. В. Алексєєва П.С. Погребняк довів лісову екологію до її максимального розвитку.

Петро Степанович народився 10 липня 1900 р. у селі Волохів Яр Зміївського району (Харківщина) в родині фельдшера. У 1918 році закінчив Охтирську гімназію й лісотехнічні курси. У 1921 році вступив на лісове відділення Харківського інституту сільського господарства й лісівництва. Закінчив навчання у 1924 році із отриманням звання вченого лісівника I ступеня.

Свою наукову діяльність Петро Степанович розпочав ще у студентські роки. Запропоновану ним формулу для визначення відсотку гілля в окремих дерев та в насадженнях професор М. М. Орлов використав у своїй книзі «Лесная таксация». Завдяки своїм неординарним

досягненням ще до закінчення інституту П.С. Погребняк починає працювати в Красно-Тростянецькому дослідному лісництві.

Після закінчення інституту П. С. Погребняк працював науковим співробітником Українського науково-дослідного інституту лісового господарства й агролісомеліорації та навчався в аспірантурі Харківського інституту сільського господарства та лісівництва. Його науковим керівником був сам академік Г. М. Висоцький. У 1928 році Петро Степанович успішно захистив кандидатську дисертацію на тему: «Генезис Поліських борів». З 1931 року Петро Степанович очолює кафедру ґрунтознавства Брянського лісотехнічного інституту, згодом кафедру загального лісівництва та ґрунтознавства Київського лісотехнічного інституту. Тривалі дослідження дозволили П.С. Погребняку у 1939 році захистити докторську дисертацію та у 1940 році отримати наукове звання професора ґрунтознавства.

Петро Степанович ґрунтовно володів німецькою, англійською, французькою та польською мовами. У 1945 році Петро Степанович був членом делегації України на установчій конференції ООН у Сан-Франциско. Крім того він активно займався громадською роботою в Українському товаристві охорони природи. Він головував у ньому в 1950–1962 роках. Протягом 1953–1955 років Петро Степанович був завідувачем кафедри фізичної географії географічного факультету Київського університету ім. Т. Шевченка а в 1957–1961 роках – завідувачем відділу екології рослин Ботанічного саду АН України. У 1956 році Погребняк П. С. був організатором та першим директором Інституту лісівництва. Перед виборами президента Академії наук він був найбільш високо рейтинговим кандидатом. Щоб прибрати конкурента, недоброзичливці написали анонімного листа, в якому звинувачували Петра Степановича в аморальній поведінці. Це не лише перекрило йому дорогу до вершин академічної кар'єри, а й спричинило «заслання». Він на короткий час був направлений працювати в Житомирський сільськогосподарський інститут. Тут він виростив плеяду учнів, серед них знаного геолога і ґрунтознавця доцента кафедри ботаніки Житомирського державного університету Корбута Гарія Олександровича.

Останній період своєї наукової діяльності (1965–1976 роки) Петро Степанович очолював відділ географії ґрунтів України у Раді з вивчення продуктивних сил України; відділ фізичної географії у Секторі географії АН України; відділ екології й охорони рослинності Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного. Помер Петро Степанович 25 липня 1976 року, похований на Байковому кладовищі в Києві. Докладніше із теоретичним доробком Петра Степановича Погребняка можна ознайомитися в курсі екосистемології (Хом'як, 2022).

**8.5.3. Рання Центральноєвропейська та Південноєвропейська традиція.** Основним центром розвитку екології центральноєвропейських та південноєвропейських шкіл стала Швейцарія. Вони почали викристалізовуватися із класичних робіт Ф. Штеблера і К. Шрьотера щодо лучних екосистем (Stebler, Schroter, 1892). Це був розвиток ідей Грізебаха про класифікацію лучних формацій. Їхня публікація стала детонатором серії подібних досліджень

Фрідріх Готліб Штеблер після занять у сільськогосподарській школі в Рютті, вивчав сільське господарство в університетах Галле та Лейпцига. У 1875 році він заснував приватну Samen-Kontrolstation (станцію контролю насіння) у Маттенгофі у Берні. У 1876 році він отримав ступінь *Venia legendi* в Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zurich), де викладав предмети, пов'язані з сільським господарством, до 1901 року. Як аграрій він публікував праці про кормові культури, альпійське землеробство та скотарство. З 1889 по 1916 рік він був редактором Schweizerischen Landwirtschaftlichen Zeitung. У міру розвитку своєї кар'єри він зацікавився етнографією, часто відвідуючи Вале, щоб вивчити життя та звичаї його населення.

Через рік після публікації Ф. Штеблера і К. Шрьотера почали регулярно виходити роботи Флао щодо території навколо Монпельє. Таким чином? центральноєвропейська екологічна школа отримала назву Цюрих-Монпельє. Її характеризував еколого-фізіономічний підхід. На початку своєї діяльності вона знаходилася під впливом робіт німецьких дослідників Оскара Друде та Адреаса Шимпера. Разом із тим, саме роботи Флао і Шрьотера були покладені в основу рішень міжнародного конгресу в Брюсселі 1910 року. Вони ще раніше (1905) увійшли в комісію створену із цією метою. Серед багатьох пропозицій головною була ідея про уніфікацію термінології. А це є першим кроком до формалізації екології, як окремої науки. Оскільки, більшість вищеназваних

авторів були ботаніками (фітоценологами або фітосоціологами) то центральним об'єктом цього напрямку екології став автотрофний блок екосистеми – рослинне угруповання. Флао і Шрьотер писали: «Асоціація (Bestandtypus) – це рослинне угруповання певного флористичного складу із однотипними умовами середовища та певною фізіономікою.

Екологізм школи Цюрих-Монпельє спровокував агресивні випадки зі сторони представника скандинавської школи геоботаніка Дю Ріє. Він категорично заперечував зв'язок між рослинними угрупованнями та середовищем і стверджував, що в різних умовах зустрічаються ті само фітоценози і навпаки в однакових умовах зустрічаються різні угруповання.

Подальший розвиток школи Цюрих-Монпельє відбувався під впливом Рюбеля та Брокман-Ерош. Вони опублікували класифікацію рослинності планети в основі яких було покладено фізіономічний та екологічний принципи. Тобто, вони виділяли окремі одиниці за ознаками середовища та співвідношенням життєвих форм. Дехто називає такий підхід морфо-екологічним. Вони поклали основу для еколого-фізіономічної або швейцарсько-французької школи Браун-Бланке, найбільш поширеної в сучасній Європі.

**8.5.4. Німецько-російська екологічна школа.** Німецька екологія на стику ХІХ та ХХ століть діяла в межах основних екологічних концепцій Центральної Європи. Найбільш яскравими представниками цього періоду стали Андреас Шимер, Людвіг Діелс та Оскар Друде.

Андреас Франц Вільгельм Шимпер народився 12 травня 1856. Це видатний німецький ботанік і фітогеограф, який зробив великий внесок у галузі гістології, екології та географії рослин. Він подорожував до Південно-Східної Азії та Карибського басейну в рамках глибоководної експедиції 1899 року, ввів терміни «тропічний дощовий ліс» і «склерофіт» і згадується в численних конкретних назвах.

Шимпер народився в Страсбурзі (нині Страсбург, Франція) в родині видатних учених. Його батько Вільгельм Філіп Шимпер (1808-1880) був директором Музею природної історії в тому ж місті, професором геології та провідним бріологом. Двоюридним братом його батька був Георг Вільгельм Шимпер (1804-1878), видатний колекціонер і дослідник Аравії та Північної Африки. Шимпер навчався в Страсбурзькому університеті з 1874 по 1878 рік, отримавши ступінь доктора філософії. Потім він працював у Ліоні, а в 1880 році вирушив до Сполучених Штатів, ставши стипендіатом Університету Джона Гопкінса. У 1882 році він повернувся до Боннського університету, працюючи з Едуардом Страсбургером, ставши приват-доцентом. У 1883 році Шимпер припустив ендосимбіотичне походження хлоропластів і проклав шлях до теорії симбіогенезу Костянтина Мерешковського та Лінн Маргуліс. У 1886 році він був призначений екстраординарним професором Боннського університету і працював переважно над гістологією клітин, хроматофорами та метаболізмом крохмалю. Він зацікавився фітогеографією та екологією рослин, здійснюючи експедиції до Вест-Індії та Венесуели в 1882–1883 роках. У 1886 році він перебував у Фріца Мюллера в Бразилії, а в 1889–1890 роках – на Цейлоні, у Малайському ботанічному саду в Буйтензорзі (Богор, Ява), зосереджуючись на мангрових заростях, епіфітах і прибережній рослинності. Це призвело до його опису *Rhizophoraceae* у Engler & Prantl *Natürliche Pflanzenfamilien*.

У 1898 році він став професором ботаніки Базельського університету і того ж року приєднався до німецької експедиції у Вальдівії. Це була глибоководна експедиція на борту «SS Valdivia» під керівництвом професора Карла Чуна. Подорож тривала 9 місяців, під час яких вони відвідали Канарські острови, Камерун, Кейптаун (де він приєднався до Рудольфа Марлота під час колекціонування південного Кейпу), Кергелен, Новий Амстердам і Кокосові острови, Суматру, Мальдіви, Цейлон, Сейшельські острови і Червоне море

Шимпер першим дав чітке і правильне визначення пластиду, а також пояснив його типи. У 1899 році він став професором ботаніки Базельського університету. На його здоров'я серйозно вплинула малярія, яку він підхопив в Камеруні та Дар-ес-Саламі, і він помер від ускладнень малярії у віці 45 років у 1901 році.

Шимпер найбільше відомий своєю роботою «Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage», опублікованою в Єнському університеті в 1898 році, де він мав на меті пояснити поширення та екологію рослин на основі екологічних знань того часу. У цій книзі він ввів терміни

тропічний дощовий ліс і склерофіт. У передмові він писав про екологію: «Тільки якщо вона буде підтримувати тісний зв'язок з експериментальною фізіологією, екологія зможе відкрити нові шляхи для географії рослин, оскільки вона передбачає точне знання умов життя рослини, яке може дати лише експеримент.» (1898). Його класифікація рослинних формацій була важливою для розвитку ботанічних наук: «Відповідно до вищевикладеного можна виділити дві групи екологічних утворень: кліматичні або ареальні утворення, у рослинному характері яких переважають гідрометеори, і едафічні або місцеві утворення, де він в першу чергу визначається складом ґрунту.» У той самий час, як і його російські колеги-грунтознавці, Шимпер обговорював гіпотезу обмеження рослинності кліматичними зонами проти азональних, яку пізніше розвинули Фредерік Едвард Клементс (1916) і геоботанік Генріх Вальтер (1954). У 1894 році Шимпер був одним із 4 авторів підручника з ботаніки «Lehrbuch der Botanik» (під назвою «Strasburger») і до 5-го видання 1902 року став редактором розділу «Сперматофіти або насінневі рослини». Рудольф Марлот написав звіт про квітковий регіон Кейп для запропонованої Чуном Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer Valdivia 1898-1899. і Шимпер написав два розділи про «Gebiet der Hartlaubgehölze» (Регіон листяних дерев) і «Der Knysnawald».

Інший вчений Фрідріх Людвіг Еміль Дільс був також видатним німецьким ботаніком причетним до розвитку екології. Він жив у період із 24 вересня 1874 по 30 листопада 1945. Дільс народився в Гамбурзі в сім'ї вченого-класика Германа Александра Дільса. Незадовго до Першої світової війни він подорожував Новою Гвінеєю, а в 1930-х роках — Еквадором. Особливо його колекції рослин з Австралії та Еквадору, які містили численні голотипи, збагатили знання про відповідні флори. Його монографія про родину *Droseraceae* від 1906 року, все ще є стандартом. Більшість його колекцій зберігалася в ботанічному саду в Берліні-Далемі, віце-директором якого він був з 1913 року, ставши його директором у 1921 році до 1945 року. Його колекції були знищені під час повітряного нальоту в 1943 році. Він помер у Берліні 30 листопада 1945 року.

Карл Георг Оскар Друде (5 червня 1852, Брауншвейг — 1 лютого 1933, Дрезден) — видатний німецький ботанік. З 1870 року він вивчав науку та хімію в Collegium Carolinum у Брауншвейзі, а наступного року перейшов до Геттінгенського університету, де на нього вплинув Август Грізебах (1814-1879). У 1873 році він отримав ступінь доктора філософії і згодом працював асистентом Фрідріха Готліба Бартлінга (1798-1875). З 1876 по 1879 рік він працював викладачем ботаніки в Геттінгені, після чого був призначений кафедрою ботаніки в Дрезденському технічному університеті (1879). Тут він був директором його ботанічних садів, які він систематично організував відповідно до фітогеографічного принципу. Він залишався в Дрездені до свого виходу на пенсію в 1920 році, двічі обіймаючи посаду ректора університету (1906-1907, 1918-1919). Він найбільш відомий своїми дослідженнями в галузі географії рослин, які включали картографування різних флористичних зон світу. Разом з Адольфом Енґлером (1844-1930) він був співредактором *Die Vegetation der Erde* (1896-1928).

У Російській імперії і потім в її наступнику Радянському Союзі екологія розвивалася, як через автономні напрямки, так і під активним впливом зі сторони німецьких вчених. В основу екологічної моделі було поставлене видозмінене поняття біоценоз запропоноване Мебіусом в середині XIX століття. До перетворення біоценозу в біогеоценоз доклав зусиль Володимир Миколайович Сукачов.

Володимир Миколайович Сукачов народився 7 червня 1880 року в селі Олександрівка Харківської губернії. Він навчався в Харківському реальному училищі, яке закінчив у 1898 році. Саме тут у нього сформувалася тяга до екології та охорони природи. Після цього він навчався в Петербурзького лісового університету, який закінчив у 1902 році. Після цього він у якості асистента кафедри ботаніки займався активними дослідженнями. Він провів численні експедиції сходу Російської імперії та у Псковську губернію.

Першу публікацію Сукачов видав у 1898 році. На нього великий вплив мав видатний природо охоронець академік І.П. Бородин, засновник лісівничої екології Г.Ф.Морозов та харківський ботанік В.І.Талієв. За рекомендацією І.П. Бородіна він починає співпрацювати із Природоохоронною комісією Російського географічного товариства. Вже у 1909 році, виступаючи

на 12 з'їзді природодослідників та лікарів він запропонував створити заповідник в Стрілецькому степу.

У 1919-1941 роках очолював створену ним кафедру дендрології та систематики рослин Лісового інституту. У 1924-1926 роках завідував акліматизаційним відділом у Головному ботанічному саду АН СРСР, а у 1932-1933 роках - відділом геоботаніки Ботанічного інституту АН СРСР. У 1941-1943 роках завідував кафедрою біологічних наук Уральського лісотехнічного інституту у Свердловську. 1944 - начальник Південно-Киргизької експедиції Ради з вивчення продуктивних сил АН СРСР (СОПС). 27 вересня 1943 року обраний дійсним членом АН СРСР із відділення біологічних наук (ботаніка, фітоценологія, біогеоценологія, фітопатологія). 1944 року переїхав до Москви. У 1944-1948 роках – професор Московського лісотехнічного інституту, завідувач кафедри дендрології та систематики рослин. У 1946-1953 роках – професор географічного факультету МДУ, завідувач кафедри геоботаніки / кафедра ботанічної географії (1951) / кафедра біогеографії (1953). 1944 - Інститут лісу та деревини, яким керував до 1958 року (Інститут лісу ім. В. Н. Сукачова (з 1964) СО РАН). 1959 – Лабораторію лісознавства АН СРСР (1958, нині Інститут лісознавства РАН), якою керував до 1962 року. 1964 – Лабораторію біогеоценології при Ботанічному інституті АН СРСР (керував до 1966)

В.Н Сукачов був не лише авторитетним вченим але і вмільним управлінцем. Підтвердженням тому є його участь в усуненні псевдонауковця академіка Т.Д. Лисенка та боротьба із альтернативними біогеоценозу екологічними концепціями. Під час імперської сталінської реформи 1929 року (Великий перелом) для захоплення світу потрібно було активізувати індустріалізацію і, звичайно, нагодувати багатомільйонну загарбницьку армію. Для цього потрібно було не лише взяти під контроль виробництво сільськогосподарської продукції а й підвищити його продуктивність. Перше, об'єднавши із геноцидом українців, обернулося Голодомором і зниженням ефективності сільськогосподарського виробництва. В пізніші часи радянської імперії воно стало таким неефективним що до сільськогосподарських робіт залучали усі інші версти населення (вчених, студентів, службовців), а ціни на продукти харчування, які випускалися низької якості та в обмежених кількостях, дотувалися державою із надвисоких податків та торгівлі вуглеводнями. Другим ефектом стало виникнення псевдонаукової течії, під назвою лисенківщина. Це було псевдо екологічне вчення, яке відкидало існування видів та спадковості і абсолютизувало вплив середовища. Стверджувалося що нові види можуть виникати під впливом середовища, коли невихований овес перетворюється на вівсюг. Це було повернення до давно відкинутого світовою наукою ламаркізму. Причина такого переходу в великій кількості галасливих неосвічених комуністів на багатьох наукових посадах. Відсутність знань вони компенсували палкими популістичними промовами і партійними інтригами.

Сталінський імперський план, що передбачав переведення Радянського Союзу на рейки світового панування розбитий на певні етапи – п'ятирічки. Протягом певного п'ятирічного періоду необхідно було отримати певні виробничі досягнення. Тож, коли перед вченими селекціонерами поставили завдання отримати високопродуктивні нові сорти за п'ять років, то поважаючи себе досвідчені чені заявили, що це неможливо. Навіть у наш час, із використанням ГМО-технологій зробити це за такий короткий термін дуже не просто. У ті часи, це була абсолютно нереальна задача. Однак, коли серйозні вчені виступили проти п'ятирічних планів у селекції, недоучки, які потрапили в науку «по партійному набору», почали їх гостро критикувати. Це спричинило хвилю репресій проти справжніх вчених генетиків та селекціонерів. Багато із них були знищені або ув'язнені, багато хто відмовився від своїх переконань, хтось покинув наукові центри і перемістився на віддалені від цивілізації біостанції. Наприклад, тодішній директор українського інституту ботаніки М.Г. Холодний, чий брат також був репресований і розстріляний, врятував десятки вчених відправивши їх у багаторічні експедиції у віддалені куточки СРСР.

Багато вчених, репресованих чи відправлених від гриху подалі у дальні багаторічні експедиції, на початку німецько-радянської фази другої світової війни долучилися до радянського війська. Завершення війни, вони сприйняли як нову надію на зміни і очищення біологічної науки від псевдонаукових тенденцій. У 1946-1947 роках Радянський Союз накрила хвиля голоду. Для посилення своїх позицій у світі комуністи вивозили збіжжя своїм потенційним союзникам,



залишаючи свій народ голодувати. Однак, офіційною версією був неврожай. Противники лисенківщини публічно виступили проти його теорії, звинувативши в провалі селекційної роботи. Вони до Ю.А.Жданова (на той час завідувач Відділу науки Управління пропаганди та агітації ЦК ВКП(б) та зять Сталіна) із проханням прибрати лисенківщину як шкідливу для науки і сільського господарства псевдонаукову теорію. Однак, Сталін відчитав свого зятя і наказав йому не лізти в не свої справи. Сталіну було добре відомо із якої причини зникло збіжжя і що провали в селекційній роботі не були основною причиною голоду. Ситуація була заморожена на тривалий час. До 1952 року було репресовано ще багато критиків Т.Д. Лисенка але невдоволення вчених і їхня рішучість щодо боротьби за науку зростала. Було задумано черговий «науковий заколот». Вирішили таємно набрати і випустити «Ботанический журнал» із критичними статтями проти лисенківщині, а також написати відкритого листа проти неї.

У науковому середовищі зростало розуміння того, що десятиліття монополії Лисенка завдали непоправної шкоди не лише біологічній науці, а й престижу країни. До середини 1950-х років на тлі бурхливого розвитку фізичних і хімічних наук у країні та за кордоном, вражаючих успіхів у генетиці та молекулярній біології у світі (відкриття та експериментальні дослідження в ядерній фізиці, розгортання великомасштабної космічної програми, відкриття структури та розуміння принципу реплікації ДНК, зберігання та передачі генетичної інформації) позиція Лисенка, ланцюг його гучних обіцянок успіхів «мічуринської біології» показували безплідність монопольного розвитку цього «напряму», а самого Лисенка виводила в розряд одіозних постатей у науці.

Лише після смерті Сталіна протистояння у біологічній науці у СРСР відновилося. Вчені-біологи – прихильники класичної генетики і раніше часто зверталися з листами до керівництва країни (до ЦК КПРС, Ради Міністрів СРСР і навіть до Генеральної прокуратури СРСР). У них автори писали про величезну шкоду, яку завдала країні діяльність Лисенка та його соратників. Оскільки, жодної реакції на ці приватні листи не було, виникла ідея про колективне звернення. «Лист трьохсот» (рос. «Письмо трёхсот») – це 22-сторінковий меморандум, підписаний близько 300 науковцями, щоб висвітлити знищення радянської науки загалом і генетики зокрема псевдовченим Трохимом Лисенком. Він був направлений до ЦК КП(б)У 11 жовтня 1955 р.

У листі наголошувалося на ганьбі, яку принесли радянській науці Лисенко та його прихильники, які мандрували та виступали по всьому світу, даючи, як вони стверджували, їжу для антирадянської пропаганди. Вони відзначили виступ Н.І. Нуждіна в Карачі в 1954 році і І.Е. Глущенко в 1950 році, де було продемонстровано незнання основ науки. Серед підписантів було багато радянських вчених, пов'язаних з Московським університетом, у тому числі П.С. Александров, Л.А. Арцимович, Б.Л. Астауров, Я.А. Бірштейн, В.Г. Гептнер, М.С. Гіляров, В.Л. Гінзбург, І.Н. Векуа, А.Г.Воронов, Г.П. Дементьев, Н.П. Дубінін, Л.А. Зенкевич, М.В. Келдиш, Л.В. Крушинський, Б.А. Кудряшов, М.А., Лаврентьев, Л.Д. Ландау, Г.С. Ландсберг, М.А. Леонтович, А.А. Ляпунов, А.І. Маркушевич, К.І. Меєр, В.В. Немицький, В.В. Попов, Я.Я. Рогінський, А.Д. Сахаров, С.Л. Соколов, В.Н. Сукачов, І.Є. Тамм, Н.В. Тимофеев-Ресовський, А.Н. Тихонов, С.С. Туров, А.Н. Формозов, А.І. Фрумкін, А.І. Шальніков, І.Р. Шафаревич, С.В. Яблонський. До тих, хто не був пов'язаний з університетом, належали А.І. Аліханов, А.І. Аліханян, А.Н. Бакулев, І.М.Виноградов, Я.Б. Зельдович, П.Л. Капіца, А.Б. Мигдал, В.С. Немчинов, І.Я. Померанчук, Ю.Б. Харитон, С.А. Христианович, Г.Н. Фльоровим. Проект листа розглянуто і схвалено І. В. Курчатовим і А.Н. Несмеяновим, які входили до складу ЦК і не могли його підписати за посадами, які займали. Супровідну записку підготував П.А. Баранов і Н.П. Дубінін. Однак вони переконалися, що лист надійшов до Хрущова, який був дуже засмучений і назвав лист «обурливим».

Микита Хрущов, особисто симпатизував Т. Д. Лисенко, дізнавшись листа, назвав його «обурливим». У той же час, заступник міністра сільського господарства СРСР (а пізніше міністр вищої та середньої спеціальної освіти РРФСР) В. Н. Столетов, який симпатизував авторам листа, запропонував Хрущову організувати широку наукову дискусію, в якій прихильники «правильного» вчення (лисєнківці) нібито обов'язково переможуть і доведуть свою правоту. Задум Столетова виявився вірним: дискусія забезпечила авторам листа ще ширшу підтримку та

популярність у наукових колах і призвела до майже повної ізоляції Лисенка, навіть незважаючи на його підтримку зверху.

У 1956 році Лисенко пішов у відставку з посади президента ВАСХНІЛ, але через вплив Хрущова він повернувся до влади в 1958-59 роках. Саме після закінчення правління Хрущова у жовтні 1964 року Лисенко остаточно втратив підтримку. У лютому 1965 року Лисенка остаточно звільнили з Інституту генетики. Уривок із листа вперше був оприлюднений 13 січня 1989 року газетою «Правда», але автори не називалися до 2005 року.

Перемога над лисинківщиною зміцнила авторитет В.Н. Сукачова в Радянському Союзі. Відстоюючи його позиції та перебуваючи під впливом ідеології й пропаганди Холодної війни, прихильники Сукачова агресивно відкидали будь-які альтернативні екологічні теорії. Наприклад, деякі із них категорично відкидали екосистемну теорію поширену в американо-британській школі. Це спостерігалось в багатьох наукових колах на пострадянському просторі навіть на початку ХХІ століття. В окремих українських університетах роботи здобувачів, у яких згадувалися «екосистеми», не бралися до розгляду або необгрунтовано критикувалися. Разом із тим навіть у середині ХХ століття, в Радянському Союзі були видатні екологи, які працювали за межами сукачівської традиції. Одним із них був Леонтій Григоревич Раменський.

Леонтій Раменський народився у Санкт-Петербурзі у єврейській сім'ї 18 червня 1884 року. Він навчався у Петроградському університеті, але не міг його закінчити через фінансові проблеми. Будучи студентом, він виступив на семінарі, де виголосив ряд положень, які потім стали теоріями, що носять його ім'я. Бачачи наукові таланти молодого студента, йому допомогли влаштуватися в Камчатську експедицію Ф. П. Рябушинського, щоб покращити своє фінансове становище. У 1908 у складі ботанічного відділу досліджував болота та озера, вивчав мохи та водорості, збирав колекції матеріалів за цими групами, допомагав вести метеорологічні спостереження, зробив докладний опис озер Ближнього, Далекого, а також Паратунської тундри. Спільно з іншими учасниками експедиції обстежив Тар'їнську бухту, Паратунську долину та Паратунські ключі, Коряцький вулкан, Авачинську тундру та околиці Халактирського озера.

З 1911 по 1928 працював у Воронежській губернії (у тому числі у Воронежському університеті). В цей час (1916) він закінчив університет. З 1928 він працює у Державному інституті лучної та болотної культури. У 1932-1934 під керівництвом Л. Г. Раменського була проведена інвентаризація природних кормових угідь, були узагальнені відомості про площі окремих типів лук у областях та республіках. В 1935 році захистив кандидатську дисертацію.

Л. Г. Раменський один із основоположників вчення про морфологію географічного ландшафту, згідно з яким географічний ландшафт — конкретна територія, однорідна за своїм походженням та історії розвитку, що має єдиний геологічний фундамент, однотипний рельєф, загальний клімат, одноманітне поєднання гідротермічних умов, ґрунтів, біоценозів і закономірностей. Будучи одним із засновників теорії континуальності рослинного покриву, Раменський вважав, що кожен вид індивідуально розподілений у просторі і по-своєму приходить і йде з співтовариства при його зміні, рослинність – це безперервне явище, багатовимірний безперервний об'єкт. За Раменським, рослинність – безперервна мозаїка популяцій видів рослин, пов'язаних умовами середовища. Він вивчав природні кормові угіддя Радянського Союзу а в 1932 очолив їхню інвентаризацію в масштабі СРСР. Роботи Раменського в галузі екології та індикаційної геоботаніки отримали широке визнання та сприяли раціональному використанню сінокосів та пасовищ.

Раменський був прихильником точки зору, згідно з якою біотичні спільноти складаються з видів, які поведуться індивідуалістично (подібно до Генрі Глісона в США). Це сильно контрастувало з переважаючим поглядом на спільноти як на надорганізми, якого дотримувався могутній В. Н. Сукачов та його прихильниками (подібно до Фредеріка Клементса в США). Таким чином, Раменський був маргіналізований у російському науковому співтоваристві й лише помертвено реабілітований російськими екологами. Набагато пізніше значення його ідей відкрили західні екологи. До його реабілітації найбільше доклав зусиль Борис Михайлович Миркин. У Радянському Союзі сформувалися дві протидіючі екологічні школи: лєнінградська та московська. Перша була відома завдяки досягненням та історичним традиціям Інституту ботаніки імені

Комарова та Лісового інституту. Друга просто розташовувалася в столиці. В другому за значенням науковому центрі СРСР Новосибірську оригінальних підходів до екологічних теорій створено не було, а ось Б.М. Миркин зумів створити знамениту уфимську екологічну (геоботанічну) школу в провінційному місті Уфа. Вона стала найбільш прогресивною завдяки запозиченню найбільш досконалих західних традицій. Наприклад, завдяки популяризації методу Браун Бланке.

**8.5.5. Американсько-Британська екологічна школа.** Британськими вченими починаючи із XIX століття і американськими із початку XX століття було зроблено багато фундаментальних відкриттів в галузі екології. Окремі їхні представники започаткували цілі напрямки екології. Однак, справжня кристалізація американо-британської екологічної школи відбулася після запровадження Артуром Генслі концепції «екосистема».

У Сполучених Штатах оплачуваних робіт в екології було більше, ніж у Британії, тому що американська вища освіта та уряд все ще розвивалися, і нові екологи могли знайти роботу, як в наукових колах, так і в уряді. Іноді в тому чи іншому університеті виникала окрема екологічна «школа». Чиказький університет розвинув такі школи на факультетах ботаніки та зоології, починаючи приблизно з 1900 року. Наприклад, виникнення школи екології рослин у Чикаго під керівництвом Генрі Коулза. У конкуруючій школі екології рослин в Університеті Небраски, навчався Фредерік Е. Клементс.

Не всі екологи знайшли конкретні екологічні позиції; деякі носили одночасно дві шапки. Деякі екологи були також орнітологами. Орнітологічний клуб Натталла був організований у Кембриджі, штат Массачусетс, у 1873 році, а через десять років деякі його члени вирішили заснувати Союз орнітологів США (Palmer, 1933), наслідуючи приклад Британського союзу орнітологів.

У 1879 році в Сіетлі, штат Вашингтон, виникло Товариство молодих натуралістів, яке мало музей ще до 1885 року (Benson 1994:214). Вашингтонський університет також знаходився в Сіетлі з 1861 року, хоча його перший природознавець, Орсон Б. Джонсон, прибув лише в 1882 році (Benson, 1994). Джонсон і молоді натуралісти підтримували один одного. П. Брукс Рендольф (нар. 1860) був одним із трьох засновників Товариства молодих натуралістів, а до 1890-х років він був конхологом Товариства (Benson 1994:221). Збирання раковин – це те, з чого почалися конхологи, і Рендольф торгував мушлями з іншими натуралістами на північному заході та за його межами. «Nautilus» був журналом американських конхологів, який допоміг Рендолфу познайомитися поштою з іншими конхологами, керівництво яких перебувало на сході США.

У 1899 році університети Нью-Мексико та Монтани заснували станції для дослідження землі. Фредерік Е. Клементс розпочав підготовку до відкриття приватної станції на схилі Пайкс-Пік, Колорадо, яка тривала роки плідних досліджень ним та іншими (Hagen, 1992; Vetter 2010; 2012; Egerton, 2013). Раніше Інститут Карнегі підтримував дві інші екологічні станції на тропічному острові та в пустелі. Альфред Майєр рекомендував тропічну станцію на Логгерхед-Кі, Флорида, і він став її керівником у 1904 році (Stephens, Calder, 2006; Egerton 2014). Ця станція працювала до 1942 року. Щодо станції в пустелі Карнегі прийняв пораду Фредеріка Ковілла та Деніела МакДугала в 1903 році, які рекомендували відкрити одну біля Тусона, штат Арізона (Burgess, 1996; Egerton 2013). МакДугал став його першим головою (Kingsland, 1991; 1993). У 1917 році Карнегі почав фінансувати станцію Клементса Пайкс-Пік (Tobey, 1981). У 1928 році Біологічна лабораторія Скелястих гір (RMBL) була заснована в горах Елк, західно-центральний Колорадо (Billick, 2010). Після 75 років досліджень у RMBL його адміністратори зрозуміли, що його дослідники забезпечили багату спадщину екологічного розуміння, і що це також стосується інших подібних установ. Отже, RMBL організував міжнародний симпозіум екологів із подібних установ і відредагував їхні звіти в «Екологію місця» (Billick, Price 2010). Деякі з цих станцій по всьому світу були засновані до 1946 року і продовжують працювати на високому рівні.

27 березня 1914 року ентомолог Роберт Генрі Волкотт (1868–1934) з Університету Небраски (Burgess 1996) написав екологу Віктору Шелфорду (1877–1968), який тоді працював у Чиказькому університеті, пропонуючи створити Товариство екологів рослин і тварин Середнього Заходу (Shelford, 1938; Burgess 1977; Croker 1991; Egerton 2015). Шелфорд обговорив це з університетським екологом рослин Генрі Коулзом (1869–1939), який прийняв це із ентузіазмом,

але запропонував національне товариство, яке можна було б організувати на наступній зустрічі AAAS (Cassidy, 2007). Повідомлялося, що 30 грудня 1914 року було проведено попередні організаційні збори, на яких були присутні щонайменше 23 потенційних члени. Вони погодилися створити Екологічне товариство Америки на наступній зустрічі AAAS, а Джона Гаршбергера (1869–1929) попросили сформувати організаційний комітет. Усі відомі американські екологи були повідомлені про офіційну організаційну зустріч, яка відбулася 28 грудня 1915 року, на якій були присутні близько 50 екологів і підтримані листами ще від 50 екологів.

Засновників спочатку було 286, проте кількість членів ESA повільно зростала приблизно до 1950 року. Його перша щорічна зустріч відбулася в 1916 році під час щорічних зборів AAAS (разом з 59 іншими організаціями), з Шелфордом, першим президентом, Вільямом Мортонем Вілером, віце-президентом, і Форестом Шривом, як секретарем-скарбником, у складі 125 чол. Перша світова війна 1914–1918 рр. була дуже руйнівною для екологічного прогресу в Європі, але меншою мірою для Сполучених Штатів, які приєдналися до війни лише в 1917 році і не воювали в ній на американській землі (але пережили військово-морський конфлікт в Атлантиці). ESA почало публікувати свій бюлетень у 1917 році (Taylor, 1938), а в 1918 році Деніел МакДугал з пустельної лабораторії Інституту Карнегі запропонував передати ESA «Світ рослин» (Moore, 1938). ESA прийняла пропозицію та перейменувала її в «Ecology»; перший номер вийшов у січні 1920 року (Burgess 1977:16–18). Екологічні монографії почалися в січні 1931 року.

Екологи із Канади були членами ESA з самого початку в 1915 році. У Канаді лімнологія розвивалася повільніше, ніж у США. У 1890-х роках промислове рибальство у Великих озерах скорочувалося, і Університет Торонто за підтримки уряду провінції Онтаріо відкрив біологічну станцію Georgian Bay у Go Home Bay, де проводилися дослідження до її закриття в 1911 році. Чому закриття? Ділянка здалася незручним, але альтернативного місця ніхто не обрав. Оскільки, уряд Онтаріо підтримував кілька дослідницьких станцій, університет, мабуть, не відчув негайного тиску, щоб продовжити роботу. Воно чекало на викладача, який підштовхнув би іншого. Існує дві історії державних досліджень рибальства (Johnstone, 1977; Hubbard, 2006). Будучи частиною Британської імперії, Канада розпочала війну проти Німеччини в 1914 році, коли Британія оголосила війну, що призвело до переривання екологічних досліджень і діяльності до 1918 року. Дональд Роусон (1905–1961) з Онтаріо отримав три ступені в Університеті Торонто (1926). –1929). У 1929 році він вступив на факультет Саскачеванського університету в Саскатуні, де й залишився (Hammer, 2005). «Роусон був не тільки продуктивним вченим; він був центральною фігурою в мінливій групі аспірантів і колег, чиї численні внески віддзеркалюють його ентузіазм і стійкий інтерес до прісноводної біології» (Northcote, Larkin, 1963). У 1946–1947 роках він був президентом Лімнологічного товариства Америки. Датський ботанік Альф Порсільд (1901–1977) пішов стопами свого батька, вивчаючи бореальну флору Гренландії (Dathan, 2012). Головний ботанік Національного гербарію Канади Оскар Мальте запросив його та його брата Роберта приїхати до Канади, щоб керувати впровадженням стад північних оленів у канадську тундру для підвищення економіки тундри. Хоча Порсільд мав необхідні ботанічні знання, проект зазнав невдачі з інших причин, але брати Порсільди залишилися в Канаді, і Альф Порсільд зрештою змінив Мальта на посаді головного ботаніка в Національному гербарії.

Британське екологічне товариство (British Ecological Society) – наукове товариство в галузі екології, засноване в 1913 році. Це найстаріше екологічне товариство у світі. Початковою метою Товариства було «сприяння та сприяння вивченню екології в її найширшому розумінні», і це залишається центральною темою, яка керує його діяльністю сьогодні. Приблизно в 2013 році товариство налічувало близько 4000 членів, з яких 14% — студенти. З його членів 42% знаходяться за межами Сполученого Королівства, загалом у 92 країнах. Головний офіс знаходиться в Лондоні.

Товариство розвилось з Британського комітету рослинності, який був заснований у 1904 році для сприяння огляду та вивченню рослинності на Британських островах. Ця ініціатива, у свою чергу, стала результатом того, що багато істориків вважають появою сучасної екології в 1890-х роках. Інавгураційна зустріч Британського екологічного товариства відбулася в Університетському коледжі Лондона 12 квітня 1913 року, на ній були присутні 47 членів. Сер

Артур Тенслі став першим президентом, і перший випуск журналу *Journal of Ecology* був надрукований вчасно до зустрічі. У перші дні роботи товариство ділило лондонські офіси Товариства Ліннея.

Видання наукових журналів є основним видом діяльності Британського екологічного товариства. *Journal of Ecology* був вперше опублікований у 1913 році під час інавгураційної зустрічі Товариства, потім вийшли *Journal of Animal Ecology* (1932), *Journal of Applied Ecology* (1962), *Functional Ecology* (1987), і *Methods in Ecology and Evolution* (2010). Члени можуть підписатися на ці журнали за низькою ціною. Товариство також співпрацює з Wiley-Blackwell над журналом відкритого доступу *Ecology and Evolution*.

Будь яка наукова школа – це перш за все яскраві особистості, наукові досягнення яких виходять за її межі та формують її цілісну теоретичну систему. Такою людиною, яка визначила індивідуальність британсько-американської школи через впровадження поняття «екосистема» є сер Артур Джордж Тенслі (15 серпня 1871 – 25 листопада 1955).

Отримавши освіту в Хайгейтській школі, Університетському коледжі Лондона та Трініті-коледжі в Кембриджі, Тенслі викладав у цих університетах і в Оксфорді, де він працював професором ботаніки Шерардіану до свого виходу на пенсію в 1937 році. Тенслі заснував журнал «*New Phytologist*» у 1902 році і працював його редактором до 1931. Він був піонером науки про екологію в Британії, перебуваючи під сильним впливом роботи датського ботаніка Євгенія Вармінга і ввів концепцію екосистеми в біологію. Тенслі був одним із засновників першого професійного товариства екологів, Центрального комітету з огляду та вивчення британської рослинності, який пізніше організував Британське екологічне товариство, а також був його першим президентом і редактором-засновником *Journal of Ecology*. Тенслі також був першим головою Британської організації охорони природи. Тенслі був обраний членом Королівського товариства в 1915 році і посвячений у лицарі в 1950 році.

Тенслі народився в Лондоні в родині бізнесмена Джорджа Тенслі та його дружини Амелії. Незважаючи на те, що Джордж Тенслі був успішним бізнесменом, пристрастю Джорджа Тенслі була освіта після того, як він почав відвідувати заняття в коледжі робочих чоловіків, коли йому було 19 років. Пізніше Джордж Тенслі став учителем-волонтером, пішовши на пенсію зі свого бізнесу в 1884 році, щоб присвятити себе викладанню в коледжі робітників. коледж. Він одружився з Амелією Лоуренс у 1863 році і мав двох дітей – старшу доньку Мод, а через сім років, у 1871 році, народився Артур.

Інтерес Тенслі до науки був викликаний одним із колег-волонтерів-вчителів його батька, якого описували як «відмінного та захопленого польового ботаніка». Після відвідування підготовчої школи у віці від 12 до 15 років він вступив до Хайгейтської школи. Незадоволений викладанням природничих наук, яке він вважав «фарсово неадекватним», він перейшов до Університетського коледжу Лондона в 1889 році і навчався на факультеті біологічних наук, де на нього сильно вплинули Рей Ланкестер і Ф. В. Олівер. У 1890 році Тенслі навчався в Трініті-коледжі в Кембриджі. Після завершення I частини Tripos у 1893 році він повернувся до Університетського коледжу Лондона як асистент Олівера, на цій посаді він зберігав до 1907 року. У 1894 році він повернувся до Кембриджа та завершив II частину Tripos і отримав ступінь з першого класу відзнаки.

Тенслі викладав і проводив дослідження в Університетському коледжі Лондона з 1893 по 1907 рік. У 1907 році він зайняв посаду викладача в Кембриджському університеті. Під час Першої світової війни, коли в університеті було дуже мало викладання, Тенслі зайняв посаду клерка в Міністерстві боєприпасів. У 1923 році він залишив свою посаду в Кембриджі і провів рік у Відні, вивчаючи психологію під керівництвом Зигмунда Фрейда. Коли він повернувся до Британії в 1924 році, Тенслі був призначений виконуючим обов'язки голови Комітету рослинності Британської імперії. Після чотирьох років перерви на офіційну академічну посаду в галузі ботаніки, Тенслі був призначений професором ботаніки Шерарда в Оксфордському університеті в 1927 році, де він залишався до виходу на пенсію в 1937 році.

Ранні публікації Тенслі були зосереджені на палеоботаніці, особливо на еволюції папороті. У 1902 році Тенслі заснував ботанічний журнал «Новий фітолог», щоб служити «засобом легкого

спілкування та обговорення між британськими ботаніками з усіх питань... включаючи методи навчання та дослідження». Він був названий на честь *The Phytologist*, ботанічного журналу, що виходив між 1842 і 1863 роками. Під час заснування цього журналу метою Тенслі було забезпечити місце для публікації «нотаток і пропозицій»; існуючі ботанічні журнали публікували лише записи завершених досліджень. Він залишався редактором журналу до 1931 року.

Тенслі познайомився з екологією в 1898 році, коли він прочитав «*Plantensamfund*» Вармінга (у німецькому перекладі *Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie*). Прочитання книги спонукало його «вийти в поле, щоб побачити, наскільки можна порівняти рослинні угруповання, які Вармінг описав для Данії, в англійській сільській місцевості». У 1903 році він дізнався про роботу братів Смітів по картографуванню рослинності Шотландії та Йоркшира. Робота була розпочата Робертом Смітом і продовжена його братом Вільямом Гарднером Смітом (разом з Чарльзом Едвардом Моссом) після смерті Роберта. У 1904 році Тенслі запропонував створити центральний орган для систематичного дослідження та картографування Британських островів. Це призвело до створення Центрального комітету з огляду та вивчення британської рослинності Тенслі, Моссом, Вільямом Смітом і Т. В. Вудхедом за підтримки Марселя Гарді, Ф. Дж. Льюїса, Ллойда Прегера та В. М. Ранкіна. Ці вісім сформували початковий комітет з Тенслі як його лідера. Ф. В. Олівер пізніше приєднався до групи як її дев'ятий член. Пізніше назва групи була скорочена до Британського комітету рослинності. Метою групи було координувати поточні дослідження та стандартизувати використовувану методологію. Комітет збирався ще двічі в 1905 році і випустив шестисторінкову брошуру «Пропозиції щодо початку дослідження рослинності».

У 1911 році Тенслі спільно з Британським комітетом рослинності організував першу Міжнародну фітогеографічну екскурсію (ІРЕ). Його надихнула екскурсія по географії рослин Швейцарією, організована швейцарським ботаніком Карлом Шретером у 1908 році, яка познайомила його не лише з типами рослинності, а й з ботаніками з інших країн. Зв'язки між Тенслі та американськими екологами Генрі Чандлером Коулзом і Фредеріком Клементсом допомогли побудувати філософський і методологічний зв'язок між британською та американською екологією рослин. Серед інших учасників були Шретер, шведський ботанік Карл Ліндеман і німецькі ботаніки Оскар Друде та Пауль Гребнер. Книга Тенслі «Типи британської рослинності» була підготовлена з метою слугувати путівником по рослинності для відвідувачів першого ІРЕ. Другий ІРЕ у 1913 році був організований Коулзом. Це привело Тенслі до Америки.

У 1913 році Британський комітет з рослинності організував Британське екологічне товариство (BES), перше в історії професійне товариство екологів. Тенслі був його першим президентом і першим редактором *Journal of Ecology*, і займав цю посаду протягом 21 року. У 1915 році він був обраний членом Королівського товариства, а в 1923 році — президентом ботанічної секції Британської асоціації сприяння розвитку науки. На Імперському ботанічному конгресі в 1924 році він був призначений головою Комітету з рослинності Британської імперії. У 1938 році він вдруге став президентом BES.

Вільям С. Купер вважав, що найвпливовіші публікації Тенслі синтезують окремі дослідження в ціле. У 1935 році Тенслі опублікував «Використання та зловживання рослинними термінами та концепціями», в якому він представив концепцію екосистеми. У 1930-х роках в екологічному мисленні домінувала робота Клементса, який думав про екологічні спільноти як організми, а асоціації як надорганізми. Тенслі розробив концепцію, щоб привернути увагу до важливості передачі речовини та енергії між організмами та їх середовищем, вважаючи екосистеми основними одиницями природи. Він писав: «Хоча організми можуть претендувати на наш головний інтерес, коли ми намагаємося мислити фундаментально, ми не можемо відокремити їх від їх особливого середовища, з яким вони утворюють одну фізичну систему».

Інтерес Тенслі до викладання призвів до створення «Елементів екології рослин» (*Elements of Plant Ecology*) у 1922 році, після яких з'явилася «Практична екологія рослин» (*Practical Plant Ecology*) у 1923 році та «Цілі та методи вивчення рослинності» (*Aims and methods in the study of vegetation*) у 1926 році, написаних у співавторстві з Томасом Фордом Чіппом. Остання книга, відредагована для Комітету рослинності Британської імперії, була надзвичайно впливовою не лише на визначення екологічних методів, але й наголошуючи на необхідності повної

інвентаризації «рослинних активів» імперії. Маючи цю інформацію, можна було б ефективно управляти величезними природними ресурсами імперії. Найповніша робота Генслі «Британські острови та їх рослинність» (The British Islands and Their Vegetation).

Одним із найбільших світових теоретиків в галузі аутокології був Віктор Шелфорд. Віктор Ернест Шелфорд (22 вересня 1877 – 27 грудня 1968) був американським зоологом і екологом тварин, який допоміг створити екологію як окрему галузь дослідження. Він був першим президентом Екологічного товариства Америки в 1915 році і допоміг заснувати Nature Conservancy в 1940-х роках. Перші візити Шелфорда та дослідження Volo Vog у Північному Іллінойсі допомогли встановити його екологічне значення. Volo Vog став першою покупкою Nature Conservancy Іллінойсу.

Шелфорд народився в Чемунзі, Нью-Йорк. Він був старшим сином Олександра Гамільтона Шелфорда та Сари Елен Рамсі Шелфорд. Після десяти років навчання він викладав у державних школах в окрузі Чемунг, штат Нью-Йорк, у 1894 році. Він відвідував Кортлендську нормальну школу протягом двох років і отримав сертифікат викладача, а потім повернувся до викладання в державних школах з 1897 по 1899 рік. З 1899 року до 1901 року він навчався в Університеті Західної Вірджинії, де на нього вплинув його дядько Вільям Е. Рамсі, помічник державного ентомолога. У 1901 році президент Університету Західної Вірджинії Джером Х. Реймонд прийняв посаду професора в Чиказькому університеті, де він забезпечив стипендію для Шелфорда, який незабаром перевівся. З 1903 по 1914 рік він обіймав посаду доцента та викладача зоології. Значна частина його ранніх робіт була під великим впливом Генрі К. Коулза. Шелфорд написав свою докторську дисертацію на тему «Жуки-тигри з піщаних дюн», у якій описав зв'язок між популяціями жуків і вегетаційною сукцесією, що цікавило Коулза. Він завершив роботу в 1907 році та отримав ступінь доктора філософії (кандидата наук). 11 червня того ж року він одружився з Мері Мейбл Браун, з якою мав двох дітей.

Його дисертація привела його до п'яти наступних публікацій на тему «Екологічна спадкоємність», які були опубліковані в «Biological Bulletin» в 1911 і 1912 роках. До 1913 року він опублікував одну зі своїх великих робіт з екології «Спільноти тварин у помірній Америці». У 1914 році він зайняв посаду в Університеті Іллінойсу, де провів більшу частину своєї кар'єри, в якості асистента та доцента зоології. Відтоді він допоміг організувати Екологічне товариство Америки (ESA) і став його першим президентом у 1916 році. Він редагував і допоміг укласти «Путівник натураліста по Америці» (Naturalist's Guide to the Americas), 761-сторінкове видання, опубліковане у 1926 році, яке служило інвентаризацією збережених природних територій. і території, які потребують захисту, для ESA. Це допомогло йому в його пізнішій роботі «Екологія Північної Америки» (1963).

У 1927 році Шелфорд отримав звання повного професора в Університеті Іллінойсу. Він також цікавився експериментальними дослідженнями, як у полі, так і в лабораторії. У 1929 році він опублікував «Лабораторну та польову екологію», яка слугувала методичним підручником для досліджень у галузі екології тварин. Відомо, що Шелфорд кожного літа виїжджав у поле для проведення досліджень. У 1933 році в Університеті Іллінойсу Вільяма Треліза Вудса він ініціював проект «столітнього циклу», який використовувався для вивчення зв'язку між популяціями хребетних і безхребетних із факторами навколишнього середовища. Дані за перші п'ятнадцять років, зібрані в рамках цього проекту, були опубліковані в 1951 році в екологічних монографіях. Шелфорд був біологом, відповідальним за «Огляд природної історії Іллінойсу» в їхніх дослідницьких лабораторіях з 1914 по 1929 рік. Він також був директором морської екології на біологічній станції Пьюджет-Саунд протягом іншого літа з 1914 по 1930 рік. Деякі з його робіт того часу була опублікована в 1935 році в екологічних монографіях.

Велика частина роботи Шелфорда стосувалася наземної екології, але він також проводив багато водних досліджень. Деякі з його публікацій у журналі «Екологія» були дослідженнями таких місць, як угруповання струмків (1929), придонні угруповання в західній частині озера Ері (1942), аналіз угруповань тундри (1935) і заплави Міссісіпі (1954). У 1939 році він опублікував роботу в біоекології у співпраці з Фредеріком Е. Клементсом, у якій намагався об'єднати тваринну, рослинну та водну екологію як частину ідеальної спільноти. Він залишив Іллінойський

університет у 1946 році, але того ж року заснував Спілку екологів (Ecologist's Union), організацію, яка пропагувала необхідність збереження цілих екологічних спільнот як частину збереження природи. Спілка була заснована у відповідь на те, що ESA вирішило, що науковому товариству було б неприйнятно займати політичну позицію. У 1950 році Спілка екологів змінила свою назву на The Nature Conservancy, яка стала провідною національною організацією з охорони природних територій.

Він також очолював численні комітети, у тому числі Комітет із збереження природних умов Екологічного товариства з 1917 по 1938 роки та Комітет Національної дослідницької ради з пасовищ з 1932 по 1939 рік. Крім того, він заснував у 1939 році Фонд досліджень пасовищ, який він очолював у 1958 році, а з 1959 по 1968 рік обіймав посаду голови наукової консультативної ради.

Робота Шелфорда з Клементсом допомогла почати розвивати ідею біомів, охарактеризувавши їх через флору та фауну. Його наступна робота пішла далі. Представляючи його останню велику роботу, «Екологія Північної Америки» (1963) привів Шелфорда до Північної Америки в його дослідженнях. У 1968 році він отримав нагороду видатного еколога Екологічного товариства Америки за його внесок у сферу екології. Віктор Ернест Шелфорд помер в Урбані, штат Іллінойс

Фредерік Едвард Клементс (16 вересня 1874 – 26 липня 1945) був видатним американським екологом. Він народився в Лінкольні, штат Небраска, вивчав ботаніку в Університеті Небраски, який закінчив у 1894 році та отримав ступінь доктора у 1898 році. Одним із його вчителів був ботанік Чарльз Бессі, який надихнув на дослідження таких тем, як мікроскопія, фізіологія рослин та лабораторні експерименти. Він також був однокурсником Віллі Кетера і Роско Паунда. Під час навчання в Університеті Небраски він познайомився з Едіт Гертрудою Шварц також ботаніком і екологом, і вони одружилися в 1899 році.

У 1905 році він був призначений повним професором Університету Небраски, але залишив його в 1907 році, щоб очолити кафедру ботаніки в Університеті Міннесоти в Міннеаполісі. З 1917 по 1941 рік він працював екологом у Вашингтонському інституті Карнегі у Вашингтоні, округ Колумбія, де мав змогу проводити спеціальні екологічні дослідження. Працюючи в Інституті Карнегі у Вашингтоні, Клементс зазнав критики за свої експерименти, проведені з метою створення нових видів рослин. Через цю критику, а також через особисті конфлікти з його колегами, у 1920-х роках звання директора з досліджень експериментальної таксономії було присвоєно Харві Монро Холу.

Взимку він працював на дослідницьких станціях у Тусоні, штат Арізона, та Санта-Барбарі, штат Каліфорнія, а влітку він виконував польові дослідження в Альпійській лабораторії Інституту Карнегі, дослідницькій станції в каньйоні Енджел на схилах Пайкс-Пік, штат Колорадо. У цей час він працював разом із співробітниками Служби охорони ґрунтів США. Окрім польових досліджень, він проводив експериментальну роботу в лабораторії та оранжереї, як на станції Пайкс-Пік, так і в Санта-Барбарі.

На основі своїх спостережень за рослинністю штату Небраска та західної частини Сполучених Штатів Клементс розробив одну з найвпливовіших теорій розвитку рослинності. Склад рослинності не є постійним станом, а поступово змінюється з часом. Клементс припустив, що розвиток рослинності можна розуміти як односпрямовану послідовність стадій, що нагадує розвиток окремого організму. Після повного або часткового порушення рослинність відростає (за ідеальних умов) до стабільного «кульмінаційного стану», який описує рослинність, яка найкраще підходить до місцевих умов. Хоча будь-який фактичний екземпляр рослинності може слідувати ідеальній послідовності до стабільності, її можна інтерпретувати по відношенню до цієї послідовності як відхилення від неї через неідеальні умови.

У цих дослідженнях він із Роско Паунд, який згодом перейшов від екології до юридичної науки, розробили широко використовуваний метод вибірки з використанням квадратів. Це трапилося близько 1898 року. Моноклімаксічна теорія рослинності Клементса домінувала в екології рослин протягом перших десятиліть двадцятого сторіччя, хоча на початку ХХ століття її значно розкритикували екологи Вільям Скіннер Купер, Генрі Глісон і Артур Тенслі, а в середині століття — Роберт Віттекер, і в основному втратила прихильність.



У своїй публікації «Сукцесія рослин» 1916 року та «Індикатори рослин» 1920 року Клементс метафорично прирівняв одиниці рослинності (тепер їх називають типами рослинності або рослинними угрупованнями) з окремими організмами. Він зауважив, що деякі групи видів, які він назвав «формаціями», неодноразово асоціювалися разом. Часто кажуть, що він вважав, що деякі види залежать від групи, а група від цього виду в обов'язкових відносинах. Однак, ця інтерпретація була заперечена аргументом, що Клементс не припускав взаємної залежності як принципу організації формацій або рослинних угруповань. Клементс спостерігав незначне перекриття видів від типу до типу, причому багато видів обмежувалися лише одним типом. Деякі рослини були широко поширені серед типів рослинності, але області географічного перекриття (екотони) були вузькими. Його погляд на спільноту як на окрему одиницю був оскаржений у 1926 році Генрі Глісоном, який розглядав рослинність як континуум, а не одиницю, з асоціаціями, які є просто випадковими, і що будь-яка підтримка спостереженнями або даними кластерів видів, як це передбачено Клементсом вид був або артефактом сприйняття спостерігача, або результатом аналізу дефектних даних. Проте значні тенденції Клементса в екології знову виникли наприкінці двадцятого століття.

Клементс був прихильником неоламаркянської еволюції. Еколог Артур Тенслі писав, що через свою підтримку ламаркізму Клементс «здається, ніколи не надавав належної ваги результатам сучасних генетичних досліджень». Історик науки Рональд К. Тобі прокоментував, що: «Клементс вважав, що рослини і тварини можуть набувати різноманітних і різноманітних характеристик у своїй боротьбі за виживання та пристосування до навколишнього середовища, і що ці особливості були спадковими. У 1920-х роках він проводив експерименти з перетворення видів рослин, які є корінними для однієї екологічної зони, у види, адаптовані до іншої, вищої зони. Клементс був цілком упевнений у достовірності своїх експериментів, але цей експериментальний ламаркізм був спростований експериментально в 1930-х роках. Клементс витратив багато часу на те, щоб продемонструвати успадкування набутих ознак у рослин. До кінця 1930-х років вчені надали дарвінівські пояснення результатам його експериментів з трансплантації.

Одним із опонентів Ф.Клементса був Генрі Аллан Глісон (1882–1975) – американський еколог, ботанік і систематик. Він був відомий своїм схваленням індивідуалістичної або відкритої суспільної концепції екологічної спадкоємності та своєю опозицією до концепції Фредеріка Клементса про клімакситичний стан екосистеми. Його ідеї були в основному відкинуті протягом його трудового життя, що змусило його перейти до систематики рослин, але знайшло прихильність наприкінці двадцятого століття.

Глісон народився в Далтон-Сіті, штат Іллінойс, і після бакалаврату та магістратури в Університеті Іллінойсу отримав ступінь доктора філософії в Колумбійському університеті з біології в 1906 році. Він обіймав посади викладачів в Університеті Іллінойсу, Чиказькому та Мічиганському університетах. , перш ніж повернутися на східне узбережжя, до Нью-Йоркського ботанічного саду в Бронксі, Нью-Йорк, де він залишався до кінця своєї кар'єри до 1950 року.

У ранньому екологічному дослідженні рослинності Іллінойсу Глісоном, приблизно в 1909–1912 роках, він працював переважно в рамках теоретичної структури, схваленої екологом Фредеріком Клементсом, чия робота про сукцесію була найвпливовішою протягом перших десятиліть двадцятого століття. Спираючись на знакові дослідження Генрі К. Коулза в Індіанських дюнах та деякі ідеї свого наставника Чарльза Бессі з Університету Небраски, Клементс розробив теорію сукцесії рослин, згідно з якою рослинність можна пояснити посиленням на ідеальну послідовність розвитку. Клементс інколи порівнював розвиток серійних угруповань із ростом окремих організмів і припускав, що за правильних обставин серійне угруповання завершаться найкращою адаптованою формою рослинності, яку він назвав кульмінаційним станом. У своїх ранніх дослідженнях Глісон інтерпретував рослинність Іллінойсу, використовуючи такі концепції Клементса, як асоціації, кульмінаційні стани, піонерські види та домінуючі види.

Однак, у 1918 році Глісон почав висловлювати значні сумніви щодо корисності деяких із широко використовуваних понять Клементса, особливо використання метафори організму для опису росту рослинності та трактування одиниць рослинності як таких, що включають клімакс. Які одиниці слід використовувати в аналізі рослинності було широко дискусійним питанням в

екології початку двадцятого століття. У 1926 році Глісон висловив ще більш категоричні заперечення проти теорії Клементса. По-перше, він стверджував, що ідентифікація Клементсом окремих видів рослинності припускала занадто багато однорідності, оскільки ділянки рослинності фактично схожі одна на одну лише частково. По-друге, він стверджував, що Клементс пов'язував певні типи рослинності з окремими територіями, недооцінюючи справжнє розмаїття рослинності. Ці заперечення разом ставлять під сумнів Глісона саму «цілісність концепції асоціації» — визначення будь-якої групи видів як асоціації, яку можна назвати, наприклад «асоціація дуб-клен», як ботаніки та екологи (включаючи самого Глісона) нормально мали.

Як альтернативу опису рослинності в термінах асоціацій, Глісон запропонував «індивідуалістичну концепцію екології», згідно з якою «явища рослинності повністю залежать від явищ окремого» виду (1917), а асоціації рослин менш структуровані, ніж він вважав, що теорія Клементса підтримується. Часом Глісон припускав, що розподіл рослин наближається до математичної випадковості.

Клементс ніколи не відповідав у друку на заперечення та альтернативні моделі Глісона, і вони в основному ігнорувалися до 1950-х років, коли дослідження низки екологів (зокрема, Роберта Віттекера та Джона Т. Кертіса) підтримали моделі Глісона. Згодом «видово-індивідуалістичні» моделі стали переважати в екології спільноти.

Розчарування через відмову від його екологічних ідей без серйозного розгляду могло сприяти тому, що Глісон взагалі відмовився від екології. З 1930-х років він переніс фокус своєї роботи на систематику рослин, де став впливовою фігурою, багато років працюючи в Ботанічному саду Нью-Йорка та створивши разом з Артуром Кронквістом одну з авторитетних флор північно-східної Північної Америки.

Глісон одружився з Елеонорою Теодоліндою Маттеї, дочкою швейцарсько-американського винороба Ендрю Маттеї; вони познайомилися на пароплаві, де Глісон був у ботанічній експедиції, а Маттеї здійснювала грандіозну подорож світом після закінчення коледжу Міллс. Їхній старший син, Генрі Аллан Глісон-молодший (1917–2007), був лінгвістом і почесним професором Університету Торонто. Їхній другий син, Ендрю Глісон (1921–2008), був математиком і почесним професором Гарвардського університету.

Але найбільш активним противником теорії Ф.Клементса був Роберт Гардінг Віттекер (27 грудня 1920 – 20 жовтня 1980). Він був американським екологом рослин, активним у 1950-1970-х роках. У 1969 році він був першим, хто запропонував таксономічну класифікацію світової біоти за п'ятьма царствами на *Animalia*, *Plantae*, *Fungi*, *Protista* та *Monera*. Він також запропонував класифікацію біомів, яка класифікувала типи біомів за двома абіотичними факторами: температурою та опадами.

Віттекер був обраний до Національної академії наук у 1974 році, отримав нагороду видатного еколога Екологічного товариства Америки в 1981 році та отримав широке визнання та пошану. Він співпрацював з багатьма іншими екологами, включаючи Джорджа Вудвелла (Дартмут), В. А. Нірінга, Ф. Х. Бормана (Єль) і Г. Е. Лайкенса (Корнелл), і був особливо активним у розвитку міжнародного співробітництва.

Народився у Вічіті, штат Канзас, отримав ступінь бакалавра у Уошбернському муніципальному коледжі (нині Уошбернський університет) у Топеці, штат Канзас, а після військової служби захистив докторську дисертацію в Університеті Іллінойсу в 1948 році.

Віттекер займав викладацькі та дослідницькі посади у Вашингтонському державному коледжі в Пуллмані, штат Вашингтон, з 1948 по 1951 рік, а потім переїхав у відділення водної біології Хенфордських лабораторій поблизу Річленда, штат Вашингтон. У 1954 році він був найнятий викладачем на кафедрі біології Бруклінського коледжу Міського університету Нью-Йорка. У 1960-х роках працював в Каліфорнійському університеті Ірвіна та Корнелльському університеті.

Віттекер одружився з біохіміком Кларою Бюль, але було відомо, що він мав інші сексуальні стосунки з іншими чоловіками-біологами (тоді співробітником Hanford Laboratories) у 1952 році. У них було троє дітей. У 1972 році у Клари виявили рак, і вона померла 31 грудня 1976 року.

Віттекер одружився з аспіранткою Ліндою Олсвіг у 1979 році. У нього самого був діагностований рак легенів і він помер 20 жовтня 1980 року.

Дуже стрімкою і яскравою але дуже короткою була наукова кар'єра Реймонда Ліндемана. Реймонд Лорел Ліндеман (24 липня 1915 – 29 червня 1942) був екологом, чие дипломне дослідження вважається основоположним дослідженням у галузі екології екосистем, зокрема на тему трофічної динаміки.

Ліндеман отримав ступінь кандидата наук (доктора філософії) в Університеті Міннесоти, захистивши дисертацію, присвячену історії та екологічній динаміці озера Сідар-Бог, розташованого в екосистемному науковому заповіднику Університету Міннесоти в центрі Міннесоти.

Будучи постдокторантом Єльського університету разом із відомим лімнологом Г. Евеліном Хатчінсоном, Ліндеман подав розділ своєї дисертації для публікації. Його рукопис спочатку було відхилено як надто узагальнений та теоретичний, але був опублікований після того, як Хатчінсон та інші змогли переконати редактора в достоїнствах роботи. Стаття опублікована в журналі *Ecology* та встановлює десятивідсотковий закон, згідно з яким лише 10% енергії, спожитої на одному трофічному рівні, передається на вищі трофічні рівні. Страждаючи від хронічного запалення шлунково-кишкового тракту та печінки, Ліндеман помер у 1942 році у віці 26 років, ймовірно, від гепатиту.

Американська екологія другої половини ХХ століття тісно пов'язана із родиною Одумів. Наприклад, Назва історії *Georgia Institute of Ecology* (Barrett, Barrett, 2001) вказує на те, що він був заснований у 1940 році, але 1940 рік був лише роком, коли Юджин П. Одум (1913–2001) приєднався до факультету Університету Джорджії (Craig, 2001). Цей інститут створювався завдяки післявоєнному фінансуванню Комісії з атомної енергії. Джин Лайкенс, директор-засновник і заслужений старший науковий співробітник, пише історію *Cary Institute of Ecosystem Studies*, який виник після 1946 року.

Зв'язок із екологією в родині Одумів почався із Говарда Вашингтона Одума (24 травня 1884 – 8 листопада 1954). Він був американським соціологом і письменником, який досліджував афроамериканське життя та фольклор. Починаючи з 1920 року, він працював викладачем в Університеті Північної Кароліни, заснував університетську пресу, журнал *Social Forces* і те, що зараз є Інститутом досліджень соціальних наук Говарда В. Одума, і все це в 1920-х роках. Він також заснував при університеті Школу суспільного добробуту, одну з перших на південному сході. Маючи докторські ступені з психології та соціології, він багато писав у різних наукових дисциплінах, впливаючи на декілька сфер і опублікувавши три романи на додаток до 20 наукових текстів. Серед багатьох своїх гуманітарних досліджень він також приділяв увагу зв'язку між економікою і енергетикою.

Одум одружився з Анною Луїзою Кранц (1888–1965), також студенткою Стенлі Холла в Університеті Кларка. У подружжя було двоє синів, Євген і Говард Т. Одум, і дочка Мері Френсіс Одум. Чоловіки обидва стали зоологами та визнаними вченими з екології в Університеті Джорджії та Університеті Флориди відповідно. Мері Френсіс вийшла заміж за Філіпа Шинана і живе в Чапел-Хілл.

Молодший син Говард Томас Одум (1 вересня 1924 – 11 вересня 2002) відомий своєю піонерською роботою з екології екосистем і своїми провокаційними пропозиціями щодо додаткових законів термодинаміки, які базуються на його роботах із загальної теорії систем. Він застосував батькові ідеї про енергетику до екологічних систем.

Говард Томас Одум був третьою дитиною Говарда В. Одума, американського соціолога, та його дружини Анни Луїзи (уродженої Кранц) Одум (1888–1965). Він був молодшим братом Юджина Одума. Їхній батько «заохочував своїх синів займатися наукою та розробляти нові методи, щоб сприяти соціальному прогресу». Говард отримав перші наукові уроки про птахів від свого брата, про рибу і філософію біології, працюючи після школи у морського зоолога Роберта Кокера, а також електричні схеми з «Хлопчика-електрика» Альфреда Пауелл Моргана.

Говард вивчав біологію в Університеті Північної Кароліни в Чапел-Хілл, де він опублікував свою першу статтю ще під час навчання. Його навчання було перервано на три роки через його

службу під час Другої світової війни в армійських ВПС у Пуерто-Ріко та в зоні Панамського каналу, де він працював тропічним метеорологом. Після війни він повернувся до Університету Північної Кароліни та отримав ступінь бакалавра в зоології (Phi Beta Kappa) в 1947 році.

У 1947 році Одум одружився на Вірджинії Вуд, і згодом у них народилося двоє дітей. Після смерті Вуд в 1973 році він одружився з Елізабет К. Одум (у якої було четверо дітей від попереднього шлюбу) у 1974 році. У 1950 році Одум отримав ступінь доктора філософії та доктор зоології в Єльському університеті під керівництвом Г. Евелін Хатчінсона. Його дисертація називалася «Біогеохімія стронцію: з обговоренням екологічної інтеграції елементів», яка привела його до нової галузі системної екології. Він провів метеорологічний «аналіз глобальної циркуляції стронцію наприкінці 1940-х років передбачив погляд на Землю як на одну велику екосистему».

У Єльському університеті Говард почав співпрацювати зі своїм братом Юджином протягом усього життя. У 1953 році вони опублікували перший англomовний підручник із системної екології «Основи екології». Говард написав розділ про енергетику, який представив свою мову енергетичних схем. Вони продовжували співпрацювати в дослідженнях, а також писати до кінця свого життя. Для Говарда його інтерес до енергетичних систем (яку він назвав «energeese») також була спільною з братом.

З 1956 по 1963 рік Одум працював директором Морського інституту Техаського університету. За цей час він усвідомив взаємодію еколого-енергетичних та економічних сил. Він викладав на кафедрі зоології в Університеті Північної Кароліни в Чапел-Хілл і був одним із професорів у новій програмі морських наук до 1970 року.

Того року він переїхав до Університету Флориди, де викладав на факультеті інженерії навколишнього середовища, заснував і керував Центром екологічної політики, а в 1973 році заснував університетський Центр водно-болотних угідь; це був перший у світі центр такого роду, який діє й сьогодні. Одум продовжував цю роботу протягом 26 років до свого виходу на пенсію в 1996 році.

У 1960-х і 1970-х роках Одум також був головою комітету з планування тропічного біому Міжнародної біологічної програми. Він був підтриманий великими контрактами з Комісією з атомної енергії Сполучених Штатів, у результаті яких брали участь майже 100 вчених, які проводили радіаційні дослідження тропічного лісу. Його відомий проект в Університеті Флориди в 1970-х роках стосувався переробки очищених стічних вод у кипарисових болотах. Це був один із перших проектів, спрямованих на дослідження широко поширеного підходу до використання водно-болотних угідь, як екосистем для покращення якості води. Це один із його найважливіших внесків у зародження галузі екологічної інженерії.

В останні роки свого життя Говард Одум був почесним професором і директором Центру екологічної політики. Він був пристрасним спостерігачем за птахами як у професійному, так і в особистому житті.

Екологічне товариство присудило Говард Одуму премію Мерсера, щоб відзначити його внесок у вивчення коралового рифу на атолі Еніветок. Одум також отримав французьку премію Prix de Vie та премію Крафурда Шведської королівської академії наук, яка вважається еквівалентом Нобелівської премії з біологічних наук. Чарльз А. С. Холл описав Одума як одного з найбільш новаторських і важливих мислителів того часу. Холл зазначив, що Одум, один або разом зі своїм братом Євгеном, отримав практично всі міжнародні премії, які присуджуються екологам. Єдиним вищим навчальним закладом, який присудив почесні ступені обом братам Одум, був Університет штату Огайо, який нагородив Говарда в 1995 році та Юїна в 1999 році.

Внесок Одума в екологію екосистем був визнаний Товариством Марса, яке назвало свою експериментальну станцію «Оранжерея Г. Т. Одума» за пропозицією його колишнього учня Патріка Кангаса. Кангас і його учень Девід Блерш зробили значний внесок у проектування системи переробки стічних вод на станції.

Студенти Одума продовжили його роботу в установах по всьому світу, зокрема Марк Браун в Університеті Флориди, Девід Тіллі та Патрік Кангас в Університеті Мерленда, Деніел Кемпбелл в Агентстві з охорони навколишнього середовища США, Енріке Ортега в UNICAMP у Бразилії та Серхіо Ульгіаті в Університеті Сієни. Робота, виконана в цих установах, продовжує розвиватися та

поширювати концепцію Одума про надзвичайні ситуації. Його колишні студенти Білл Мітч, Роберт Костанца та Карін Лімбург є колишніми студентами, які отримали міжнародне визнання за їхній внесок у екологічну інженерію, екологічну економіку, науку про екосистеми, екологію водно-болотних угідь, екологію лиманів, екологічне моделювання та суміжні галузі.

Одум залишив велику спадщину в багатьох галузях, пов'язаних з екологією, системами та енергетикою. Він досліджував екосистеми в усьому світі та став піонером у вивченні кількох областей, деякі з яких тепер є окремими галузями дослідження. За словами Холла (1995), Одум опублікував одну з перших значущих статей у кожній із наступних областей:

- Екологічне моделювання (Одум 1960a)
- Екологічна інженерія (Одум та ін. 1963)
- Екологічна економіка (Одум 1971)
- Екологія лиманів (Одум і Хоскінс, 1958)
- Екологія тропічних екосистем (Одум і Піджон, 1970)
- Загальна теорія систем
- Внесок Odum у ці та інші сфери підсумовано нижче.

Говард Одум також писав про радіаційну екологію, системну екологію, єдину науку та мікросвіт. Він був одним із перших, хто обговорював використання екосистем для забезпечення життєзабезпечення під час космічних подорожей. Деякі припускають, що Одум був технократом за орієнтацією, тоді як інші вважають, що він був на боці тих, хто закликав до «нових цінностей».

У своїй докторській дисертації 1950 року. У дисертації Одум дав нове визначення екології як дослідження великих утворень (екосистем) на «природному рівні інтеграції». Виконуючи традиційну роль еколога, однією з докторських цілей Одума було розпізнати та класифікувати великі циклічні утворення (екосистеми). Однак ще однією з його цілей було зробити прогностичні узагальнення щодо екосистем, таких як, наприклад, весь світ. Для Одума, як великої сутності, світ являв собою оборотний цикл із високою стабільністю. Саме наявність стабільності, на думку Одума, дозволила йому говорити про телеологію таких систем. Під час написання дисертації Одум відчував, що принцип природного відбору є більш ніж емпіричним, оскільки він має телеологічний компонент «стабільності в часі». Як еколог, зацікавлений у поведінці та функціонуванні великих об'єктів у часі, Одум намагався дати більш загальне твердження про природний відбір, щоб воно було однаково застосовним як до великих, так і до малих об'єктів, які традиційно вивчаються в біології.

Говард Одум також хотів розширити сферу дії та загальність природного відбору, щоб включити великі сутності, такі як світ. Це розширення спиралося на визначення сутності як комбінації властивостей, які мають певну стабільність у часі. Підхід Одума мотивувався ідеєю Лотки про енергетику еволюції.

Говард Одум використовував аналог електричних енергетичних мереж для моделювання шляхів потоку енергії в екосистемах. Його аналогові електричні моделі зіграли значну роль у розвитку його підходу до систем і були визнані одним із найперших прикладів системної екології. Електронний потік в електричній мережі представляв потік матеріалу (наприклад, вуглецю) в екосистемі, заряд у конденсаторі був аналогічним зберіганню матеріалу, а модель масштабували до екосистеми, що цікавить, шляхом регулювання розміру електричного компонента.

У 1950-х роках Одум представив Екологічному товариству Америки свої електричні схеми екосистем. Він стверджував, що енергія переміщається через екологічні системи за допомогою «екосили», аналогічної ролі напруги в електричних колах. Кангас стверджує, що Одум дійшов висновку, що як термодинамічні системи, екосистеми також повинні підкорятися закону потоку сили, і що закон Ома та пасивні електричні аналогові схеми можуть бути використані для моделювання екосистем. У цьому моделюванні Одум спробував вивести екологічний аналог електричної напруги. Напруга, або рушійна сила, пов'язана з біомасою в фунтах на акр. Необхідною аналогічною концепцією є активність біомаси, тобто термодинамічна тяга, яка може бути лінійною. Що саме це таке в природі, досі невідомо, оскільки це нова концепція.

Близько 1955 року Одум керував дослідженнями радіоекології, які включали вплив радіації на тропічні ліси в Ель-Верде, Пуерто-Ріко (Одум і Піджен), а також на коралові рифи та екологію

океану на атолі Еніветок. Комісія з атомної енергії звернулася до братів Одум з проханням провести детальне дослідження атолу після ядерних випробувань; атол був достатньо радіоактивним, щоб після прибуття Одум змогли створити авторадіографічне зображення голови корала, помістивши його на фотопапір. Ці дослідження були ранніми застосуваннями енергетичних концепцій до екологічних систем і досліджували наслідки законів термодинаміки при використанні в цих нових умовах.

З цієї точки зору, біогеохімічні цикли керуються променистою енергією. Одум виразив баланс між надходженням і виходом енергії як відношення виробництва (P) до дихання (R): P-R. Він класифікував водойми на основі їх P-R співвідношення, яке відокремлювало автотрофні екосистеми від гетеротрофних: «Вимірювання метаболізму текучої води були вимірюваннями цілих систем. Одум вимірював спільноту як систему, а не складав метаболізм компонентів як Ліндеман і багато інших зробили». Схоже, що ці міркування слідували за науковим керівником Одума, Дж. Е. Хатчінсоном, який вважав, що якщо спільнота є організмом, то вона повинна мати певну форму метаболізму. Проте Голлі зазначає, що Одум намагався вийти за рамки звітності прості співвідношення, що призвело до перших серйозних розбіжностей у системній енергетиці.

Здійснюючи суперечливий крок, Одум і Річард Пінкертон (у той час фізик Університету Флориди) керувались статтями Альфреда Дж. Лотки про енергетику еволюції, і згодом запропонували теорію про те, що природні системи мають тенденцію працювати з ефективністю, яка виробляє максимальна вихідна потужність, а не максимальна ефективність.

Однак, найбільш видатною і помітною фігурою для екології в родині Одумів був старший син Юджин Одум.

Юджин Плезантс Одум (17 вересня 1913 – 10 серпня 2002) приписував своєму батькові те, що саме він надав цілісного підходу до вивчення предметів. Розмірковуючи про те, де провести свою дипломну роботу, він відмовився від Мічиганського та Корнельського університетів, оскільки не вважав, що цей холізм втілюється в їхньому підході до їхніх біологічних факультетів. Замість цього він обрав аспірантуру із зоології в Університеті Іллінойсу, де отримав ступінь доктора. Там Одум був учнем Віктора Шелфорда, чий зусилля привели до створення The Nature Conservancy.

Після отримання ступеня доктора філософії, у 1939 році Одум був найнятий першим постійним біологом у заповіднику Едмунда Найлза Хьюка та біологічній дослідницькій станції в Ренселервілі, Нью-Йорк. Заповідник площею 430 акрів був заснований у 1931 році, а його дослідницька станція — у 1938 році. Першими літніми науковими співробітниками заповідника, також обраними в 1939 році, були Едвард С. Рейні і Дональд Гріффін. Рейні, який щойно отримав ступінь доктора філософії, у Корнелі вивчав зелених жаб і жаб-биків; він став провідним іхтіологом (зоологом, який вивчає риб). Гріффін, який завершував захист ступеня доктора філософії в Гарварді, досліджував ехолокацію кажанів (згодом він прославився цією роботою).

Одум і Марта Енн Хафф, з якою він познайомився ще студентом, одружилися в її будинку в Вілметті, штат Іллінойс, 18 листопада 1939 року. Вона продовжила свою творчість як художниця. Одум дуже пишався досягненнями Марти як художника. Вона часто малювала пейзажі, подорожуючи з чоловіком по США та за кордоном. Марта Енн Одум приєдналася до свого чоловіка в Ренселервілі, де він продовжив працювати в заповіднику Хьюк. Його дослідження включали вивчення синиць і — що ще важливіше для його майбутнього як еколога — інвентаризацію рослин і підготовку карти середовища проживання. Його мета полягала в тому, щоб створити основу для вивчення спадкоємності землі, щоб людина могла планувати екосистеми та керувати ними. У них з Мартою було двоє синів, Вільям Юджин і Даніель Томас Одум. Їхній син Вільям помер молодим, у віці 40 років, але вже зробив важливий внесок у науку, будучи викладачем Університету Вірджинії.

У вересні 1940 року Одум влаштувався на роботу викладачем біології в Університет Джорджії (Афіни, Джорджія). Наприкінці 1940-х років, працюючи в комісії біологічного факультету університету, яка тоді складала нову навчальну програму, він дійшов висновку про нагальну потребу включити предмет екології, оскільки він дізнався, що його колеги загалом не знали, що таке екологія. Він заснував Інститут екології, пізніше названий на його честь.

У 2007 році Інститут екології, заснований Одумом в Університеті Джорджії, був названий «Школою екології Одума», першим окремим академічним підрозділом дослідницького університету, присвяченого екології. Одум також заснував дві польові дослідницькі станції як викладач Університету Джорджії: Морський інститут Університету Джорджії та Лабораторію екології річки Саванна.

У 1940-х і 1950-х роках «екологія» ще не була областю дослідження, яка була визначена як окрема дисципліна. Навіть професійні біологи, здавалося Одуму, були загально недостатньо освіченими щодо того, як екологічні системи Землі взаємодіють одна з одною. Одум підкреслив важливість екології як дисципліни, яка повинна бути фундаментальним виміром підготовки біолога.

Одум прийняв і розвинув далі термін «екосистема». Хоча іноді кажуть, що його ввів Раймонд Ліндемман у 1942 році, термін «екосистема» вперше з'явився в публікації 1935 року британського еколога Артура Тенслі, а в 1930 році його ввів колега Тенслі Артур Рой Клепхем. До Одума екологія конкретних організмів і середовищ вивчалася в більш обмеженому масштабі в рамках окремих субдисциплін біології. Багато вчених сумнівалися, що її можна вивчати у великих масштабах або як окрему дисципліну.

Разом зі своїм братом Говардом Томасом Одумом, аспірантом Єльського університету, Одум написав підручник з екології. Книга братів Одум (перше видання, 1953 р.) «Основи екології» близько десяти років була єдиним підручником у цій галузі. Серед іншого, Одум досліджував, як одна природна система може взаємодіяти з іншою.

Хоча Одум справді хотів вплинути на базу знань і мислення колег-біологів, а також студентів коледжів і університетів, його історична роль не полягала в промоутері суспільного захисту навколишнього середовища, як ми це знаємо зараз. Однак у своїй книзі «Екологія» 1963 року він стверджував, що батько надихнув його на «шукання більш гармонійних стосунків між людиною та природою».

До 1970 року, коли був організований перший День Землі, концепція Одума про живу Землю як глобальний набір переплетених екосистем стала однією з ключових ідей екологічного руху, який з того часу поширився світом. Однак, він був незалежним мислителем, який часом м'яко критикував гасла та модні концепції руху екологів.

Заповіт Одума передбачав, що після смерті його 26 акрів (110 000 м<sup>2</sup>) на річці Середній Оконі в Афінах, штат Джорджія, будуть продані та забудовані відповідно до планів, які він виклав перед смертю. Він часто показував друзям і колегам намальовані вручну плани свого бачення цієї зеленої громади. Плани передбачали, що понад 50 відсотків території будуть охоронятися зеленими насадженнями та пішохідними стежками, якими керуватиме Oconee River Land Trust. Прибуток від продажу землі піде до Екологічного фонду Юджина та Вільяма Одумів після того, як 1 мільйон доларів буде виділено на професорську кафедру в UGA на ім'я Одума. Землю було продано будівельнику Джону Віллісу Хоумсу, який виконує побажання Одума в заповіднику Біч-Крік.

Фінансові внески Одума були зосереджені не лише на Університеті Джорджії, а й на Університеті Вірджинії, оскільки там був призначений його син, а також Університеті Північної Кароліни, де його батько був плідним науковцем. Зрештою, його багатство — частково продукт гонорарів за книги — принесло користь тим установам, які він поважав. Екологічне товариство Америки пропонує нагороду Юджина П. Одума за відмінні досягнення в екологічній освіті, яку присудив і назвав на честь Одума.

Звичайно не можна уявити історію американської екології без Вільяма Мортон Вілера. Вільям Мортон Вілер народився 19 березня 1865 року в Мілуокі, штат Вісконсін, у сім'ї Джуліуса Мортон Вілера та Керолайн Джорджіани Вілер (уроджена Андерсон). У молодості Вілер цікавився природною історією, коли вперше спостерігав метелика, який потрапив у павутину. Таке спостереження настільки зацікавило Вілера, що він почав шукати більше знань про природу. Вілер відвідував державну школу, але через «постійну погану поведінку» його перевели до місцевої німецької академії, яка була відома своєю надзвичайною дисципліною. Після закінчення навчання в німецькій академії він відвідував німецьку нормальну школу. В обох закладах Вілера

навчали різноманітним предметам: його навчали мовам, філософії та наукам. До цього часу він міг вільно читати французькою, німецькою, грецькою, італійською, латинською та іспанською мовами. Коли він був студентом німецької академії, Вілер часто спостерігав за старим музеєм природної історії в закладі.

У 1884 році Генрі Огюст Уорд, власник природничого наукового закладу Уорда, привіз до академії колекцію опудал і скелетів ссавців, птахів і рептилій, а також серію морських безхребетних. Це мало перекопати батьків міста придбати їх і об'єднати з нинішньою колекцією в академії, в якій це заклало б основу безкоштовного муніципального природознавчого музею. Вілер, який знайомий з музеєм з дитинства, зголосився проводити ночі, допомагаючи розпаковувати та встановлювати зразки. Вражений його ентузіазмом, Уорд запропонував Вілеру роботу в його закладі в Рочестері, Нью-Йорк. Його першими обов'язками були ідентифікація та складання списку птахів і ссавців, а також підготовка каталогів. Пізніше він був призначений бригадиром і витрачав більшу частину свого часу на ідентифікацію та впорядкування колекції раковин, голкошкірих і губок, а також на підготовку каталогів і прайс-листів цих зразків для публікації.

У 1885 році Вілер повернувся до Мілуокі, щоб викладати німецьку мову та фізіологію в середній школі. У той час Джордж В. Пекхем був директором школи, в якій Вілер і Пекхем зав'язали тісні робочі стосунки. Вілер співпрацював з деякими опублікованими документами Пекхема, ілюструючи пальпи та епігінії павуків, а також допомагаючи йому та його дружині в їхній польовій роботі з осама. Вілер також перебував під впливом С.О. Вітмен і Вільям Паттен, які були ембріологами в лабораторії Алліс-Лейк у Мілуокі. Паттен надихнув його вивчати ембріологію комах і займався цим протягом кількох років. Протягом цього часу Вілер залишив середню школу в 1887 році та став хранителем у Мілуокіському громадському музеї, і займав цю посаду до 1890 року. Він вивчав ембріологію вдома та в неробочий час, у якому він створив невелику лабораторію. Він залишив Мілуокі після того, як залишив музей, щоб допомагати Вітмену в Університеті Кларка, і до 1892 року отримав ступінь доктора філософії; його дисертація була «Внесок в ембріологію комах». У той же час Вілер почав свою роботу над комахами та опублікував близько 10 ентомологічних робіт, які представили себе як кандидата на ступінь доктора філософії. Отримавши дзвінок з Чиказького університету, Вітмен згодом прийняв їхню пропозицію, а потім і Вілер, який був призначений під його керівництвом інструктором з ембріології в 1892 році. Він обіймав цю посаду до 1897 року, де він став доцентом у вибраній галузі. Перш ніж він приступив до виконання своїх обов'язків у Чикаго, Вілер отримав річну відпустку, що дозволило йому навчатися в Європі між 1893 і 1894 роками. Там він спочатку провів час у Зоологічному інституті Вюрцбурзького університету як студент, а також у Неаполі. Зоологічна станція. Закоханий у фауну Неаполя, Вілер вивчав статеве життя *Myzostoma*, предмет, який він далі вивчав у Зоологічному інституті в Льежі, Бельгія. Його монографія про *Myzostoma* була опублікована в 1897 році професором Е. Ван Бенеденом в Archives de Biologie.

У 1894 році Вілер повернувся до Чиказького університету, де протягом п'яти років був викладачем ембріології. Він продовжував публікувати статті, половина з яких стосувалася комах. У 1898 році Вілер одружився на Дорі Бей Емерсон у Чикаго, де вони познайомилися раніше. У 1899 році йому запропонували посаду професора зоології після смерті професора Техаського університету Нормана. Там він скористався можливістю реорганізувати кафедру як професор зоології. Він залишався там до 1903 року, але саме в цей період Вілер зацікавився поведінкою та класифікацією мурах. Згодом мурахи стали переважною групою комах, які він вивчав. Його двоє дітей також народилися в Рокфорді, штат Іллінойс, коли він перебував у Техасі.

Кілька студентів прагнули навчатися під керівництвом Вілера; такі відомі ентомологи, як К. Т. Брюз і А. Л. Меландер, потрапили до Остіна і провели кілька років, навчаючись там у його лабораторії. Це стало початком притоку молодих студентів, як учнів, так і наукових співробітників, які навчалися та досліджували протягом тривалого часу під його керівництвом. Серед інших студентів – К. Л. Меткалф, Т. Б. Мітчелл, О. Е. Плат, Джордж Солт, Альфред К. Кінсі, Джордж К. Вілер, Френк М. Карпенер, Вільям С. Крейтон, Ніл А. Вебер, Дж. Г. Майерс, Вільям М. Манн, Марстон Бейтс і Філіп Дж. Дарлінгтон.



У 1903 році Вілер залишив посаду в Техаському університеті та прийняв посаду «Куратора зоології безхребетних» в Американському музеї природної історії в Нью-Йорку.

У тісному контакті з британським мірмекологом і колеоптеристом Горацієм Доністорпом Уілеру Доністорп присвятив свою першу велику книгу про мурах у 1915 році. Доністорп і Уілер також часто обмінювалися зразками, що спонукало останнього до першої розробки ідеї, що підродина *Formicinae* має свою походження в Північній Америці.

У 1922 році Уілер був нагороджений медаллю Даніеля Жиро Елліота від Національної академії наук за свою роботу «Експедиція Мурахи Американського музею Конго». Він був професором прикладної біології в Інституті Бассі Гарвардського університету, який мав одну з найпопулярніших біологічних програм у Сполучених Штатах.

У 1924 році він провів близько двох місяців у Панамі з доктором Натаном Бенксом, збираючи безхребетних навколо Барро Колорадо та вздовж залізниці в околицях міста Панама. Вілер очолював Гарвардську австралійську експедицію (1931–1932) від імені Гарвардського музею порівняльної зоології, організації з шести чоловік, спрямованої з подвійною метою — закупити зразки — музей був «слабким щодо австралійських тварин і... бажав, щоб завершити свою серію» - і зайнятися "вивченням тварин регіону, коли вони живі". Місія була успішною: понад 300 зразків ссавців і тисячі комах повернулися до Сполучених Штатів.

У 1901 році Вілер був обраний членом Американської асоціації сприяння розвитку науки, а в 1906 році – членом Ентомологічного товариства Америки. На його честь названо вид геконів *Nephrurus wheeleri*. Його доробок налічує 467 публікацій.

**8.5.6. Швейцарсько-Французька екологічна школа.** Еколого-флористична або швейцарсько-французька екологічна школа пов'язана із іменам Жосіаса Браун-Бланке. Він народився 3 серпня 1884 року в Курі та помер 20 вересня 1980 року в Монпельє. Жосіаса Браун-Бланке був швейцарським ботаніком, засновником Міжнародної станції середземноморської та альпійської геоботаніки (SIGMA) у Монпельє, батьком цього напрямку фітосоціології. Він був учнем і Флахолта, і Шретера, і він став наступником Флахолта в Монпельє

Йозіас Браун народився 3 серпня 1884 року в Курі в кантоні Граубюнден. Під тиском родини він почав кар'єру банківського службовця, а вільний час присвячував вивченню флори Альп. Якість його роботи дозволила йому отримати, завдяки Едуарду Августу Рюбелю, посаду приват-доцента в Швейцарському федеральному технологічному інституті в Цюриху, але через відсутність університетського диплому він не зміг зробити кар'єру викладача або ботанічні дослідження в Швейцарії. Потім він залишив рідну країну, щоб оселитися у Франції, в Еро, в Монпельє, де зустрів Габріель Бланке, яка стала його дружиною, і чие ім'я він додав до свого, підписуючи свої роботи «Жозіас Браун-Бланке».

Під егідою професорів Флао та Павільяра він захистив докторську дисертацію про рослинність південних Севенн, яку він представив у 1915 р. У 1930 р. він заснував Міжнародну станцію середземноморської та альпійської геоботаніки в Монпельє та став її директором. У 1948 році він почав редагувати журнал *Vegetatio*, який швидко став міжнародним форумом геоботаніки. Його робота була відзначена золотою медаллю Ліннеївського товариства Лондона в 1974 році.

Його дружина Габріель регулярно брала участь у його роботі. Вона також підписала або була співавтором кількох ботанічних робіт. Після його смерті в 1966 році їхня донька, доктор Мірей Браун-Бланке, перейняла управління від свого батька, який оглух і сильно ослаб від старості. Жосіас Браун-Бланке помер 20 вересня 1980 року в Монпельє. Сімейна власність у Монпельє, вілла Sainte-Christine<sup>3</sup>, була заповідана Мірей для l'Institut du Christ Roi Souverain Prêtre.

Особливу він присвятив себе фітосоціології, яка була на чолі європейської фітоєкології. Він опублікував у віці 44 років (1928) свою *Pflanzensoziologie*, яка зробила його провідним світовим екологом та перетворила франко-німецьку школу Монпельє-Цюрих, головного лідера у цій галузі на франко-швейцарську еколого-флористичну школу Браун-Бланке. Вона побудована на принципах зосередження уваги на закономірностях, а не на процесах, на типах видів, а не на типах форм (див. Август Грізебах), і, як наслідок, на класифікації одиниць, заснованій на характеристиках земного покриву. В наш час система Браун Бланке є провідною для теоретичної (класифікація та динаміка екосистем) й прикладної (екосозологія та оцінка впливу на довкілля)

екології. Докладніше із характеристиками методу Браун-Бланке можна ознайомитися в курсі «Екосистемології» (Хом'як, 2022).

Українські вчені читали про принципи еколого-флористичної школи Браун-Бланке із знаною роботи Александрової «Классификация растительности», але не використовували її на практиці. Така ситуація зберігалася до початку 80-их років, коли в Київ приїхав Борис Михайлович Миркин, фундатор уфимської екологічної школи. В приватному порядку він познайомив молодих українських ботаніків із застосуванням цього методу на практиці. Серед них були відомі вчені екологи кінця ХХ - початку ХХІ століття: В.А. Соломаха, Ю.Р. Шелюг-Сосонко, Я.П. Дідух, Т.Л. Андрієнко та інші. Перші публікації пов'язані із цим методом з'явилися вже наприкінці 80-их. З середини 90-их провідну роль в застосуванні принципів Браун-Бланке мав професор Київського національного університету Володимир Андрійович Соломаха. Із 1996 по 2012 роки він опублікував три версії класифікації рослинності України. В цей час метод повністю витіснив інші підходи. На сьогодні ми маємо «Продромус рослинності України» (2019) та провідних фахівців світового класу в цьому напрямі екології. Серед них Дмитро Васильович Дубина, Яків Петрович Дідух та Куземко Анна Аркадіївна, яка є членкинею виконавчого комітету Євразійської степової групи (Eurasian Dry Grassland Group — EDGG), міжнародної робочої групи «Огляд рослинності Європи» (European Vegetation Survey) та Міжнародної асоціації науки про рослинність (International Association for Vegetation Science).

## 8.6. Основні екологічні теорії та напрямки

Екологію як науку можна розділити за кількома шкалами. З одного боку, ознакою для відокремлення одного розділу екології від іншого є рівень організації життя. За таким розподілом екологію розділили на аутоекологію (рівень особини), демоекологію (екологія популяції), синоекологію (рівень угруповання організмів), екосистемологію (рівень екосистеми) та біосферологію (рівень біосфери). Окремим випадком є астроекологія, яка розглядає життя, як космічне явище і охоплює між планетарний рівень.

У часи початку Наукової революції найбільшого розвитку набула аутоекологія. В середині ХІХ століття на основі лінеївської класифікації почали з'являтися розділи екології пов'язані із певними систематичними групами організмів: екологія рослин, тварин, грибів, водоростей... Оскільки, в основі екології лежали біогеографічні роботи, то з'явилися розділи пов'язані із частинами географічної оболонки: екологія моря, екологія суходолу, екологія лісу, екологія пустель, екологія гір. Разом із тим, у цей період об'єктом екології є не лише особина чи систематична група, а й угруповання організмів. На початку ХХ століття на перший план виходить системний підхід. Зв'язок між живими організмами із їхнім навколишнім середовищем розглядається як система. В другій половині ХХ століття, із початком розвитку електронно-обчислювальної техніки, процеси, які відбуваються в екосистемах, досліджуються методами моделювання. Особливу увагу перебирають на себе процеси динаміки екосистем і обіг енергії. Успіхи в дослідженні космічних об'єктів та визначення важливої ролі впливу космічних явищ на біоту чи необхідність колонізації інших планет запустили розвиток астроекології.

**8.6.1 Енергетика екосистем.** Проблема енергетики екосистем першими почали активно займатися в межах американо-британської школи. Піонерами цього напрямку були Г.Т. Одум, Р.Ліндеман, А. Лотка, Р.С. Пінкертон, Е.Шредінгер.

У 1990-х роках, наприкінці своєї кар'єри, Т Одум і Девід М. Сайенсмен розвинули ідею аварійної енергії як конкретного використання терміну втілена енергія. Дехто вважає концепцію «надзвичайних ситуацій», яку іноді коротко визначають як «енергетична пам'ять», одним із значущих внесків ГовардаОдума, але ця концепція не позбавлена суперечок і не позбавлена критики. Він розглядав природні системи як такі, що утворилися в результаті використання різних форм енергії в минулому: «енергія — це міра енергії, яка використовувалася в минулому, і, таким чином, відрізняється від міри енергії зараз. використання) є емджоуль, на відміну від джоулів, які використовуються для доступної енергії, що залишилася зараз». Це було задумано, як принцип максимального розширення можливостей, що могло б пояснити еволюцію відкритих систем, що

самоорганізуються. Однак, цей принцип був продемонстрований лише в кількох експериментах і не отримав широкого визнання в науковому співтоваристві.

Юджин Одум у своєму двохтомному підручнику узагальнив закони обігу енергії в екосистемах, відомі на кінець ХХ століття. Разом із тим, Юджин Одум був досить суб'єктивним, описуючи енергетичні характеристики екосистем. Він жодного разу не згадує ідеї Реймонда Ліндемана. Незадовго до смерті він із другої спроби опублікував свій закон «10%» який став законом екологічної піраміди. Юджин Одум на сторінках своєї книги описує про десятивідсоткову закономірність але не дає посилання на Р.Ліндемана, хоча його робота є в списку літератури. Разом із тим, він постійно згадує свого брата Говарда. Це при тому, що його аналогія енергетики екосистем із електричною є досить сумнівною. Однак, це запустило хвилю досліджень по всьому світу. Саме енергетичний підхід було покладено в концепцію сталого розвитку. Вчені, які досліджували «межі зростання людства» в рамках проекту «Людина і біосфера» (MAB UNESCO), визначали межі витривалості екосистем за їхніми енергетичними запасами.

**8.6.2. Динаміка екосистем.** Історію вивчення динаміки екосистем можна розділити на кілька етапів. Перший етап почався в часи Наукової революції і тривав до 1916 року, коли у світ вийшли роботи Ф.Клементса «Plant Succession» та «Plant succession; an analysis of the development of vegetation». Другий період розпочався із перших робіт Р. Віттекера (1953), де уявлення про динаміку екосистем Ф.Клементса піддавалися жорсткій критиці. Докладніше про них ви мали нагоду ознайомитися в пункті «8.5.5.». Опоненти Клементса розглядали сукцесію, як стохастичний процес, який може відбуватися за різними моделями. Концепції прихильників Клементса і прихильників Віттекера були двома крайнощами, які не відображали суті питання. Те саме стосувалося і проблеми континууму. Юджину Одуму вдалося знайти логічну та практично доведену «золоту середину» в обох питаннях. По перше, усі процеси динаміки тягнуться до певного енергетичного рівня який є клементсовським моноклімаксом. Одум називає його енергетичним або кліматичним клімаксом. Однак, умови середовища або вплив певних факторів середовища зміщують вектори динаміки. Саме тому ми спостерігаємо декілька сукцесійних моделей. Інколи між процесами спрямованими на рух до моноклімаксового атрактора блокується дією зовнішнього фактора або невідповідністю середовища до ендеогенезу. Це призводить до зупинки динаміки екосистем. Це Юджин Одум називає катастрофічним клімаксом. Дійсно, якщо розглядати клімакс, як просту зупинку динаміку, то вірною є концепція поліклімаксу, якщо певний енергетичний стан, то вірною є концепція моноклімаксу. Така точка зору підтримується сучасними дослідниками динаміки екосистем. Вони розглядають її, як термодинамічний або енергетичний процес. Наприклад, цієї точки зору дотримуються автор посібника а також Я.П. Дідух та Г.М. Лисенко.

**8.6.3. Класифікація екосистем.** Оцінка різноманітності екосистем і їх дослідження неможливі без такого методологічного інструменту, як класифікація. Класифікація екосистем має не лише наукове, а й практичне значення, пов'язане із їх охороною та використанням. Вперше поняття «екосистема» було введено в науковий обіг в 1935 Тенслі році, але ще до цього робилися спроби класифікувати об'єкти, які є її аналогами. Після формулювання К. Мебіусом у 1877 ідеї про біологічні системи надорганізмового рівня, описи перемістилися із площини взаємодії вид – середовище до угруповання – середовище. Спочатку (1887-1890) такі дослідження проводилися для водних типів систем. У такому напрямі працювали Генсен (1887), В.А. Форбес (1887), Е. Гекель (1890). Пізніше екосистеми суші описували Ф. Даль (1903-1908), Ф. Клементс (1905-1918), Адамс (1905-1915), В. Шелфорд (1907-1913).

З тридцятих років ХХ століття розвивається новий напрямок екології, де розглядаються природні об'єкти, як діалектична єдність середовища і живих організмів. Для оцінки цього явища використовувалися різні визначення і поняття, які часто мали спільні ознаки. Так Фрідерикс (1930) використовує термін голоцен, А. Тенслі (1935) – екосистема, Тінеман (1939) – біосистема, В.І. Вернадський (1944) – біокосне тіло, В.М. Сукачов (1931) – біогеоценоз.

За визначенням А. Тенслі (1935), екосистема – відносно стійка система динамічної рівноваги, де організми і неорганічні чинники є рівноцінними компонентами. А ось біогеоценоз, згідно із Сукачевим, є сукупністю на конкретній частині території планети однорідних

повторюваних природних явищ (гірських порід, рослинності, атмосфери, фауни і мікробіоти, гідрологічних умов і ґрунту), яка володіє своєю особливою специфікою взаємодії між цими складовими компонентами та певний тип кругообігу речовини і енергії їх між ними та рештою явищ природи і становить внутрішньо суперечливу та діалектичну єдність, що знаходиться у постійному русі й розвитку.

Є.М. Лавренко і М.В. Диліс знайшли точки дотику в цих двох понять через визначення: «Біогеоценоз – це екосистема в межах фітоценозу».

Зважаючи на прихильність до певного визначення поняття існують різні підходи до класифікації екосистем. М.В. Диліс (1967) розглядає чотири підходи до класифікації. Згідно з першим, екосистема, як хорологічна категорія, не може бути класифікована поза зв'язком із земною поверхнею. Тобто класифікація будується в межах природного районування з використанням даних про біоту і екоотп.

Другий напрям – класифікація за величиною, якої притримувалися Дювіньон і Танг (1968). Третій підхід розробляв Диліс (1967), що полягає в розподілі екосистем на природні і синтетичні, а перші діляться за особливостями матеріально-енергетичного потоку і протяжністю. Другі (синтетичні) включають об'єкти населених пунктів.

М.В. Диліс (1967) вважав, що при класифікації необхідно враховувати спорідненість їх підрозділів за характером обміну речовини та енергії між складовими компонентами, тобто за типологією геохімічної роботи екосистем.

Подібних поглядів дотримується Юджин Одум (1986). Одум стверджує, що екосистеми потрібно ділити на групи за їхнім енергетичним потенціалом та способом отримання, перетворення чи кругообігу енергії. Це віддзеркалює характеристику кругообігу речовин і енергії, а також визначає глибинну суть екосистеми. Він ділить екосистеми на 4 типи: А) несубсидовані, природні, що існують за рахунок енергії Сонця чи хімічних речовин, Б) природні, які частково функціонують за рахунок енергії Сонця або хімічних речовин, але із природною субсидією, В) природні екосистеми, які існують за рахунок енергії Сонця або хімічних речовин але із антропогенною субсидією, Г) індустріально-міські екосистеми, енергія яких повністю субсидується людиною.

Х. Елленберг та Д. Мюллер-Домбуа розглядають три підходи до класифікації: комбінований, незалежний та функціональний. Комбінований будується на основі синтезу ознак рослинності та середовища. Незалежний, коли компоненти екосистеми розглядаються окремо одна від одної і їх комбінують за картографічним методом. Функціональний підхід, запропонований Х. Елленбергом в 1973 році, будується на порівнянні функціональних відносин екосистем. Остання система є ієрархічною. На першому рівні знаходиться біосфера як глобальна екосистема. На другому відбувається розділення на природні, переважно природні та урбо-індустріальні. За розмірністю виділяють макроекосистеми, мезоекосистеми, мікроекосистеми та наноекосистеми.

Деякі географи поняття екосистема зближують із поняттям геосистема, хоча виділяють їх відмінність. Опираючись на класифікацію геосистем В.Б. Сочави, В.І. Василевич виділяє: 1) елементарні, 2) регіональні 3) материкові. При цьому, він визнає, що просторова ієрархія екосистем не є постійною. М.Д. Гродзинський (1993) вважає, що західноєвропейський підхід до трактування поняття екосистеми і їх класифікації відповідає поняттю і розмірності геосистеми і складається з аналогічних компонентів. Відмінність між ними в тому, що геосистема розглядається як поліцентрична модель і складається із рівноцінних компонентів, а екосистема це моноцентрична модель, в основі якої лежить біотична складова (насамперед автотрофний блок).

М.А. Голубець в своїй книзі «Екосистемологія» (2000) пропонує класифікувати екосистеми за ієрархічними принципами: 1) біосфера, 2) материкові та океанічні, 3) біомні, 4) провінційні, 5) ландшафтні, 6) біогеоценози, 7) парцелярні, 8) консорційні. При цьому він дає визначення понять біогеоценозної та ландшафтної екосистем, якими пропонує користуватися під час класифікації.

У Північній Америці (Канада) з 80-х років ХХ століття працює система Biogeoclimat Ecosystem Classification (BEC). Характерною рисою цієї системи є класифікація в межах фізико-географічного районування.

Я.П. Дідух (2004; 2005) також розглядає кілька підходів до класифікації екосистем: типологічний, топологічний і просторовий. Перший базується на оцінці подібності екотопів. Такою є класифікація EUNIS. Другий – топологічний напрям класифікації – ґрунтується на принципах спряженості екотопів залежно від градієнта змін певних екологічних факторів. Категорії такої класифікації – екомери – є аналогами ценомерів В.Б. Сочави (1978, 1979). Третій підхід – це виділення індивідуальних неповторних одиниць – екохор.

Окремі дослідники дотримуються думки про те, що слід використовувати одночасно кілька класифікацій за різними ознаками. Отже, існують різні думки щодо підходів до класифікації екосистем.

На думку Я.П. Дідуха причинами пізнього початку розробки єдиної класифікації екосистем є те, що лише в ХХ столітті в центрі уваги екології опинилося поняття екосистема а до цього вивчалися відносини між видом і середовищем. Досі не вирішено питання вибору основи класифікації екосистем

Значний поштовх у розробці цієї проблеми здійснила програма ООН, прийнята в Ріо-де-Жанейро. Для її реалізації необхідним є створення загальноєвропейської класифікації екосистем, що повинна була виконувати такі функції: забезпечити охорону екосистем різних країн Європи, оптимізувати Паневропейську екомережу, відображати розподіл екотопів Європи, слугувати основою для порівняння екотопів з метою оцінки біорізноманіття, забезпечити ефективність збору екологічної інформації.

З цією метою розроблялися різні системи баз даних. Першою з них була CORINE, розроблена European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity (Європейський центр захисту природи і біорізноманіття). У період із 1996 року і до 2002 роки розроблялася система European Nature Information System Habitat Classification (EUNIS). В основу цієї класифікації (EUNIS) покладено такі принципи: 1) гнучкість та стійкість, що дозволяють доповнювати нову інформацію, і не знищує раніше отриману; 2) ієрархічна структура, яка відображає різну складність і підпорядкованість екосистем; 3) використання раніше створених класифікацій і наявної в них інформації; 4) забезпечення формування банку даних різноманітної екологічної інформації; 5) чіткі наукові об'єктивні ознаки, що мають однозначне трактування; 6) легка зрозуміла мова.

European Nature Information System Habitat Classification увібрала у себе усі досягнення сучасної природничої науки й спирається на раніше створені європейські класифікації екосистем. Система EUNIS застосовує принципи фітоценотичної класифікації за принципами Браун-Бланке, але не дублює її. Перевагами системи EUNIS є її ієрархічна структура, яка дозволяє підсумувати дані на різних рівнях класифікації, при цьому, зважати на емерджентні властивості екосистем; для класифікації EUNIS використовуються флористичні ознаки (рослинні угруповання), які будуть чутливими індикаторами характеристик середовища; можливість відображення різних типів екосистем; індексация та ключі, що дозволяють перевіряти правильність визначення екосистем; відкритість, яка дає можливість вносити безмежну кількість інформації. Слабким місцем системи EUNIS є не строго витримана структура.

У 2002 році в Україні було опубліковано класифікацію екосистем з використанням домінантних принципів класифікації рослинності, але починаючи з 2004-2005 років перевага віддається флористичному підходу. З 2005 року було опубліковано ряд класифікацій екосистем для різних регіонів України.

В основу більшості сучасних українських класифікацій покладено принцип відповідності структури й видового складу автотрофних компонентів екосистеми (рослинних угруповань) умовам середовища місця зростання (екотопу). Ці класифікації частіше за все будуються на принципах класифікації European Nature Information System Habitat Classification (EUNIS).

Система EUNIS, яка набуває загального поширення та береться за основу багатьма дослідниками, має ряд недоліків. Насамперед, довільність вибору критеріїв для одиниць різного рівня та суб'єктивізм.

Основним принципом для виділення найвищих рангів є ймовірні особливості перетворення енергії в екосистемах, які залежать від її структури та індикуються рослинними угрупованнями (фітоценозами). Екосистеми з природною рослинністю визначаються за структурою синтаксонів.

За умови відсутності рослинних угруповань класифікація ведеться за аналізом едафічних умов та впливу людської діяльності.

В лабораторії Теорії екосистем Житомирського державного університету імені Івана Франка розроблено авторську едафо-динамічну класифікацію екосистем. Вона є розвитком ідеї Александрової та Погребняка в третьому вимірі. Цими трьома вимірами є багаторічний режим зволоження, загальний сольовий режим та показник природної динаміки. За потреби використовуються й інші фактори. Наприклад, вміст доступного нітрогену чи рекреаційне ущільнення ґрунту. Кожна елементарна екосистема чи ієрархічно вища одиниця, яка їх об'єднує, є простором ординаційної хмари в цій багатовимірній моделі. Розміщення певного типу екосистем має вищу ймовірність всередині такого поля і нижчу ймовірність ближче до периферії. Також, в центрі ординаційної хмари знаходяться номенклатурні типи екосистем певного виду а ближче до периферії її екотони.

Основним перспективним завданням розробки класифікації екосистем є створення детальної класифікації синхронізованої з існуючими розробками для інших країн Європи. Бажаним є розвиток класифікації у напрямку її уніфікації, науковості та природності. Це можливе за умови, коли на основі об'єктивних ознак (характеристик автотрофного блоку та пов'язаних з ним умов середовища) буде використано інші підходи зокрема, що використовуватимуть в екології досягнення синергетики та термодинаміки.

**8.6.4. Екологія окремих груп організмів.** Екологія проникла у всі сфери біологічних досліджень. Однак, найчастіше вона присутня тоді, коли досліджуються окремі популяції, види чи вищі систематичні групи. Ці дослідження є переважно аут екологічними. Аутокологія – це розділ екології, який прагне пояснити поширення та чисельність видів шляхом вивчення взаємодії окремих організмів із середовищем їх існування. Аутокологічний підхід відрізняється як від спільнотної екології (синекології), так і від популяційної екології більшим визнанням видоспецифічних пристосувань окремих тварин, рослин чи інших організмів, а також впливів середовища, що залежать від щільності, на поширення видів. Аутокологічна теорія пов'язує специфічні для виду вимоги та стійкість особин до навколишнього середовища з географічним розподілом виду, при цьому особини відстежують відповідні умови, маючи здатність до міграції принаймні на одному етапі свого життєвого циклу. Аутокологія має міцне підґрунтя в еволюційній теорії, включаючи теорію пунктуаційної рівноваги та концепцію розпізнавання видів

Аутокологію започаткували німецькі польові ботаніки наприкінці 18 століття. Однак, це певною мірою відбувалося і в інших природничих дослідженнях. Наприклад, в роботах К.Ліннея, присвячених виокремленню окремих родів та видів, кожен об'єкт має коротку характеристику його середовища. Протягом 20-го століття аутокологія продовжувала існувати в основному як описова наука, а не як наука, що підтримує теорію, і найбільш відомі прихильники аутокологічного підходу, Герберт Андреварта та Чарльз Берч (Herbert Andrewartha та Charles Birch), унікали терміну аутокологія, коли посилялися на видові екологічні дослідження з наголосом на незалежні від густини процеси. Частина проблеми з виведенням теоретичної структури для аутокології полягає в тому, що окремі види є унікальними у своїй історії життя та поведінці, що ускладнює широкі узагальнення щодо них без втрати важливої інформації, отриманої шляхом вивчення біології на видовому рівні. Останнім часом було досягнуто прогресу завдяки концепції Патерсона про визнання видів і концепції відстеження середовища існування організмами. Остання спроба вивести теоретичну структуру аутокології була опублікована в 2014 році екологами Гімме Вальтером і Робом Хенгевелдом (Gimme Walter та Rob Hengeveld).

Аутокологічна теорія зосереджена на виді як найважливішій одиниці біологічної організації, оскільки особини в усіх популяціях певного виду мають спільні видоспецифічні адаптації, які впливають на їхню екологію. Це особливо стосується розмноження, оскільки особини статевого виду мають унікальні пристосування (наприклад, шлюбні пісні, феромони) для розпізнавання потенційних партнерів, а також мають спільний механізм запліднення, який відрізняється від механізму запліднення в інших видів. Ця концепція розпізнавання видів відрізняється від концепції біологічного виду (або концепції ізоляції), яка визначає види за допомогою стерильності при перехресному спаровуванні, яка в алопатричному видоутворенні є

лише наслідком адаптивних змін у механізмі запліднення нового виду відповідно до іншого середовища.

Особини з усього ареалу виду, як правило, відносно одноманітні з точки зору потреб у харчуванні та середовищі існування, а також діапазону умов середовища, які вони можуть переносити. Вони відрізняються від інших видів. Особини виду також мають спільні специфічні сенсорні пристосування для розпізнавання відповідного середовища існування. Сезонні зміни та мінливість клімату означають, що просторовий або часовий розподіл відповідного середовища існування для виду також змінюється. У відповідь на це організми відстежують відповідні умови, наприклад, мігруючи, щоб залишатися у відповідному середовищі існування, чому є докази в літописі скам'янілостей. Визначаючи вимоги та толерантність певного виду, можна передбачити, як особини цього виду реагуватимуть на конкретні зміни середовища

Аутекологічна теорія передбачає, що особини відтворюватимуться приблизно на рівні заміщення, якщо тільки період зміни навколишнього середовища, що спричиняє надзвичайно високу або низьку виживаність, не спричинить зростання або скорочення популяції до того, як знову відновиться на рівні заміщення. Чисельність популяції може бути зменшена шляхом впровадження нового тиску хижаків, наприклад, через погане управління рибальством або введення агента біологічного контролю для боротьби з інвазійними видами, так що чистий коефіцієнт розмноження,  $R_0$ , падає нижче рівня відновлення. Види, на яких полюють у кожному випадку, можуть стабілізуватися на нижчій щільності популяції, де особинам вищого трофічного рівня складніше знайти вид-жертву, але на цьому етапі усунення хижацтва мало впливає на розмір популяції, оскільки особини продовжують розмножуватися навколо рівня заміщення, оскільки вони були з вищою щільністю до впровадження вищого трофічного рівня.

Аутекологічні дослідження поширені в усіх розділах біології, де об'єктом дослідження є вид. Крім того, в межах екосозології та в екологічному аудиті саме на основі аутекологічних досліджень реалізується видовий рівень охорони природи.

**8.6.5. Моделювання та прогнозування екосистем.** У 1991 році Г.Т. Одума було обрано 30-м президентом Міжнародного товариства системних наук, яке раніше називалося Міжнародним товариством загальних системних досліджень. Він виступив із багатьма доповідями із загальної теорії систем на її щорічних конференціях і редагував останній опублікований «Щорічник загальних систем». Друге, переглянуте видання його основної праці отримало нову назву «Екологічні та загальні системи: Вступ до системної екології» (1994). Деякі з його енергетичних моделей і симуляцій містили загальні системні компоненти. Одум був описаний як «технократичний оптиміст», і на його підхід суттєво вплинув його батько, який також був прихильником системного погляду на соціальний світ через різні призми фізичної науки. У процесах на Землі Одум (1989) вважав, що люди відіграють центральну роль: він сказав, що «людина є програмним і прагматичним інформаційним процесором біосфери для досягнення максимальної продуктивності». До кінця 1960-х років екологічні імітаційні моделі електронної схеми Одума були замінені більш загальним набором енергетичних символів. У поєднанні для формування системних діаграм Одум та інші вважали, що ці символи є мовою макроскопа, яка може зображати узагальнені моделі потоку енергії: «Опис таких моделей і зведення складності екосистеми до потоків енергії, на думку Одума, дозволить робити відкриття загальних принципів екосистеми». Дехто намагався пов'язати це з проектами універсальної наукової мови, які з'являлися протягом історії натурфілософії. Кітчінг стверджував, що мова є прямим результатом роботи з аналоговими комп'ютерами та відображає підхід інженера-електрика до проблеми представлення системи: «Через її електричну аналогію систему Одума відносно легко перетворити на математичні рівняння... Якщо побудувати модель енергетичного потоку, то системі Одума слід приділити серйозну увагу...»

Потреби та можливості створення теоретичних моделей, які описують функціонування екосистем, виникли та активно обговорювалися із тридцятих років ХХ століття. Поява перших умовно потужних комп'ютерів 50-60 років стимулювала спроби реалізувати цей задум. В 60-70 роках до цих зусиль додалися спроби робити екосозологічні (природоохоронні) прогнози на основі комп'ютерних моделей.

Так виник новий напрям екологічних досліджень – екологічне моделювання. Його історія тісно пов'язана із особистістю датського науковця Свена Еріка Йоргенсена (29 серпня 1934 — 5 березня 2016). Свен Йоргенсен у 1958 році отримав ступінь магістра наук у галузі хімічної інженерії Технічного університету Данії, потім отримав ступінь доктора інженерії навколишнього середовища (Технологічний інститут Карлсруе) та доктора наук у галузі екологічного моделювання (Університет Копенгагена). Викладав курси з екологічного моделювання в 32 країнах. Після виходу на пенсію він став почесним професором хімії навколишнього середовища Копенгагенського університету.

Він був почесним доктором Університету Коїмбра, Португалія та Університету Дар-ес-Салама, Танзанія. Він отримав кілька нагород: нагороду Руджера Бошковича, премію Пригожина, медаль Блеза Паскаля, професорську посаду Ейнштейна в Академії наук Китаю та премію Санта-К'яра за міждисциплінарні дослідження. навчання. У 2004 році разом з Вільямом Дж. Мітчем він був нагороджений Стокгольмською водною премією.

У 1975 році він заснував журнал «Екологічне моделювання» (Ecological Modelling), а в 1978 році заснував ISEM, Міжнародне товариство екологічного моделювання. Він опублікував 366 статей, з яких 275 були в рецензованих міжнародних журналах, і був редактором або автором 76 книг, деякі з яких були перекладені на інші мови (китайську, російську, іспанську та португальську).

У 2011 році він написав підручник з екологічного моделювання «Основи екологічного моделювання», який був опублікований як четверте видання разом з Брайаном Д. Фатом з Департаменту біологічних наук Університету Тоусона. Він був співредактором «Енциклопедії екології», опублікованої в 2008 році, та «Енциклопедії управління навколишнім середовищем», опублікованої в грудні 2012 року. Він був співавтором підручника «Вступ до системної екології», виданого англійською мовою в 2012 році та китайською в 2013 р.

Був членом редколегії 18 міжнародних журналів у галузі екології та природокористування. Він був президентом ISEM і був обраний до Європейської академії наук і мистецтв, для якої він був головою секції наук про навколишнє середовище. Він одружився в 1970 році і мав одного сина. Йоргенсен помер у 2016 році в Копенгагені.

Журнал Ecological Modeling публікує нові математичні моделі та системний аналіз для опису екологічних процесів, а також нові застосування моделей для управління навколишнім середовищем. Журнал вітає дослідження моделей, заснованих на процесах, вбудованих у теорію з явними причинними агентами та інноваційні застосування існуючих моделей. І, оскільки, програми можуть допомогти удосконалити моделі та запропонувати нові напрямки для досліджень, журнал публікує обидва, щоб сприяти відтворюваності та корисності. Людська діяльність і добробут залежать від функціонування екосистем і послуг, які вони надають, і пов'язані з ними. Журнал прагне зрозуміти ці основні функції екосистеми за допомогою математичного та концептуального моделювання, системного аналізу, термодинаміки, комп'ютерного моделювання та екологічної теорії, а також розглядаємо широкий спектр застосувань, починаючи від базової екології до екології людини та соціально-екологічних систем. Журнал вітає оригінальні дослідницькі та оглядові статті та короткі повідомлення.

У світі створено міжнародну організацію The International Society for Ecological Modelling (Міжнародне товариство екологічного моделювання ISEM) сприяє міжнародному обміну ідеями, науковими результатами та загальними знаннями щодо застосування системного аналізу та моделювання в екології та управлінні природними ресурсами. Товариство було створено в Данії в 1978 році з ініціативи професора Свена Е. Йоргенсена. Сьогодні ISEM має наступні відділення: Африка, Австралазія, Європа, Північна Америка та Японія. Товариство спонсорує конференції, симпозиуми та семінари, які пропагують системний підхід до екологічних досліджень і навчання, а також до управління природними ресурсами. Його члени часто публікують наукові статті в офіційному науковому журналі Товариства «Екологічне моделювання».

**8.6.6. Екологія людини.** Екологія людини — це міждисциплінарне та трансдисциплінарне дослідження взаємозв'язків між людьми та їхнім природним, соціальним та антропогенним середовищем. Філософія та дослідження екології людини мають розсіяну історію з досягненнями в



екології, географії, соціології, психології, антропології, зоології, епідеміології, охороні здоров'я та домашньому господарстві, серед іншого.

Як і інші сучасні дослідники свого часу, Геккель перейняв свою термінологію від Карла Ліннея, де екологічні зв'язки людини були більш очевидними. У своїй публікації 1749 року «Specimen academicum de oeconomia naturae» Лінней розвинув науку, яка включала економіку та поліс природи. «Поліс» походить від грецьких коренів для політичної спільноти (спочатку заснованої на містах-державках), поділяючи своє коріння зі словом «поліція» щодо сприяння розвитку та підтримці доброго соціального порядку в громаді. Лінней також був першим, хто написав про близьку спорідненість між людьми та приматами. Лінней представив ранні ідеї, знайдені в сучасних аспектах людської екології, включаючи баланс природи, підкреслюючи важливість екологічних функцій (екосистемних послуг або природного капіталу в сучасних термінах): «В обмін на задовільне виконання своєї функції природа забезпечила вид з предмети першої необхідності» Робота Ліннея вплинула на Чарльза Дарвіна та інших вчених його часу, які використовували термінологію Ліннея (тобто економіка та поліс природи) з прямим наслідком питань людських справ, екології та економіки.

Екологія – це не тільки біологічна, але й гуманітарна наука, коли вона набуває прикладного характеру. Раннім і впливовим соціологом в історії людської екології був Герберт Спенсер. На Спенсера вплинули та взаємно впливали на роботи Чарльза Дарвіна. Герберт Спенсер ввів фразу «виживання найпристосованішого», він був раннім засновником соціології, де він розвинув ідею суспільства як надорганізму, і він створив ранній прецедент для соціально-екологічного підходу, який був подальшою метою та зв'язком між соціології та екології людини.

Історія екології людини має міцне коріння в географії та соціології факультетів університетів кінця 19 століття. У цьому контексті в книзі Джорджа Перкінса Марша «Людина і природа» (1864) ідеться про важливий історичний розвиток або віху, яка стимулювала дослідження екологічних відносин між людьми та їхнім міським середовищем або фізична географія, змінена дією людини. Джордж Марш цікавився активною діяльністю взаємодії людини і природи (ранній попередник урбоекології або створення людської ніші), часто посиляючись на економіку природи.

У 1894 році впливовий соціолог Чиказького університету на ім'я Альбїон В. Смолл співпрацював із соціологом Джорджем Е. Вінсентом і опублікував «лабораторний посібник» з вивчення людей у їхніх «повсякденних заняттях». Це був путівник, який навчав студентів-соціологів, як вони можуть вивчати суспільство так, як історик природи вивчав би птахів. Їхня публікація «явно включала відношення соціального світу до матеріального середовища».

Перше англійське використання терміну «екологія» приписують американському хіміку та засновнику галузі домашньої економіки Елен Своллоу Річардсу. Річардс вперше ввів термін як «оекологія» в 1892 році, а згодом розробив термін «екологія людини». Термін «екологія людини» вперше з'явився в праці Еллен Своллоу Річардс 1907 року «Санітарія в повсякденному житті», де він був визначений як «дослідження оточення людей щодо впливу, який вони справляють на життя людей». Використання Річардом терміну визнавало людей частиною, а не окремою від природи. Термін вперше офіційно з'явився в галузі соціології в книзі 1921 року «Вступ до науки про соціологію», опублікованій Робертом Е. Парком і Ернестом В. Берджессом (також з кафедри соціології в Чиказькому університеті). Їхній учень, Родерік Д. Маккензі, допоміг зміцнити екологію людини як субдисципліну в рамках Чиказької школи. Ці автори підкреслили різницю між екологією людини та екологією загалом, виділяючи культурну еволюцію в людських суспільствах.

Екологія людини має фрагментарну академічну історію з розробками, поширеними в ряді дисциплін, включаючи: домашню економіку, географію, антропологію, соціологію, зоологію та психологію. Деякі автори стверджують, що соціальна географія — це екологія людини. Чимало історичних дискусій точилося про те, як людину розглядати – як частину природи або окремо від неї. У світлі розгалуженої дискусії про те, що являє собою екологію людини, нещодавні міждисциплінарні дослідники шукали об'єднуючу наукову галузь, яку вони назвали пов'язаними людськими та природними системами, яка «ґрунтується на попередній роботі, але виходить за її

межі (наприклад, екологія людини, екологічна антропологія, екологічна географія)» Інші галузі або галузі, пов'язані з історичним розвитком екології людини як дисципліни, включають культурну екологію, міську екологію, екологічну соціологію та антропологічну екологію. Незважаючи на те, що термін «екологія людини» був популяризований у 1920-1930-х роках, дослідження в цій галузі проводилися з початку дев'ятнадцятого століття в Англії та Франції.

Із екологією людини пов'язані така дисципліна, як соціоекологія. З 1916 року поняття соціоекологія, подане в програмній статті американським вченим Р.Е. Парком, зазнавало певних трансформацій. На сьогодні найбільш поширеним є таке визначення: наука, що аналізує ставлення людини до природи в притаманному їй гуманістичному горизонті з погляду його відповідності історичним потребам людського розвитку, в ракурсі культурної виправданості та перспективи, через теоретичне осягнення світу в його загальних визначеннях, які виражають міру історичної єдності людини і природи. Представники Чиказької школи соціальної психології – Р. Парк і Е. Берджес, вперше вжили термін соціоекологія у своїй роботі з теорії поведінки населення в міському середовищі в 1921 р, де використовували його як синонім поняття **ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ**.

Сучасна соціоекологія розвивалась на початку ХХ століття як два паралельних потоки, що часто переплітаються: «human ecology («екологія людини») або social ecology» («соціальна екологія»). У 1922 р. американський природодослідник Х. Берроуз назвав свою вступну доповідь на засіданні Асоціації американських географів, «Географія як екологія людини». Як уже згадувалось, ще раніше, в 1921 році, соціолог Р. Парк уже намагався зорієнтувати дослідження людського суспільства за методом аналогічним із дослідженням рослинних асоціацій, назвавши його «екологією людини». За визначенням географа Х. Берроуза, екологія людини охоплює взаємозв'язки між людьми і територією. Це була область науки на той час, майже не зачеплену вченими. Вже пізніше цю сферу активно розглядали, але географи дуже рідко вважали свої дослідження частиною екології людини в тому значенні, яке було визначене Х. Берроузом. Соціологи в свою чергу визнали цей термін але для дефініції симбіозу в людських угрупованнях аналогічно із рослинними асоціаціями. Поряд із терміном екологія людини в той час з'являється термін антропоєкологія.

Робота Редерика Мак Кензі опублікована у 1927 дала поштовх розвитку соціоекології як частини екології людини. Він визначав її як науку про територіальні і тимчасові відносини людей, на які мають вплив селективні (виборчі), дистрибутивні (розподільні) та аккомодативно (приспосувальні) сили середовища. Пізніше П.М. Саре в праці «Нариси екології людини» та А. Тоулї в монографії «Людська екологія» підтримували цю ідею. Вона залишається домінуючою і до сьогодні. А. Акімова та В.В. Хаскін.

Багато українських вчених не поділяють точки зору про синонімізацію екології людини та соціоекології. Видатний український вчений Г. Бачинський\* поділяв думку американського еколога Ю. Одума про те що, екологію людини не можна уподібнювати до соціоекології, бо у них різні предмети дослідження Він говорив, що екологія людини сформувалась на стику соціоекології та медицини, а перша є новою синтетичною галуззю медичних наук. Під предметом вивчення цієї галузі наук (екології людини) Г. Бачинський вбачав медико-біологічні та медико-демографічні аспекти взаємодії суспільства і природи, які спершу частково досліджували медична географія та гігієна. екологію людини – вчений ідентифікував як антропоєкологію і зауважив, що вона сформувалась на спільному фундаменті медичної географії та гігієни

Часто сьогодні дають визначення соціальної екології як частини екології людини. Тобто вона являє собою комплекс наукових галузей, які вивчають зв'язок суспільних структур (починаючи з сім'ї та інших малих суспільних груп), а також зв'язок людини з природним і соціальним середовищем їх існування. Сьогоднішні підходи до соціоекології можна розділити на кілька груп: 1) наука про взаємодію людського суспільства з природою; 2) екологія людської особистості; 3) екологія людських популяцій, у тому числі вчення про етноси.

Іншим напрямом соціоекології є розгляд її як соціологічної науки. Найяскравішим представником цього напрямку є український економіст Сергій Подолинський відомий у світі за працями («Про багатство та бідність», «Про те як наша земля стала не наша», «Ремесла та фабрики

на Україні» та ін.), В 1880 році С.А. Подолинський опублікував дослідження «Праця людини та її відношення до розподілу енергії».

У 1969 році Атлантичний коледж у Бар-Гарборі, штат Мен, був заснований як школа екології людини. З моменту свого першого зарахованого класу з 32 студентів коледж перетворився на невеликий заклад гуманітарних наук з приблизно 350 студентами та 35 основними викладачами. Кожен випускник отримує ступінь з екології людини, міждисциплінарної спеціальності, яку кожен студент розробляє відповідно до власних інтересів і потреб.

Екологи-біологи традиційно неохоче вивчали екологію людини, натомість тяжіючи до привабливості дикої природи. Екологія людини має історію зосередження уваги на впливі людини на біотичний світ. Пол Сірс був першим прихильником застосування екології людини, розглядаючи теми, спрямовані на демографічний вибух людства, обмеження глобальних ресурсів, забруднення, і опублікував вичерпний звіт про екологію людини як дисципліну в 1954 році. Він бачив величезний «вибух» проблем люди створювали для навколишнього середовища і нагадували нам, що «важлива робота, яку потрібно виконати, а не етикетка». «Коли ми як професіонали навчимося діагностувати загальний ландшафт, а не лише як основу нашої культури, але як вираження цього та для того, щоб якомога ширше ділитися нашими спеціальними знаннями, нам не потрібно боятися, що наша робота буде проігнорована або, що наші зусилля будуть недооцінені». Нещодавно Екологічне товариство Америки додало розділ екологія людини, як той, що вказує на зростаючу відкритість біологічних екологів для взаємодії з системами, де домінує людина, і визнання того, що більшість сучасних екосистем зазнали впливу людської діяльності.

**8.6.7. Біосферологія.** Розвиток вчення про біосферу насамперед пов'язані із двома яскравими особистостями першої половини ХХ століття – це геохімік Володимир Іванович Вернадський та філософ і палеонтолог П'єр Тіяр де Шарден. Об'єктом вивчення біосферології є оболонка життя планети – біосфера. Біосфера (від грец. βίος bios «життя» і σφαῖρα sphaîra «сфера»), також відома як екосфера (від грец. οἶκος oîkos «навколишнє середовище» і σφαῖρα), є всесвітньою сукупністю всіх екосистем. Її також можна назвати зоною життя на Землі. Біосфера (яка технічно є сферичною оболонкою) є частково закритою системою щодо матерії з мінімальними входами та виходами. Що стосується енергії, то це відкрита система, у якій фотосинтез уловлює сонячну енергію зі швидкістю близько 130 терават за рік. За найзагальнішим біофізіологічним визначенням, біосфера – це глобальна екологічна система, що об'єднує всі живі істоти та їх зв'язки, включаючи їх взаємодію з елементами літосфери, кріосфери, гідросфери та атмосфери. Вважається, що біосфера еволюціонувала, починаючи з процесу біопоезу (життя, створене природним шляхом з неживої матерії, наприклад простих органічних сполук) або біогенезу (життя, створене з живої матерії), принаймні близько 3,5 мільярдів років тому. Термін «біосфера» був введений геологом Едуардом Зюссом у 1875 році, який він визначив її як місце на поверхні Землі, де живе життя.

Хоча ця концепція має геологічне походження, вона вказує на вплив як Чарльза Дарвіна, так і Метью Ф. Морі на науки про Землю. Екологічний контекст біосфери походить з 1920-х років (див. Володимир Іванович Вернадський), що передував введенню терміну «екосистема» в 1935 р. сером Артуром Тенслі (див. історію екології). Вернадський визначав екологію як науку про біосферу. Це міждисциплінарна концепція для інтеграції астрономії, геофізики, метеорології, біогеографії, еволюції, геології, геохімії, гідрології та, загалом, усіх наук про життя та Землю. Геохіміки визначають біосферу, як загальну сукупність живих організмів («біомаса» або «біота», як її називають біологи та екологи). У цьому сенсі біосфера є лише одним із чотирьох окремих компонентів геохімічної моделі, три інші – геосфера, гідросфера та атмосфера. Коли ці чотири складові сфери об'єднуються в одну систему, вона стає відома як екосфера. Цей термін був введений у 1960-х роках і охоплює як біологічні, так і фізичні компоненти планети

Друга міжнародна конференція із закритих життєвих систем (The Second International Conference on Closed Life Systems) визначила біосферу як науку і технологію аналогів і моделей біосфери Землі; тобто штучні біосфери, подібні до Землі. Інші можуть включати створення

штучних неземних біосфер — наприклад, орієнтованих на людину біосфер або рідної марсіанської біосфери — як частину теми біосфери.

Сучасна біосферологія народилася в кав'ярні «Café de Flore» у Парижі. Це одна з найстаріших кав'ярень у Парижі, яка славиться своєю знаменитою клієнтурою, серед якої в минулому були відомі письменники та філософи. Він розташований на розі бульвару Сен-Жермен і вулиці Сен-Бенуа в Сен-Жермен-де-Пре в 6-му окрузі. Кав'ярня досі залишається популярним місцем відпочинку знаменитостей і своїм статусом приваблює численних туристів. Кафе було відкрито у 1880-х роках, за часів Третьої республіки. Назва походить від скульптури Флори, богині квітів і сезону весни в римській міфології, розташованої на протилежному боці бульвару. Автори Йоріс-Карл Гюїсманс і Ремі де Гурмон були двома з перших відомих постійних відвідувачів. Наприкінці 19 століття Шарль Моррас написав свою книгу *Au signe de Flore* на першому поверсі кафе, де в 1899 році також було засновано *Revue d'Action Française*.

Саме в цій кав'ярні Володимир Вернадський та П'єр Тіяр де Шарден обговорювали космізм життя та роль в цій системі світу людини. Саме тут зародилися філософсько-екологічні концепції біосфери і ноосфери.

Володимир Іванович Вернадський (рос. Владимир Иванович Вернадский) (12 березня 1863 – 6 січня 1945) – російський, український та радянський мінералог і геохімік, який вважається одним із засновників геохімії, біогеохімії та радіогеології. Він був одним із засновників і першим президентом Української академії наук (нині НАН України). Володимир Вернадський найбільш відомий своєю книгою «Біосфера» 1926 року, в якій він ненавмисно працював над популяризацією терміну «біосфера» Едуарда Зюсса 1885 року, висунувши гіпотезу про те, що життя є геологічною силою, яка формує Землю.

Вернадський народився в Санкт-Петербурзі Російської імперії 12 березня 1863 року. в родині корінних киян – російського імперського економіста Івана Вернадського та музичного педагога Анни Костянтинович. За сімейною легендою, предки його батька були запорізькими козаками. Перш ніж переїхати до Санкт-Петербурга, Іван Вернадський був професором політичної економії в Київському університеті Св. Володимира. Потім був Дійсним Статським Радником і працював у Правительствуючому Сенаті в Петербурзі. Мати Володимира була російською дворянкою українського козацького походження. У 1868 році його родина переїхала до Харкова, а в 1873 році Володимир Вернадський вступив до Харківської губернської гімназії. Далі він закінчив Санкт-Петербурзький державний університет у 1885 році. Оскільки, посада мінералога в Санкт-Петербурзькому державному університеті була вакантною, а Василь Докучаєв, ґрунтознавець, і Олексій Павлов, геолог, деякий час викладали мінералогію, Вернадський вирішив вступити до на курс мінералогії.

20 червня 1888 року він писав своїй дружині Наталії зі Швейцарії: «Збирати факти заради них самих, як зараз багато хто збирає факти, без програми, без питання і мети – нецікаво. Проте є завдання, яке колись вирішить людський розум і яке є надзвичайно цікавим. Мінерали – це залишки тих хімічних реакцій, які відбувалися в різний час на землі; ці реакції відбуваються відповідно до законів, які не завжди нам відомі, але які, як ми можемо думати, тісно пов'язані із загальними змінами, яких зазнала Земля як планета. Завдання полягає в тому, щоб пов'язати різні фази змін, яких зазнає Земля, із загальними законами небесної механіки».

У 1888–1890 рр. він подорожував Європою, вивчав паризькі та лондонські музеї, працював у Мюнхені та Парижі. Намагаючись знайти тему для докторської дисертації, він спочатку поїхав до Неаполя, щоб вчитися у кристалографа Арканджело Скаккі, який на той час був у старечому віці. Стан Скаккі змусив Вернадського поїхати до Німеччини, щоб навчатися під керівництвом Пауля Грота, куратора мінералів у Німецькому музеї в Мюнхені. Вернадський навчився використовувати сучасне обладнання Грота, яке включало машину для дослідження оптичних, теплових, пружних, магнітних і електричних властивостей кристалів. Він також отримав доступ до фізичної лабораторії Леонгарда Сонке (директор, *Physikalisches Institut der Universität Jena*, 1883–1886; професор *der Physik an der Technischen Hochschule München* 1886–1897), який вивчав кристалізацію в той період.

У дитинстві величезний вплив на його розвиток мав батько, який дуже ретельно і послідовно займався вихованням і навчанням сина. Саме він прищепив Володимирі інтерес і любов до українського народу, його історії та культури. Майбутній науковець згадував, що перед переїздом із Харкова до Петербурга вони з батьком були за кордоном і в Мілані прочитали про циркуляр у газеті Петра Лаврова «Вперед», який забороняв друкувати українською мовою в Росії. У своїх спогадах він писав: «Це справило величезне враження на мого батька, а розмови, пов'язані з цим, сильно вплинули на мене тоді. Батько розповідав історію України зовсім не так, як її вчили в гімназії. Він часто згадував, що Петербург збудований на кістках українців (будували Петербург козаки з полків Івана Мазепи). Після повернення до Петербурга я намагався познайомитися з українською літературою. У бібліотеці батька він знайшов розрізнені номери «Основи» та інших українських видань. Здобував українські книжки від букіністів, а деякі отримував з-за кордону. Він детально розпитував батька про Шевченка, Куліша, Максимовича, Квітку-Основ'яненка, яких він особисто знав, а також про Кирило-Мефодіївське братство, про Костомарова тощо».

У Петербурзі 29 березня 1878 року 15-річний хлопець записав у своєму щоденнику: «Українці страшенно пригноблені. Навіть в Австрії Драгоманову не дозволили видавати газету українською мовою. У Росії повністю заборонено друкувати книги рідною мовою. Під час канікул я буду піклуватися про неї з усією повагою. У Києві, коли в будинку бачать портрет Шевченка, його забирають.»

Вернадський вперше популяризував концепцію ноосфери і поглибив ідею біосфери до значення, яке в основному визнається сучасною науковою спільнотою. Слово «біосфера» винайшов австрійський геолог Едуард Зюсс, з яким Вернадський познайомився в 1911 році.

У вченні Вернадського про розвиток Землі ноосфера є третьою стадією розвитку Землі після геосфери (нежива речовина) і біосфери (біологічне життя). Подібно до того, як поява життя докорінно змінила геосферу, поява людського пізнання докорінно змінить біосферу. У цій теорії принципи як життя, так і пізнання є суттєвими ознаками еволюції Землі, і, мабуть, неявно існували на Землі весь час. Цей системний і геологічний аналіз живих систем доповнює теорію природного відбору Чарльза Дарвіна, яка розглядає кожен окремий вид, а не його зв'язок із основним принципом.

Візіонерські заяви Вернадського не були широко сприйняті на Заході. Однак він був одним із перших учених, хто визнав, що кисень, азот і вуглекислий газ в земній атмосфері є результатом біологічних процесів. Протягом 1920-х років він публікував роботи, в яких стверджував, що живі організми можуть змінювати форму планет так само сильно, як будь-яка фізична сила. Вернадський був важливим піонером наукових основ наук про навколишнє середовище.

З 1912 року Вернадський був членом Російської та Радянської академії наук, засновником і першим президентом Української академії наук у Києві (1918). Він був засновником Національної бібліотеки Української Держави та тісно співпрацював з Таврійським університетом у Криму. Під час громадянської війни в Росії він проводив зібрання молодих інтелектуалів, які пізніше заснували емігрантський рух євразійства.

Наприкінці 1930-х і на початку 1940-х років Вернадський відігравав ранню консультативну роль у радянському проекті атомної бомби, будучи одним із найсильніших голосів, які виступали за використання ядерної енергії, вивчення радянських джерел урану та дослідження ядерного поділу, проведені в його центрі. Радієвий інститут. Однак, він помер до того, як було розпочато повний проект.

За релігійними поглядами Вернадський був атеїстом, хоча й цікавився індуїзмом і Ригведою. На відміну від нього його співбесідник, Тейяр де Шарден був глибоко релігійною та віруючою людиною, хоч його погляди були занадто прогресивними навіть для освіченого католика першої половини ХХ століття.

П'єр Тейяр де Шарден (1 травня 1881 – 10 квітня 1955) – французький священник-єзуїт, вчений, палеонтолог, теолог, філософ і викладач. Він був дарвіністом за світоглядом і автором кількох впливових теологічних і філософських книг. Брав участь у відкритті синантропа. Він придумав віталістську ідею точки Омега. Разом з Володимиром Вернадським розробив концепцію ноосфери.

У 1962 році Конгрегація доктрини віри засудила кілька праць Тейяра на основі їх нібито двозначності та доктринальних помилок. З тих пір деякі видатні католицькі діячі, в тому числі Папа Бенедикт XVI і Папа Франциск, позитивно відгукнулися про деякі з його ідей. Реакція вчених на його дописи розділилася. Тейяр брав участь у Першій світовій війні санітаром. Він отримав кілька почесних відзнак і був нагороджений *Médaille militaire* і Орденем Почесного легіону, найвищим французьким орденом заслуг, як військових, так і цивільних.

П'єр Тейяр де Шарден народився 1 травня 1881 року в замку Сарсенат, Орсін, приблизно за чотири кілометри (2,5 милі) на північний захід від Клермон-Феррана, Овернь, (Третя французька республіка). Він був четвертий з одинадцяти дітей бібліотекаря Еммануеля Тейяра де Шардена (1844–1932) і Берти-Аделі, уродженої де Домп'єр д'Орнуа з Пікардії, правнучка Вольтера. Він успадкував подвійне прізвище від свого батька, який походив зі сторони Тейярів із давньої родини магістратів з Оверні, що походила з Мюрата, Канталь, нобілітованого під час правління короля Франції Людовіка XVIII.

Його батько, який закінчив *École Nationale des Chartes*, працював регіональним бібліотекарем і був захопленим натуралістом. Він збирав камені, комах і рослини і заохочував вивчення природи в сім'ї. Духовність П'єра Тейяра пробудила його мати. Коли йому було дванадцять, він пішов до єзуїтського коледжу Монгре у Вільфранш-сюр-Сон, де отримав ступінь бакалавра з філософії та математики. У 1899 році він вступив до єзуїтського новіціату в Екс-ан-Провансі. У жовтні 1900 року він почав навчання в коледжі Сен-Мішель де Лаваль. 25 березня 1901 року він склав свої перші обітницькі. У 1902 році Тейяр закінчив ліценціат з літератури в Канському університеті.

Того ж року Еміль Комб перейшов на посаду прем'єр-міністра від П'єра Вальдека-Руссо, переслідуючи антиклерикальний план. У результаті релігійні об'єднання були змушені передати свою власність державному контролю, що змусило єзуїтів відправитися у вигнання до Сполученого Королівства. Тейяр продовжував свої філософські дослідження на острові Джерсі до 1905 року. Сильний у наукових предметах, він був направлений викладати фізику в коледжі Святого Сімейства в Каїрі, Хедиват Єгипту до 1908 року. Звідти він написав у листі: «Я це сліпучий Схід, передбачений і жадібно п'яний... у його вогнях, його рослинності, його фауни та його пустелях».

Протягом наступних чотирьох років він був схоластиком в Оре-Плейс у Гастінгсі, Східний Сассекс, де отримав теологічну освіту. Там він синтезував свої наукові, філософські та теологічні знання у світлі еволюції. У той час він прочитав «Творчу еволюцію» Анрі Бергсона, про яку він писав, що «єдиний ефект, який мала на мене ця блискуча книжка, — це те, що вона в потрібний момент і дуже коротко забезпечила паливо для вогню, який уже поглинав моє серце і Ідеї Бергсона вплинули на його погляди на матерію, життя та енергію. 24 серпня 1911 року у віці 30 років був висвячений на священника.

З 1912 по 1914 рік Тейяр працював у палеонтологічній лабораторії Національного музею природної історії у Франції, вивчаючи ссавців середнього третинного періоду. Пізніше він навчався в інших країнах Європи. У червні 1912 року він увійшов до складу початкової групи розкопок разом з Артуром Смітом Вудвордом і Чарльзом Доусоном на Пілтдаунському місці після виявлення перших фрагментів шахрайської «Пілтдаунської людини». Деякі припускають, що він брав участь у містифікації. Марселлін Буль, фахівця із вивчення неандертальців, який ще в 1915 році визнав негомінідне походження знахідок у Пілтдауні, поступово спрямував Тейяра до палеонтології людини. В Інституті палеонтології людини при музеї він став другом Анрі Брейля і в 1913 році брав участь з ним у розкопках у доісторичній розмальованій печері Ель-Кастільо на північному заході Іспанії.

Мобілізований у грудні 1914 року, Тейяр служив у Першій світовій війні носильником у 8-му марокканському стрілецькому полку. За свою доблесть він був нагороджений кількома почесними грамотами, включно з орденом *Médaille militaire* і орденом Почесного легіону.

Під час війни він розвинув свої роздуми у своїх щоденниках і в листах до своєї двоюрідної сестри Маргеріт Тейяр-Шамбон, яка пізніше опублікувала їх збірку. Пізніше він написав: «...війна була зустріччю... з Абсолютом». У 1916 році він написав своє перше есе: *La Vie Cosmique*

(Космічне життя), де його наукова та філософська думка розкривається так само, як і його містичне життя. Перебуваючи у відпустці з армії, він склав урочисті обітничі езуїта в Сент-Фуале-Ліоні 26 травня 1918 р. У серпні 1919 р. у Джерсі він написав *Puissance spirituelle de la Matière* (Духовна сила матерії).

У Паризькому університеті Тейяр вивчав три одиничні ступені природничих наук: геологію, ботаніку та зоологію. Його дисертація розглядала ссавців французького нижнього еоцену та їхню стратиграфію. Після 1920 року він читав лекції з геології в Католицькому інституті Парижа, а після отримання докторського ступеня в 1922 році став там доцентом.

У 1923 році він подорожував до Китаю з отцем Емілем Лісентом, який відповідав за значну лабораторну співпрацю між Національним музеєм природної історії та лабораторією Марселліна Буля в Тяньцзіні. Лісент провів значну базову роботу щодо зв'язку з місіонерами, які накопичували спостереження наукового характеру у свій вільний час.

Тейяр написав кілька есе, у тому числі *La Messe sur le Monde* («Меса про світ») у пустелі Ордос. У наступному році він продовжив читати лекції в Католицькому інституті та брав участь у циклі конференцій для студентів інженерних шкіл. Два богословські есе про первородний гріх були надіслані богослову на його особисте прохання: Липень 1920: *Chute, Rédemption et Géocentrie* (Падіння, Спокута та Геоцентрія). Весна 1922: *Notes sur quelques représentations historiques possibles du Péché originel* (Примітка щодо деяких можливих історичних репрезентацій первородного гріха) (Твори, Том X)

Церква вимагала від нього відмовитися від читання лекцій у Католицькому інституті, щоб продовжити свої геологічні дослідження в Китаї. У квітні 1926 року Тейяр знову відправився до Китаю. Він залишився там близько двадцяти років, здійснивши багато подорожей по всьому світу. До 1932 року він оселився в Тяньцзіні з Емілем Лісентом, потім у Пекіні. Тейяр здійснив п'ять геологічних дослідницьких експедицій в Китаї між 1926 і 1935 роками. Вони дозволили йому створити загальну геологічну карту Китаю. Того ж року начальство Тейяра в ордені езуїтів заборонило йому більше викладати. У 1926–27 роках, після проваленої кампанії в Ганьсу, Тейяр подорожував долиною річки Санган поблизу Калгана (Чжанцзякоу) і здійснив тур у Східну Монголію. Він написав *Le Milieu Divin* (Божественне середовище). Тейяр підготував перші сторінки своєї головної праці *Le Phénomène Humain* (Феномен людини). У 1927 році Святий Престол відмовився від *Imprimatur* для *Le Milieu Divin*.

Він приєднався до поточних розкопок Пекінської людини в Чжоукоудяні як радник у 1926 році та продовжив роботу в Лабораторії кайнозойських досліджень Китайської геологічної служби після її заснування в 1928 році. Тейяр проживав у Маньчжурії з Емілем Лісентом, залишаючись у західній частині Шаньсі, і північній Шеньсі з китайським палеонтологом Ян Чжунцзяном і Девідсоном Блеком, головою Китайської геологічної служби.

Після туру в Маньчжурію в район Великого Хінгану з китайськими геологами Тейяр приєднався до команди Американського центру експедицій Азії в пустелі Гобі, організованої в червні та липні Американським музеєм природної історії з Роєм Чепменом Ендрюсом. Анрі Брей і Тейяр виявили, що пекінська людина, найближчий родич антропологіка з Яви, був фабером (оброблювач каменів і володар вогню). Тейяр написав *L'Esprit de la Terre* («Дух землі»).

Тейяр брав участь як науковець у «Жовтому круїзі» (*Croisière Jaune*), який фінансував Андре Сітроен у Центральній Азії. На північний захід від Пекіна в Калгані він приєднався до китайської групи, яка стала другою частиною команди Памір, у місті Аксу. Він залишався зі своїми колегами на кілька місяців в Урумчі, столиці Сінцзяну.

У 1933 році Ветикан наказав йому залишити свій пост у Парижі. Згодом Тейяр провів кілька досліджень на півдні Китаю. У 1934 році він подорожував по долинах Янцзи і Сичуань, потім, наступного року, по Гуансі і Гуандун. Стосунки з Марселліном Буле були порушені а музей скоротив своє фінансування на тій підставі, що Тейяр більше працював на Китайську геологічну службу, ніж на музей.

Протягом усіх цих років Тейяр зробив значний внесок у створення міжнародної мережі досліджень палеонтології людини, пов'язаної зі всією Східною та Південно-Східною Азією. У цьому завданні він буде особливо пов'язаний з двома друзями, Девідсоном Блеком і шотландцем

Джорджем Брауном Барбуром. Часто він відвідував Францію чи Сполучені Штати, лише щоб залишити ці країни для подальших експедицій.

З 1927 по 1928 рік Тейяр жив у Парижі. Він відвідав Левен, Бельгія, Канталь і Ар'єж, Франція. Між кількома статтями в рецензіях він познайомився з новими людьми, такими як Поль Валері та Бруно де Солаж, які мали допомогти йому у справах із католицькою церквою.

Відповідаючи на запрошення Генрі де Монфреда, Тейяр здійснив двомісячну подорож до Обока, Харара в Ефіопській імперії та Сомалі зі своїм колегою П'єром Ламарром, геологом, перш ніж вирушити в Джибуті, щоб повернутися до Тяньцзіня. Перебуваючи в Китаї, Тейяр розвинув глибоку особисту дружбу з Люсіль Свон.

У 1930–1931 роках Тейяр перебував у Франції та США. Під час конференції в Парижі Тейяр заявив: «Для спостерігачів майбутнього найбільшою подією буде раптова поява колективної гуманної свідомості та людської роботи». З 1932 по 1933 рік він почав зустрічатися з людьми, щоб з'ясувати питання з Конгрегацією Доктрини Віри щодо *Le Milieu divin* і *L'Esprit de la Terre*. Він зустрів Гельмута де Терра, німецького геолога на Міжнародному геологічному конгресі у Вашингтоні, округ Колумбія.

Тейяр брав участь в Сльсько-Кембриджській експедиції 1935 року в північній і центральній Індії разом з геологом Гельмутом де Терра та Паттерсоном, які перевірили їхні припущення щодо індійських палеолітичних цивілізацій у Кашмірі та долині Соляного хребта. Потім він на короткий час зупинився на Яві на запрошення голландського палеонтолога Густава Генріха Ральфа фон Кенігсвальда відвідати місце Яванської людини. Було виявлено її другий більш повний череп. Професор фон Кенігсвальд також знайшов зуб у китайській аптеці в 1934 році, який, на його думку, належав триметровій мавпі гігантопитеку, який жив від ста тисяч до близько мільйона років тому. Скам'янілі зуби та кістки (кістки дракона) часто подрібнюють у порошок і використовують у деяких галузях традиційної китайської медицини.

У 1937 році Тейяр написав «*Le Phénomène spirituel*» («Феномен духу») на борту човна «*Impress of Japan*», де він зустрів Сільвію Бретт, Рані з Саравака. Корабель доставив його до Сполучених Штатів. Він отримав медаль Менделя, надану Університетом Вілланова під час Філадельфійського конгресу, на знак визнання його робіт з палеонтології людини. Він виступив з промовою про еволюцію, походження та долю людини. «*Нью-Йорк Таймс*» від 19 березня 1937 року представила Тейяра як єзуїта, який вважав, що ця людина походить від мавп. Кілька днів потому він мав отримати відзнаку доктора *Honoris Causa* Бостонського коледжу. Після прибуття в це місто йому сказали, що нагороду скасовано.

Рим заборонив його роботу «*Людська енергія*» в 1939 році. До цього моменту Тейяр знову перебував у Франції, де його звалила малярія. Під час зворотньої подорожі до Пекіна він написав *L'Energie spirituelle de la Souffrance* (Духовна енергія страждання) (Повне зібрання творів, том VII).

У 1941 році Тейяр передав до Риму свою найважливішу роботу «*Явлення Юмена*». До 1947 року Рим заборонив йому писати або викладати філософські предмети. Наступного року Тейяра покликав до Рима генеральний настоятель єзуїтів, який сподівався отримати від Святого Престолу дозвіл на публікацію *Le Phénomène Humain*. Однак заборону на її публікацію, яка була раніше видана в 1944 році, знову було поновлено. Тейяру також було заборонено займати викладацьку посаду в Колеж де Франс. Ще одна невдача сталася в 1949 році, коли було відмовлено в дозволі на видання *Le Groupe Zoologique*.

Тейяр був номінований до Французької академії наук у 1950 році. Його начальство заборонило йому бути присутнім на Міжнародному палеонтологічному конгресі в 1955 році. Вища влада Священного офісу своїм декретом від 15 листопада 1957 року заборонила роботи де Шардена зберігати в бібліотеках, у тому числі релігійних інститутів. Його книжки не мали продаватися в католицьких книгарнях і не мали перекладатися на інші мови.

Подальший опір роботі Тейяра виник майже скрізь. У квітні 1958 року всі єзуїтські видання в Іспанії («*Razón y Fe*», «*Sal Terrae*», «*Estudios de Deusto*» тощо) містили повідомлення від іспанської провінції єзуїтів про те, що твори Тейяра були опубліковані іспанською мовою без попереднього церковної перевірки та всупереч постановам Святого Престолу. Декрет Священного Офісу від 30 червня 1962 року, підпорядкований Папі Івана XXIII, попереджав: «Очевидно, що у



філософських і богословських питаннях згадані праці Тейяра рясніють двозначностями або, радше, серйозними помилками, які ображають католицьку доктрину. Ось чому... Преподобні Отці Святого Офіцію закликають усіх Ординаріїв, Настоятелів і Ректорів... ефективно захищати, особливо розум молоді, від небезпеки праць о. Тейяра де Шардена та його послідовників». 30 вересня 1963 року Римська єпархія вимагала від католицьких книготорговців у Римі вилучити його твори.

Тейяр помер у Нью-Йорку, де проживав у єзуїтській церкві Св. Ігнатія Лойоли на Парк-авеню. 15 березня 1955 року в будинку свого кузена-дипломата Жана де Лагарда Тейяр сказав друзям, що сподівається, що помре у Великодню неділю. Увечері Великодньої неділі, 10 квітня 1955 року, під час жвавої дискусії в квартирі Рода де Терра, його особистого помічника з 1949 року, Тейяр переніс серцевий напад і помер. Його поховали на цвинтарі провінції єзуїтів Нью-Йорка в єзуїтському новіціаті Сент-Ендрю-он-Гудзон у Гайд-Парку, Нью-Йорк. З переїздом новіціату майно було продано Кулінарному інституту Америки в 1970 році.

Тейяр де Шарден написав дві всебічні праці, «Феномен людини» та «Божественне середовище». Його посмертно опублікована книга «Феномен людини» виклала розгортання космосу й еволюцію матерії до людства, аж до возз'єднання з Христом. У книзі Тейяр відмовився від буквального тлумачення творіння в Книзі Буття на користь алегоричних і теологічних тлумачень. Розгортання матеріального космосу описується від первісних частинок до розвитку життя, людей і ноосфери, і, нарешті, до його бачення точки Омега в майбутньому, яка «тягне» до себе все створіння. Він був провідним прихильником ортогенезу, ідеї про те, що еволюція відбувається спрямовано, цілеспрямовано. Тейяр стверджував у термінах Дарвіна щодо біології та підтримував синтетичну модель еволюції, але в термінах Ламарка стверджував за розвиток культури, насамперед через засіб освіти.

Тейяр повністю визнавав еволюційний процес у 1920-х роках як стрижень своєї духовності, у той час, коли інші релігійні мислителі відчували, що еволюційне мислення кидає виклик структурі традиційної християнської віри. Він зобов'язався виконувати те, що мало докази.

Тейяр надав сенсу Всесвіту, припустивши, що в ньому є віталістичний еволюційний процес. Він трактує складність як вісь еволюції матерії в геосферу, біосферу, у свідомість (у людини), а потім до вищої свідомості (точка Омега). Історія знайомства Джин Х'юстон з Тейяром ілюструє цю тезу.

Унікальний зв'язок Тейяра як з палеонтологією, так і з католицизмом дозволив йому розвинути надзвичайно прогресивну космічну теологію, яка враховувала його еволюційні дослідження. Тейяр визнавав важливість приведення Церкви в сучасний світ і підходив до еволюції як до способу надання онтологічного значення християнству, зокрема теології творіння. Для Тейяра еволюція була «природним ландшафтом, де розміщується історія спасіння».

Космічне богослов'я Тейяра значною мірою ґрунтується на його тлумаченні Святого Письма Павла, зокрема Колосян 1:15-17 (особливо вірш 1:17b) і 1 Коринтян 15:28. Він спирався на христоцентризм цих двох уривків Павла, щоб побудувати космічну теологію, яка визнає абсолютний примат Христа. Він розумів створення як «телеологічний процес до єдності з Божеством, здійснений через втілення та викуплення Христа, «в якому все тримається» (Кол. 1:17).» Далі він стверджував, що творіння буде не буде завершеним, доки кожна «причетна істота не буде повністю об'єднана з Богом через Христа в Плеромі, коли Бог буде «всім у всьому» (1 Кор. 15:28)».

Життя Тейяра ґрунтувалося на його переконанні, що духовний розвиток людини рухається за тими ж універсальними законами, що й матеріальний розвиток. Він писав: «...усе є сумою минулого» і «...ніщо не можна зрозуміти інакше, ніж через свою історію. «Природа» є еквівалентом «становлення», самостворення: це погляд на який досвід непереможно веде нас... Немає нічого, навіть людської душі, найвищого духовного прояву, про який ми знаємо, що не підпадає під цей універсальний закон».

Феномен людини представляє спробу Тейяра примирити свою релігійну віру з його академічними інтересами як палеонтолога. Одне особливо гостре спостереження в книзі Тейяра містить уявлення про те, що еволюція стає все більш обов'язковим процесом. Тейяр вказує на

суспільні проблеми ізоляції та маргіналізації як величезних гальмівників еволюції, особливо тому, що еволюція вимагає об'єднання свідомості. Він стверджує, що «ні на кого не чекає еволюційного майбутнього, окрім асоціації з усіма іншими». Тейяр стверджував, що стан людини обов'язково веде до психічної єдності людства, хоча він наголошував, що ця єдність може бути лише добровільною; цю добровільну психічну єдність він назвав «унанімізацією». Тейяр також стверджує, що «еволюція — це сходження до свідомості», наводячи енцефалізацію як приклад ранніх стадій, і, отже, означає безперервний підйом до точки Омега, яка, за всіма намірам і цілям, є Богом.

Тейяр також використовував свій сприйнятий зв'язок між духовним і матеріальним, щоб описати Христа, стверджуючи, що Христос має не лише містичний вимір, але й набуває фізичного виміру, коли стає організуючим принципом Всесвіту — тобто тим, хто «тримає разом» Всесвіт (Кол. 1:17б). Для Тейяра Христос формує не лише есхатологічну мету, до якої орієнтоване його містичне/церковне тіло, але Він також «діє фізично, щоб регулювати все», стаючи «Тим, від кого все творіння отримує свою стабільність». Іншими словами, як той, хто тримає все разом, «Христос здійснює верховенство над Всесвітом, який є фізичним, а не просто юридичним. Він є об'єднуючим центром Всесвіту та його метою. Функція тримати все разом вказує на те, що Христос є не тільки людиною і Богом; Він також володіє третім аспектом — справді, третьою природою — яка є космічною».

Таким чином, Павловий опис Тіла Христового не є просто містичним чи церковним поняттям для Тейяра; це космічно. Це космічне Тіло Христа «поширюється по всьому всесвіту і включає в себе все, що досягає свого виконання в Христі... Тіло Христа є єдиною річчю, створеною у творінні». Тейяр описує це космічне накопичення Христа як «христоргенез». Відповідно до Тейяра, Всесвіт бере участь у христоргенезі, оскільки він розвивається до повної реалізації в Омезі, точці, яка збігається з повністю реалізованим Христом. Саме в цей момент Бог буде «все в усьому» (1Кор. 15:28с).

Тейяра критикували за включення загальних понять соціального дарвінізму та наукового расизму в його роботу разом із підтримкою євгеніки, хоча його також захищав теолог Джон Ф. Гот.

З часом біосферна теорія стала частиною філософської концепції ноосфери. На жаль, не заглиблюючись в її основи, багато «екологів» від народу перетворили уявлення про біосферу на релігійний культ. Навколо неї численними громадськими активістами, що називають себе екологами, розбудували свою релігійну секту насичену купою псевдонаукових тверджень.

Однією із найбільш популярних спроб теоретизувати нерелігійне бачення біосфери стала «Гіпотеза Геї» Джеймса Лавлока. У цьому випадку замість поширюваного в екології системного підходу ми спостерігаємо стару помилку – порушення правила емерджентності. Згідно із ним в ієрархічній системі на різних рівнях організації можуть проявлятися різні закономірності. Це правило порушували прихильники організмичної теорії біоценозу Ф.Клементса. Лавлок переніс цю помилку на рівень біосфери.

Джеймс Лавлок народився в Лечуорт-Гарден-Сіті в родині Тома Артура Лавлока та його другої дружини Неллі. Нелл, його мати, народилася в Бермондсі і отримала стипендію в гімназії, але не змогла її вступити, і в тринадцять років почала працювати на фабриці з виробництва солінь. Лавлок описав її як соціалістку та суфражистку, яка також була противником вакцинації, і не дозволила Лавлоку зробити щеплення від віспи в дитинстві. Його батько, Том, народився в Фаулі, графство Беркшир, у підлітковому віці відбув шість місяців каторжних робіт за браконьєрство, і був неписьменним, поки не вступив до технічного коледжу, а пізніше тримав книжковий магазин. Лавлок виховувався як квакер і пройнявся уявленням про те, що «Бог – це тихий внутрішній голос, а не якийсь таємничий старий джентльмен у Всесвіті», який, на його думку, був корисним способом мислення для винахідників. Сім'я переїхала до Лондона, де його неприязнь до влади зробила його, за його власними словами, нещасливим учнем школи Стренд в Тулс-Гілл, південний Лондон. Спочатку Лавлок не міг дозволити собі вступити до університету, що, на його думку, допомогло запобігти його надмірній спеціалізації та сприяло розвитку теорії Геї.

Після закінчення школи Лавлок працював у фотофірмі, відвідував коледж Біркбек протягом вечора, перш ніж його прийняли вивчати хімію в Університеті Манчестера, де він був учнем лауреата Нобелівської премії, професора Олександра Р. Годда. Лавлок працював на фермі квакерів до того, як за рекомендацією його професора він обійняв посаду в Раді медичних досліджень, працюючи над способами захисту солдатів від опіків. Лавлок відмовився використовувати поголених і анестезованих кроликів, яких використовували як жертви опіків, і замість цього піддав свою шкіру тепловому випромінюванню, досвід, який він описує як «виключно болючий». Студентський статус дозволив тимчасово відкласти військову службу під час Другої світової війни. І все-таки він зареєструвався як той, що відмовився від військової служби з переконань. Пізніше він передумав з огляду на звірства нацистів і спробував записатися в збройні сили, але йому сказали, що його медичні дослідження були надто цінними для того, щоб призвати на службу.

У 1948 році Лавлок отримав ступінь доктора медицини в Лондонській школі гігієни та тропічної медицини. Наступні два десятиліття він провів, працюючи в Лондонському національному інституті медичних досліджень. У Сполучених Штатах він проводив дослідження в Слі, Бейлорському медичному коледжі та Гарвардському університеті

У середині 1950-х років Лавлок експериментував із кріоконсервацією гризунів, визначивши, що хом'яків можна заморожувати та успішно відроджувати. Хом'яків заморозили, при цьому 60% води в мозку кристалізувалося в лід, без жодних побічних ефектів. Інші органи виявилися чутливими до пошкоджень. Експерименти Лавлока були висвітлені в інтерв'ю з ютубером Томом Скоттом у травні 2021 року, де обговорювалась можливість того, що Лавлок, можливо, випадково винайшов настільну мікрохвильову піч, коли виявив, що під час проведення цих експериментів людина може спекти картоплю в його магнетронному випромінювачі.

Будучи винахідником протягом усього життя, Лавлок створив і розробив багато наукових інструментів, деякі з яких були використані НАСА в його програмі дослідження планет. Працюючи консультантом НАСА, Лавлок розробив гіпотезу Геї, якою він став найбільш широко відомим.

На початку 1961 року Лавлок був залучений НАСА для розробки чутливих інструментів для аналізу позаземної атмосфери та поверхні планет. Програма «Вікінг», яка відвідала Марс наприкінці 1970-х років, була мотивована частково визначити, чи є на Марсі життя, і деякі датчики та експерименти, які врешті-решт були розгорнуті, мали на меті вирішити цю проблему. Під час роботи над попередником цієї програми Лавлок зацікавився складом марсіанської атмосфери, вважаючи, що багато форм життя на Марсі будуть змушені використовувати її (і, таким чином, змінювати). Проте було виявлено, що атмосфера стабільна, близька до хімічної рівноваги, з дуже невеликою кількістю кисню, метану або водню, але з величезною кількістю вуглекислого газу. Для Лавлока різкий контраст між марсіанською атмосферою та хімічно динамічною сумішшю біосфери Землі вказував на відсутність життя на Марсі. Однак, коли їх нарешті запустили на Марс, зонди «Вікінг» все ще шукали (безуспішно) життя, яке там збереглося.

Лавлок винайшов детектор захоплення електронів, який зрештою допоміг у відкритті стійкості хлорфторвуглеців (ХФВ) та їхньої ролі в руйнуванні озону в стратосфері. Після вивчення роботи земного циклу сірки Лавлок і його колеги Роберт Джей Чарлсон, Мейнрат Андреа і Стівен Г. Уоррен розробили гіпотезу CLAW як можливий приклад біологічного контролю клімату Землі.

У 1974 році Лавлок був обраний членом Королівського товариства. Він працював президентом Морської біологічної асоціації (МБА) з 1986 по 1990 рік і був почесним запрошеним науковим співробітником коледжу Грін Темплтон, Оксфорд (раніше Грін коледж, Оксфорд) з 1994 року.[29]

Як незалежний вчений, винахідник і автор, Лавлок працював у хліві, перетвореному на лабораторію, яку він називав своєю «експериментальною станцією», розташованій в лісистій долині на кордоні Девон-Корнуолл на південному заході Англії.

У 1988 році він зробив тривалу появу в телевізійній програмі Channel 4 After Dark разом із Гіткотом Вільямсом і Петрою Келлі, серед інших.

8 травня 2012 року він з'явився в серії Radio Four The Life Scientific, розмовляючи з Джимом Аль-Халілі про гіпотезу Геї. У програмі він згадав, як його ідеї сприйняли різні люди, у тому числі Джонатан Поррітт. Він також розповів, як він претендує на винайдення мікрохвильової печі. Пізніше він пояснив це твердження в інтерв'ю The Manchester Magazine. Лавлок сказав, що він дійсно створив інструмент під час вивчення причин пошкодження живих клітин і тканин, який, за його словами, мав «майже все, що можна очікувати від звичайної мікрохвильової печі». Він винайшов інструмент для нагрівання заморожених хом'яків у спосіб, який завдавав тваринам менше страждань, на відміну від традиційного способу, який передбачав прикладати розжарені ложки до грудей тварин, щоб нагріти їх. Він вважав, що на той час ніхто не зайшов так далеко і не зробив втілення справжньої мікрохвильової печі. Однак він не стверджував, що був першою людиною, кому спала на думку використовувати мікрохвильову піч для приготування їжі.

Спираючись на дослідження Альфреда К. Редфілда та Г. Евелін Хатчінсон, Лавлок вперше сформулював гіпотезу Геї в 1960-х роках, яка стала результатом його роботи для НАСА, пов'язаної з виявленням життя на Марсі та його роботи з Royal Dutch Shell. Гіпотеза передбачає, що жива і нежива частини Землі утворюють складну взаємодіючу систему, яку можна розглядати як єдиний організм. Гіпотеза, названа на честь грецької богині Геї за пропозицією романіста Вільяма Голдінга, постулює, що біосфера має регулюючий вплив на середовище Землі, який діє для підтримки життя.

Гіпотези Гая припускають, що організми еволюціонують спільно з навколишнім середовищем: тобто вони «впливають на своє абіотичне середовище, а це середовище, у свою чергу, впливає на біоту за дарвінівським процесом». Лавлок (1995) навів докази цього у своїй другій книзі «Століття Геї», показуючи еволюцію від світу ранніх термо-ацидофільних і метаногенних бактерій до сучасної збагаченої киснем атмосфери, яка підтримує більш складне життя.

Скорочена версія гіпотези була названа «впливовою Геєю» у «Спрямованій еволюції біосфери: біогеохімічний відбір чи Гея?» Андрія Г. Лапеніса, в якому стверджується, що біота впливає на певні аспекти абіотичного світу, наприклад температура і атмосфера. Це робота не окремої людини, а колективу російських наукових досліджень, які були об'єднані в цю рецензовану публікацію. У ньому йдеться про коеволюцію життя та навколишнього середовища через «мікросили» та біогеохімічні процеси. Прикладом є те, як діяльність фотосинтезуючих бактерій у докембрійський період повністю змінила атмосферу Землі, перетворивши її на аеробну, і таким чином підтримує еволюцію життя (зокрема еукаріотичного життя).

Оскільки протягом ХХ століття між Росією та рештою світу існували бар'єри, лише відносно недавно перші російські вчені, які представили концепції, що перетинаються з парадигмою Геї, стали більш відомі західній науковій спільноті. До цих вчених належить Петро Олексійович Кропоткін (1842–1921), один із фундаторів анархізму.

Біологи та науковці які досліджують Землю зазвичай розглядають фактори, які стабілізують характеристики періоду, як ненаправлену емерджентну властивість або ентелехію системи; оскільки кожен окремий вид переслідує власні інтереси, наприклад, їхні спільні дії можуть мати протилежний вплив на зміни навколишнього середовища. Противники цієї точки зору іноді посилаються на приклади подій, які призвели до драматичних змін, а не до стабільної рівноваги, наприклад, перетворення атмосфери Землі з відновного середовища на багате киснем наприкінці архейського та на початку протерозойського періодів.

Менш прийнятні версії гіпотези стверджують, що зміни в біосфері відбуваються через координацію живих організмів і підтримують ці умови через гомеостаз. У деяких версіях філософії Геї всі форми життя вважаються частиною однієї живої планетарної істоти під назвою Гея. З цієї точки зору атмосфера, моря та земна кора були б результатами втручання, здійсненого Геєю через коеволюційне різноманіття живих організмів. Парадигма Геї вплинула на рух глибинної екології

У книзі Лавлока 2006 року «Помста Геї» він стверджував, що відсутність поваги людей до Геї через шкоду, завдану тропічним лісам і зменшення біорізноманіття планети, перевіряє здатність Геї мінімізувати наслідки додавання парникових газів до атмосфери. Це усуває

негативний зворотний зв'язок планети та збільшує ймовірність гомеостатичної позитивної зворотного зв'язку, пов'язаної зі стрімким глобальним потеплінням. Подібним чином нагрівання океанів розширює океанічний термодинамічний шар тропічних океанів до арктичних і антарктичних вод, запобігаючи підйому океанічних поживних речовин у поверхневій воді та усуваючи цвітіння водоростей фітопланктону, від якого залежать океанічні харчові ланцюги. Оскільки фітопланктон і ліси є основними способами, за допомогою яких Gaia поглинає парникові гази, зокрема вуглекислий газ, виводячи його з атмосфери, усунення цього екологічного буферу призведе, за словами Лавлока, до того, що більша частина Землі стане непридатною для життя людей та інших форм життя до середини цього століття, з масовим розширенням тропічних пустель. У 2012 році Лавлок відмежувався від цих висновків, заявивши, що він «зайшов занадто далеко», описуючи наслідки зміни клімату в наступному столітті в цій книзі.

У своїй книзі 2009 року «Зникаюче обличчя Геї» він відкинув наукові моделі, які не погоджуються з висновками про те, що рівень моря підвищується і арктичний лід тане швидше, ніж передбачають моделі. Він припустив, що, можливо, ми вже пройшли переломний момент земної кліматичної стійкості до постійно жаркого стану. Враховуючи ці умови, Лавлок очікував, що людській цивілізації буде важко вижити. Він очікував, що ця зміна буде подібна до термального максимуму палеоцену-еоцену, коли температура Північного Льодовитого океану становила 23 °С.

Гіпотеза Геї стверджує, що Земля є саморегулюючою складною системою, що включає біосферу, атмосферу, гідросферу та педосферу, тісно пов'язані як система, що розвивається. Гіпотеза стверджує, що ця система в цілому, яка називається Гея, шукає фізичне та хімічне середовище, оптимальне для сучасного життя.

Гея, за словами Лавлока, еволюціонує через кібернетичну систему зворотного зв'язку, керовану біотою, що призводить до широкої стабілізації умов проживання в повному гомеостазі. Від взаємодії живих форм, особливо мікроорганізмів, з неорганічними елементами залежать багато процесів на земній поверхні, важливі для умов життя. Ці процеси встановлюють глобальну систему контролю, яка регулює температуру поверхні Землі, склад атмосфери та солоність океану, керуючись глобальним термодинамічним нерівноважним станом земної системи. Існування планетарного гомеостазу, на який впливають живі форми, спостерігалось раніше в області біогеохімії, і воно також досліджується в інших областях, таких як наука про систему Землі. Оригінальність гіпотези Геї ґрунтується на оцінці того, що такий гомеостатичний баланс активно переслідуються з метою збереження оптимальних умов для життя, навіть коли їм загрожують земні чи зовнішні події.

Хоча цю гіпотезу охоче сприйняли в громадському середовищі, вона не отримала широкого визнання в науковому співтоваристві. Серед його найвидатніших критиків були біологі-еволюціоністи Річард Докінз, Форд Дуліттл і Стівен Джей Гулд. Ці та інші критики поставили під сумнів те, як природний відбір, що діє на окремих організмах, може призвести до еволюції гомеостазу планетарного масштабу.

У відповідь на це Лавлок разом з Ендрю Уотсоном у 1983 році опублікував комп'ютерну модель Daisyworld, яка постулювала гіпотетичну планету, що обертається навколо зірки, енергія випромінювання якої повільно зростає або зменшується. У небіологічному випадку температура цієї планети просто відстежує енергію, отриману від зірки. Однак у біологічному випадку екологічна конкуренція між видами «маргариток» з різними значеннями альбедо створює гомеостатичний ефект на глобальну температуру. Коли енергії, отриманої від зірки, мало, чорні ромашки розмножуються, оскільки вони поглинають більшу частку тепла, але коли надходження енергії високі, білі ромашки переважають, оскільки вони відбивають надлишок тепла. Оскільки білі та чорні ромашки протилежно впливають на загальне альбедо та температуру планети, зміни у їхніх відносних популяціях стабілізують клімат планети та підтримують температуру в оптимальному діапазоні, незважаючи на коливання енергії від зірки. Лавлок стверджував, що Daisyworld, хоча і є притчею, ілюструє, як звичайний природний відбір, що діє на окремих організмах, все ще може створити гомеостаз планетарного масштабу.

До порушення правила емерджентності в гіпотезі Геї додається досить поверхневе уявлення про еволюційні процеси. Вони є серією хаотичних непередбачуваних змін, які впливають на ймовірність виживання певного різновиду живих організмів. Крім людини на Землі не відомо жодного організму, який би визначав своє бажання продовжувати існування в наступних поколіннях змінивши їх певним чином. Гіпотеза Геї приписує біосфері здатність свідомо реагувати на зміни всередині неї. Процес виживання виду не є детерміністичним і визначеним мінімальним числом факторів. В еволюційному процесі можуть зникати більш пристосовані форми і виживати та ширитися менш пристосовані. Це відбувається як під дією непередбачуваних катастрофічних впливів так і більш «спокійному» перебігу еволюції. Адже, кожна нова форма має певні шанси на виживання в певному середовищі а не його гарантії. Отже, та яка має дещо нижчі шанси на виживання може пережити ту, що має вищі шанси на виживання. Так добре підготовлений солдат під час бойових дій має у рази вище шанси вижити. Однак, на війні гинуть і підготовлені і непідготовлені солдати. І коли ми говоримо про конкретного бійця чи конкретний підрозділ ми не можемо гарантувати що залишаться живими лише найкраще підготовлені бійці.

Крім того еволюційний процес зазвичай набагато повільніший ніж зміни які відбуваються в навколишньому середовищі, тому планета не реагує на них у спосіб що веде до гомеостазу а просто перезавантажує біосферу кожного разу. Парадокс Фермі або велике мовчання, який вказує на те що в космічному просторі навколо нас немає великого числа цивілізацій здатних винайти радіо, є найбільшим запереченням гіпотезі Геї. Земля унікальна тим, що її біоті шалено пощастило вижити. Іншим планетам, де потенційно могло зародитися життя та виникнути таке щастя не перепало і вони були стерилізовані. Катастрофічні події, які відбувалися в історії нашої біосфери можна трактувати, як прояв її змін заради власного гомеостазу так і як відсутність будь яких захисних механізмів. Змагання в підрахунку тих чи інших подій позбавлений будь якого смислу гіпертрофований антропоцентризм в екології.

**8.6.8. Астроєкологія.** Як згадувалося вище, зв'язок живої оболонки із космічним простором може мати ключове значення не лише в питанні її розвитку, а й самого існування життя на планеті. Це виводить нас на новий рівень організації життя, який знаходиться вище біосфери. Вивчає цей рівень розділ екології який називається астроєкологія.

Астроєкологія – це розділ природничої науки, який виник у розвиток ідеї В. Вернадського та П. Де Шардена про життя як космічне явище. За формальним визначенням – це розділ екології, який досліджує та моделює систему взаємодії між надорганізованими біосистемами та їхнім середовищем незалежно від їхнього знаходження в космічному просторі. Об'єктом дослідження астроєкології є біосистеми надорганізованих рівнів організації розміщені як на планеті Земля так і за її межами. Предметом дослідження астроєкології є загальні характеристики зв'язків біосистем із навколишнім середовищем та закономірності формування і функціонування екологічних систем, незалежно від планети, на якій вони розміщені, а також вплив поза планетних факторів на формування, еволюцію та функціонування життя.

Астроєкологія виникла в другій половині ХХ століття на стику астробіології та біосферології. Астробіологія – це науковий напрям у науках про життя та навколишнє середовище, який вивчає походження, ранню еволюцію, поширення та майбутнє життя у Всесвіті шляхом дослідження його детермінованих умов і випадкових подій. Як дисципліна, астробіологія заснована на припущенні, що життя може існувати за межами Землі.

Дослідження в астробіології охоплюють три основні напрямки: вивчення придатних для життя середовищ у Сонячній системі та за її межами, пошук планетних біосигнатур минулого чи теперішнього позаземного життя та вивчення походження та ранньої еволюції життя на Землі.

Астробіологія бере свій початок у 20 столітті з появою дослідження космосу та відкриттям екзопланет. Ранні астробіологічні дослідження були зосереджені на пошуку позаземного життя та вивченні можливості існування життя на інших планетах. У 1960-х і 1970-х роках НАСА почало займатися астробіологією в рамках програми «Вікінг», яка стала першою американською місією, яка висадилася на Марсі для пошуку ознак життя. Ця місія разом з іншими ранніми місіями з дослідження космосу заклали основу для розвитку астробіології як дисципліни.

Щодо придатних для життя середовищ, астробіологія досліджує потенційні місця за межами Землі, де може існувати життя, наприклад Марс, Європа та екзопланети, досліджуючи екстремофілів, які населяють суворі середовища на Землі, такі як вулканічне та глибоководне середовище. Дослідження в рамках цієї теми проводяться з використанням методології наук про Землю, особливо геобіології, для астробіологічних цілей.

Пошук біосигнатур передбачає ідентифікацію ознак минулого чи теперішнього життя у формі органічних сполук, ізотопних співвідношень або мікробних скам'янілостей. Дослідження в рамках цієї теми проводяться з використанням методології науки про планети та навколишнє середовище, особливо науки про атмосферу, для астробіологічних цілей і часто проводяться за допомогою дистанційного зондування та місій на місці.

Астробіологія також займається вивченням походження та ранньої еволюції життя на Землі, щоб спробувати зрозуміти умови, необхідні для формування життя на інших планетах. Це дослідження прагне зрозуміти, як життя виникло з неживої матерії та як воно еволюціонувало, щоб стати різноманітним набором організмів, які ми бачимо сьогодні. Дослідження в рамках цієї теми проводяться з використанням методології палеонаук, особливо палеобіології, для астробіологічних застосувань.

Астробіологія – це галузь, що швидко розвивається, із сильним міждисциплінарним аспектом, що містить багато проблем і можливостей для вчених. Астробіологічні програми та дослідницькі центри присутні в багатьох університетах і дослідницьких установах по всьому світу, а космічні агентства, такі як NASA та ESA, мають спеціальні відділи та програми для астробіологічних досліджень.

Термін астробіологія вперше був запропонований російським астрономом Гаврилом Тиховим у 1953 році. Етимологічно воно походить від грецького ἄστρον, «зірка»; βίος, «життя»; і -λογία, -logia, «дослідження». Близьким синонімом є екзобіологія від грецького ἔξω, «зовнішній»; βίος, «життя»; і -λογία, -logia, «дослідження», введене американським молекулярним біологом Джошуа Ледербергом; Вважається, що екзобіологія має вузьку сферу, обмежену пошуком життя поза Землю. Інший пов'язаний термін — ксенобіологія, від грецького ξένος, «чужий»; βίος, «життя»; і -λογία, «дослідження», введене американським письменником-фантастом Робертом Хайнлайном у його праці «Зоряний звір»; ксенобіологія зараз використовується в більш спеціалізованому сенсі, посилаючись на «біологію, засновану на іноземній хімії», позаземної чи позаземної. земного (як правило, синтетичного) походження.

Хоча потенціал позаземного життя, особливо розумного, досліджувався протягом усієї історії людства в рамках філософії та літератури, це питання є перевіреною гіпотезою і, отже, дійсним напрямком наукового дослідження. Планетолог Девід Грінспун все ж називає це полем натурфілософії, обґрунтовуючи спекуляції на невідомому у відомій науковій теорії.

Сучасну галузь астробіології можна простежити до 1950-х і 1960-х років з появою дослідження космосу, коли вчені почали серйозно розглядати можливість життя на інших планетах. Хоча як ми згадували вище в історії екології зустрічалися натурофілософи або науковці, які обговорювали можливість позаземного життя. У 1957 році Радянський Союз запустив "Супутник-1", перший штучний супутник, що ознаменувало початок космічної ери. Ця подія призвела до активізації вивчення потенціалу життя на інших планетах, оскільки вчені почали розглядати можливості, які відкриває нова технологія дослідження космосу. У 1959 році НАСА профінансувало свій перший екзобіологічний проект, а в 1960 році НАСА заснувало Екзобіологічну програму, яка зараз є одним із чотирьох основних елементів поточної астробіологічної програми НАСА. У 1971 році НАСА профінансувало проект «Циклоп», який був частиною пошуку позаземного розуму, з метою пошуку радіочастот електромагнітного спектру міжзоряного зв'язку, що передається позаземним життям за межами Сонячної системи. У 1960-1970-х роках НАСА започаткувало програму «Вікінг», яка стала першою американською місією, яка висадилася на Марсі та шукала метаболічні ознаки нинішнього життя; результати були непереконливими.

У 1980-х і 1990-х роках галузь почала розширюватися та диверсифікуватися в міру появи нових відкриттів і технологій. Відкриття мікробного життя в екстремальних середовищах на

Землі, таких як глибоководні гідротермальні джерела, допомогло прояснити доцільність існування потенційного життя в суворих умовах. Розробка нових методів виявлення біосигнатур, таких як використання стабільних ізотопів, також зіграла значну роль в еволюції галузі.

Сучасна структура астробіології, що виникла на початку 21 століття, зосереджена на використанні науки про Землю та навколишнє середовище для застосування в порівнянних космічних середовищах. Місії ESA включали Beagle 2, який вийшов з ладу через кілька хвилин після приземлення на Марс, посадковий модуль NASA Phoenix, який досліджував навколишнє середовище для минулого та теперішнього планетарного проживання мікробного життя на Марсі та досліджував історію води, а також марсохід NASA Curiosity, який зараз досліджує навколишнє середовище для минулого та теперішнього планетарного проживання мікробного життя на Марсі.

Разом із державними астробіологічними програмами в у світі є ряд великих приватних проектів, які здійснюються переважно на кошти окремих доброчинців а не платників податків. Прикладом може бути інститут SETI.

Інститут SETI – це некомерційна дослідницька організація, заснована в 1984 році, місія якої полягає в дослідженні, розумінні та поясненні походження та природи життя у Всесвіті, а також у використанні цих знань, щоб надихати та направляти теперішні та майбутні покоління, ділячись ними знання з громадськістю, пресою та урядом. SETI розшифровується як «пошук позаземного розуму».

Інститут складається з трьох основних центрів: Центр Карла Сагана, присвячений вивченню життя у Всесвіті; Освітній центр, присвячений астрономії, астробіології та космічним наукам для студентів і викладачів; і Center for Public Outreach.

Центр Карла Сагана названо на честь Карла Сагана, колишнього піклувальника інституту, астронома, плідного автора та ведучого оригінального телесеріалу «Космос». Центр Карла Сагана є прихистком для понад 80 вчених і дослідників, організованих навколо шести напрямків досліджень: астрономія та астрофізика, екзопланети, дослідження планет, клімат і геонауки, астробіологія та SETI. Керуючись дорожньою картою астробіології, складеною на основі рівняння Дрейка, вчені Центру Карла Сагана намагаються зрозуміти природу та поширення життя у Всесвіті та переходить від фізики до хімії, від хімії до біології та від біології до філософії. Більшість досліджень, які проводяться в Центрі Карла Сагана, фінансуються за рахунок грантів NASA, тоді як зусилля SETI фінансуються виключно приватними благодійними організаціями. Дослідники інституту SETI використовують системи радіо та оптичних телескопів для пошуку навмисних сигналів від технологічно розвинених позаземних цивілізацій.

В Інституті SETI працює понад 100 дослідників, які вивчають усі аспекти пошуку життя, його походження, середовища, в якому воно розвивається, і його остаточну долю. Серед них Лоранс Дойл, Пітер Дженніскенс, Паскаль Лі, Марк Р. Шоуолтер, Франк Марчіс і Дженіс Бішоп

Освітній центр сприяє освіті STEM через програми, що фінансуються NASA та NSF, спрямовані на навчання та надихання дітей, молоді та викладачів фізичних наук з акцентом на астрономію та астробіологію.

Програма Airborne Astronomy Ambassadors пропонує дослідження американським вчителям середньої та старшої школи. Вибрані викладачі природничих наук проходять прискорений курс астрономії та два вильоти на модифікованому літаку SOFIA (Стратосферна обсерваторія інфрачервоної астрономії) 747, який експлуатують NASA та Німецьке космічне агентство.

У 2016 році інститут отримав п'ятирічний грант від NASA на розроблену інститутом програму STEM для дівчат-скаутів США. У партнерстві з Університетом Арізони, дівчатами-скаутами Північної Каліфорнії та дівчатами-скаутами США Інститут SETI запустив «Досягнення до зірок: наука NASA для дівчат-скаутів». Це дозволить розробити нову серію значків за заслуги на основі навчальної програми STEM для дівчат віком від 5 до 18 років.

Інститут SETI, який фінансується Національним науковим фондом, проводить літню програму стажування для студентів коледжу. Research Experiences for Undergraduates (REU) — це восьмитижневе літнє стажування, яке об'єднує студентів з наставниками-вченими інституту. Крім цього задіяна мережа громадських коледжів NASA – це нещодавно фінансована (2021) ініціатива,



спрямована на залучення експертів NASA з предметних питань (SME), результатів досліджень і наукових ресурсів до системи громадських коледжів країни.

Center for Public Outreach представляє роботу Інституту SETI та інших провідних дослідницьких організацій широкому загалу через свою щотижневу радіопередачу та подкаст – «Big Picture Science» і щотижневу серію лекцій «SETI Talks». Big Picture Science веде старший астроном інституту Сет Шостак, а співведучою – виконавчий продюсер Моллі Бенлі. Удостоєна нагород загальна наукова програма залучає громадськість до сучасних наукових досліджень за допомогою жвавої та розумної розповіді та інтерв'ю з провідними авторами, викладачами та дослідниками у різноманітних дисциплінах. Шоу поєднує привабливу та актуальну науку з нотками гумору та доводить тезу про те, що наукове радіо не повинно бути нудним! Серія щотижневих колоквиумів інституту – SETI Talks – це поглиблена одногодина лекція, на якій виступають провідні дослідники з усього світу в галузі астрономії, астрофізики, аерокосмічних технологій, астробіології, машинного навчання тощо. Лекції безкоштовні, відкриті для публіки та проводяться в кампусі Microsoft у Кремнієвій долині в Маунтін-В'ю, Каліфорнія. Усі розмови SETI записуються на відео та архівуються на YouTube. Понад 350 лекцій доступні в режимі онлайн та проіндексовані на сайті інституту.

Інструменти, які використовуються вченими Інституту SETI, включають наземний телескоп Аллена; кілька наземних оптичних телескопів, таких як телескоп Шейн в обсерваторії Лік, W.M. Телескопи Keck і IRTF на Гавайях; і дуже великі телескопи в Чилі. Вони також використовують космічні телескопи, зокрема космічний телескоп Хаббл, космічний телескоп Шпітцер, Кеплер, TESS і космічний телескоп Гершеля.

Вчені SETI беруть участь у космічних місіях, включаючи місію New Horizons до Плутона, місію Cassini, яка раніше була на орбіті навколо Сатурна, Mars Rovers Opportunity та Curiosity, місію Kepler і місію TESS. Вони також співпрацюють з NASA в мережі відстеження метеорів CAMS.

Інститут SETI був зареєстрований як некомерційна організація Каліфорнії у 1984 році Томасом Пірсоном (колишній генеральний директор) і доктором Джилл Гартер. Фінансова та керівна підтримка протягом життя Інституту SETI включала Карла Сагана, Бернарда Олівера, Девіда Паккарда, Вільяма Хьюлетта, Гордона Мура, Пола Аллена, Натана Мірвольда, Льюїса Платта та Грега Пападопулоса. Два нобелівські лауреати були пов'язані з Інститутом SETI: Чарльз Таунс, ключовий винахідник лазера, і покійний Барух Блумберг, який розробив вакцину проти гепатиту В. В Інституті SETI Ендрю Сімон очолює зусилля SETI. Сет Шостак є ведучим Big Picture Science. Доктор Девід Моррісон був директором Центру Карла Сагана до серпня 2015 року, коли директором була призначена Наталі Каброл. Една ДеВор, директор з освіти та роботи з громадськістю, починаючи з 1992 року, пішла на пенсію в 2018 році, тоді ж Памела Харман стала новим директором з освіти. Штаб-квартира Інституту SETI розташована в Маунтін-В'ю, Каліфорнія. У 2015 році бізнесмен із Кремнієвої долини Білл Даймонд був призначений генеральним директором.

13 лютого 2015 року вчені (зокрема Девід Грінспун, Сет Шостак і Девід Брін) на щорічній зустрічі Американської асоціації сприяння розвитку науки обговорювали активний SETI та те, чи є хорошим передача повідомлення можливим розумним інопланетянам у космосі. ідея. Того ж тижня було оприлюднено заяву, підписану багатьма членами спільноти SETI, про те, що «перед відправкою будь-якого повідомлення має відбутися всесвітня наукова, політична та гуманітарна дискусія». 28 березня 2015 року Сет Шостак написав відповідне есе та опублікував його в The New York Times. У січні 2019 року повідомлялося, що інститут шукає супутники навколо 486958 Арокот

Фінансування програм SETI Institute надходить із різних джерел. Всупереч поширеній думці та їхній формі 990, державні кошти не виділяються на пошуки SETI – вони повністю фінансуються приватними внесками. Інші астробіологічні дослідження в Інституті SETI можуть фінансуватися NASA, Національним науковим фондом або іншими грантами та пожертвами. «Team SETI» є всесвітньою організацією членства та підтримки SETI Institute.

Якщо розглянути будь яке астробіологічне дослідження чи гіпотезу то ми побачимо, що воно опирається на екологічні закони – взаємодію між біосистемами і їхнім середовищем. Але, є ще один аспект. Усвідомлення екологічної кризи в 60-70 роках ХХ століття та численні дискусії навколо неї, не надто наблизили нас до її подолання. Разом із боротьбою проти загрозливих змін у навколишньому середовищі, потрібно оцінити її стратегію. Адже, серія помилкових рішень, не лише відтермінує подолання проблеми, а й може її поглибити. Вже сьогодні на локальному рівні ми бачимо багато випадків, породжених нашими непродуманими кроками. Так, спостерігається зникнення раритетних компонентів біоти під час введення режиму строгої заповідності, в результаті заміни оселищного підходу на строгий заповідний режим в інтерпретації закону від 2017 року. Наприклад, в Поліському природному заповіднику, після введення певного режиму охорони, зникли деякі рідкісні види. Також, під загрозою опинились степові екосистеми, частина з яких не здатна функціонувати на малих площах без численних популяцій копитних. На іншому кінці нашої планети, ми можемо спостерігати, як насадження дерев в заплавах пересихаючих пустельних річок, призвело до повного їхнього знищення. Важливим питанням – чи не мають ці локальні провали свого відображення на глобальному рівні?

Ще однією із причин виникнення цієї проблеми є «земний шовінізм». Ми часто розглядаємо нашу біосферу, як замкнену систему, ізольовану від космічних впливів, законів і принципів за якими функціонує Всесвіт. Це часто можна спостерігати у дослідників, які протягом тривалого періоду вивчають один невеликий за площею регіон. З часом, їхня картина світу починає викривлятися, що підштовхує до хибних висновків та інтерпретації фактів, які спостерігаються. Метод погляду на проблему зі сторони, моделювання її не як окремого замкнутого на собі світу, а як частину чогось більшого, завжди приносили гарні результати і робили дослідження більш ефективним і продуктивним. На жаль, на сьогодні нами досліджена лише одна біосфера, що заставляє нас робити глобальні висновки на основі одиничних локальних прикладів. Однак, методи математичного моделювання, космічного моніторингу та побудови моделюючих експериментів і спостережень, які використовує астроекологія дозволяють поглянути на проблему екологічної кризи зі сторони.

Вплив змін в стані космічного середовища, яке оточує нашу планету, на процеси в її біотичних системах тривалий час ігнорувався. Причиною цьому була складність для дослідження та моделювання системи взаємодії між окремими компонентами «космічної погоди» та реакціями на них біосистем. Не зважаючи на роботи біофізиків А.Л.Чижевського, С.Е Шноля та багатьох інших, ідея про потребу дослідження цього взаємозв'язку не набула популярності. Заважала старту масштабних досліджень і глибинна світоглядна проблема. Вона викликана антропоцентричним поглядом на світ. Людині вкрай важко визнавати існування сил, які здатні визначати долю частини її оточення, але на які вона не зможе вплинути в досяжному майбутньому. Водночас накопичувалося велике число фактів, коли зміни в активності космічного опромінення викликали реакцію на рівні зв'язків між окремими організмами. Ця реакція проявлялася спочатку на популяційному рівні, а вже потім відбивалася на динаміці екосистем. Так, на сьогодні науковим консенсусом визнається вплив зміни циклів сонячної активності на структуру окремих популяцій і флуктуації в екосистемах. При цьому, мова іде не лише про загальне число енергії, яке періодично змінюється, а про інтенсивність її потоку в окремих частинах електромагнітного спектру чи в корпускулярної радіації. Дослідження показали, що не усі популяційні хвилі пояснюються моделлю Лотки-Вольтера. Більш докладний статистичний аналіз вказує на синхронізацію популяційних хвиль із сонячною активністю. Наприклад, при зміні активності Сонця в певних частинах спектру та потоку іонів від нього змінюється концентрація окремих речовин в продуцентах. Це автоматично запускає зміни у всіх популяціях трофічної мережі пов'язаних із ними. На сьогодні, під час прийняття рішення про зміни чисельності ареалу популяції потрібно обов'язково враховувати цикли сонячної активності. Так, наприклад вважають некоректними висновки про становище раритетних або інвазійних видів, якщо спостереження за структурою їхніх популяцій тривало менше 10-12 років. Саме через такий час вносяться корективи про належність видів до охоронних переліків (національні та міжнародні червоні списки).

Останніми роками все більш широкого вжитку набувають методи космічного зондування землі з природоохоронною метою. Мова йде не лише про глобальні зміни клімату, опустелювання, лісистість, тощо. Сучасні методи GIS-моделювання дозволяють працювати на більш тонкому рівні. Порівняння супутникових знімків у певних частинах спектру в поєднанні із дослідженнями екосистем на поверхні Землі, дозволяє досить точно визначати їхній тип та стан. Це дозволяє будувати картографічні моделі залежності поширення певних оселищ від умов середовища та їхньої стадії динаміки. Такий напрям відкриває нові перспективи в охороні природи та раціональному природокористуванні. Наприклад, з його допомогою можна оптимізувати ведення лісового господарства. Адже, ми в режимі реального часу можемо не лише визначати певні проблеми лісових насаджень (пожежі, поширення шкідників та хвороб), а й планувати лісгосподарську діяльність та перевіряти її відповідність (визначати наявність раритетних оселищ в зоні рубки, встановлювати потребу в санітарній рубці та її ефективність, контролювати площі та якість рубок). Те саме можна робити і в інших сферах: під час виготовлення документів ОВД та контролю за дотриманням законодавства на їхній основі, плануванні розбудови природоохоронних територій, моніторингу ефективності сільськогосподарських робіт, озеленення міст, боротьбі із поширенням інвазійних видів трансформерів.

Сучасна астроекологія дозволяє поглянути на біосферу не як на ізольовану в межах однієї планети систему із людиною в її основі, а як на частину динамічного Всесвіту. Наукове вирішення проблем має перевірений роками алгоритм. Після накопичення фактичного матеріалу та його попереднього аналізу обирається ряд кроків побудованих на основі прийнятих консенсусом вчених теорій. На відміну від філософії, наукові теорії, побудовані на обмеженому матеріалі й не поширюються на інші феномени за його межами. На жаль, ми часто спостерігаємо, що сьогоднішні рішення екологічних проблем приймаються не в результаті наукового консенсусу, а через популяризацію випадкових ідей, людьми далекими від екологічних досліджень.

Разом з тим, в екології, незважаючи на більш як півтора вікову історію, існують «теорії», де невелике число спостережень стало основою для загальних екологічних законів. На сьогодні, накопичилися численні винятки із цих правил, але вони продовжують кочувати підручниками з екології та беруться до уваги під час прийняття рішень пов'язаних із окремими аспектами екологічної кризи. Це явище обумовлено когнітивним феноменом під назвою «земний шовінізм». Особливості астроекології в тому, що вона вимушена старанно його уникати. Намагаючись вийти в своїх теоретичних та експериментальних дослідженнях за межі типових умов земної біосфери, вона виробляє правила, які можуть стати універсальними екологічними законами. Тестування екологічних теорій в сфері досліджень астроекології призводить до вдосконалення екології як науки і підвищення її спроможності в подоланні проблем із довкіллям

**8.6.9. Прикладна екологія.** Згадані в попередньому пункті проблеми реалізуються в рамках прикладної екології (рис. 34). Прикладна екологія ділиться на два блоки: практичну та спеціальну екологію. Перша розглядає конкретні блоки природоохоронних проблем. Найчастіше дисциплінами практичної екології є найбільш актуальні блоки задач. Наприклад, це екологія відходів, радіоекологія, урбоекологія, агроєкологія, космічна екологія та багато інших. Друга включає в себе поєднання теоретичних та прикладних досліджень взаємодії людини із окремими частинами біосфери. Також вона розглядає систему відносин соціум-природа, та способи досліджень впливу людини на природу. До спеціальної екології ми відносимо охорону природи та соціоекологію, обговоренню яких присвячена ця книжка. Соціоекологія – це наука про функціональні властивості, структуру і функціонування суспільства через його взаємодію із навколишнім середовищем. Вона розглядає теоретичні, юридичні, етичні та економічні аспекти цієї взаємодії.

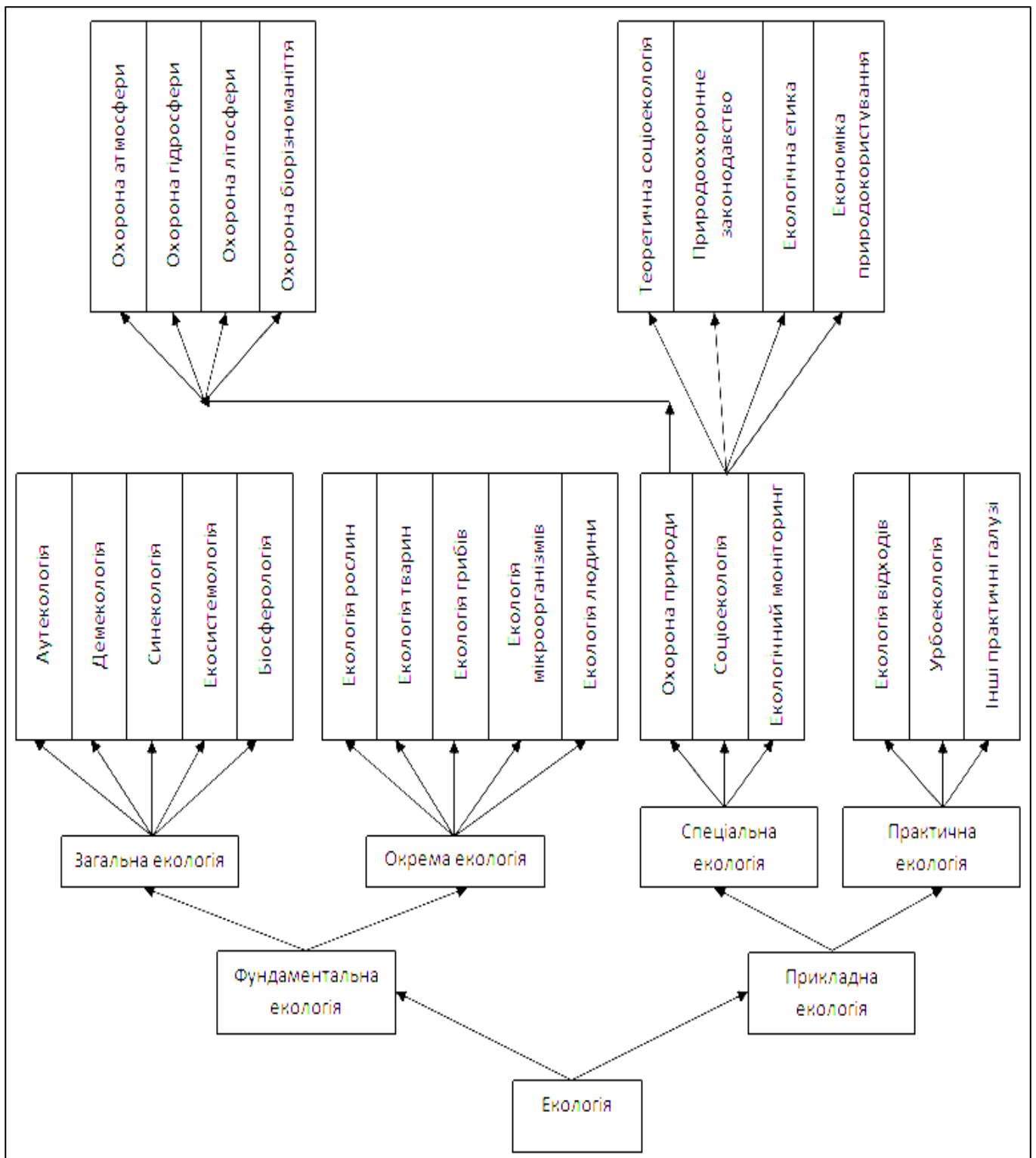


Рис. 34. Структура науки екології.

У другій половині ХХ століття між теоретичною та прикладною екологією відбувся розкол. Теоретична екологія залишалася класичною біологічною наукою а прикладна перетворилася на інженерію. Це сталося через те що на екологію в часи загострення екологічної кризи було покладено функції не властиві науці. Наприклад, коли поламався унітаз ми викликаємо сантехніка а не спеціаліста із комплексних цифр, хоча рух води унітазом можна описати лише ними. Разом із тим, коли ми бачимо сміттєзвалище, то чомусь перекладаємо відповідальність саме на біолога. Людська некоректна поведінка по відношенню до свого довкілля це проблема соціальної психології та юриспруденції, а не екології. Поводження із відходами – класична інженерно-

технологічна проблема, а не екологічна. Однак, окремі популярні інтелектуали в середині ХХ віку, через своє поверхневе розуміння суті екологічної науки, переклали відповідальність на конфлікт із довкіллям саме на неї. У масовій свідомості, медіа і навіть в представників влади завірусилося, що екологія – це діяльність направлена на боротьбу із сміттям, а не розділ біології, що вивчає зв'язки біосистем із навколишнім середовищем.

«Що таке екологія?» було питанням, яке ставили майже в кожне десятиліття 20-го століття.<sup>32</sup> На жаль, відповідь найчастіше полягала в тому, що це була в основному точка зору, яка використовувалася в інших областях біології, а також «м'яка» наука, як-от соціологія, наприклад, а не «жорстка», як фізика. Хоча аутоекологія (по суті, фізіологічна екологія) могла прогресувати через типовий науковий метод спостереження та перевірки гіпотез, синекологія (вивчення тваринних і рослинних спільнот) і генекологія (еволюційна екологія), для якої експерименти були такими ж обмеженими, як це було, скажімо, для геології, продовжувались таким же індуктивним збором даних, як і дослідження природної історії. Найчастіше моделі, сучасні та історичні, використовувалися для розробки теорій, які мали пояснювальну силу, але які мали мало фактичних даних на підтримку. Теорія Дарвіна, незважаючи на те, що вона є основою сучасної біології, є яскравим цьому прикладом.

Г. Е. Хатчінсон, названий вище «батьком сучасної екології», завдяки своєму впливу підвищив статус більшої частини екології до статусу суворої науки. Підтримуючи роботу Раймонда Ліндемана над трофічно-динамічною концепцією екосистем через процес її публікації після передчасної смерті Ліндемана, Хатчінсон заклав основу для того, що стало сучасною наукою про екосистеми. Своїми двома відомими статтями наприкінці 1950-х, «Заключні зауваження» та «Вшанування Санта-Розалії», як вони тепер відомі, Хатчінсон започаткував теоретичну екологію, яку відстоював Роберт Макартур.

Наука про екосистеми швидко й розумно стала асоціюватися з «Великою наукою» — і, очевидно, «жорсткою» наукою. Цей термін був введений Стенлі Ауербахом, який створив Відділ наук про навколишнє середовище в Національній лабораторії Оук-Ріджа, щоб відстежити шляхи радіонуклідів через навколишнє середовище, а також братами Одумамм, Говардом і Юджином, більша частина ранніх робіт яких була підтримана Комісією з атомної енергії. Підручник Євгена Одума «Основи екології» сьогодні став чимось на зразок Біблії. Коли в 1960-х роках Міжнародна біологічна програма (МБП) набула екосистемного характеру, екологія, яка базується на системній науці, назавжди увійшла в сферу Великої Науки з проектами, які мали великі масштаби та великі бюджети. Лише через два роки після публікації «Тихої весни» в 1962 році екологія екосистем була проголошена наукою про навколишнє середовище в серії статей у спеціальному випуску BioScience.

Теоретична екологія пішла іншим шляхом, щоб встановити свою легітимність, особливо в східних університетах і деяких кампусах Західного узбережжя США. Це був шлях Роберта Макартира, який використовував просту математику у своїх «Трьох впливових статтях», також опублікованих наприкінці 1950-х років про популяцію та екологію громад. Хоча прості рівняння теоретичної екології на той час, не були підтверджені даними, вони все ще вважалися «евристичними». Проте вони викликали опір з боку ряду традиційних екологів, чії скарги на «інтелектуальну цензуру» досліджень, які не вписувалися в гіпотетико-дедуктивну структуру нової екології можна розглядати як доказ того, якого рівня досяг підхід Хатчінсона-Макартура до 1970-х років.

Передчасна смерть Макартира в 1972 році також була приблизно часом, коли постмодернізм і «наукові війни» прийшли до екології. Імена Куна, Вітгенштейна, Поппера, Лакатоса і Фейєрбрєнда почали частіше зустрічатися в суперечках в екологічній літературі. Дарвінівська теорія адаптації через природний відбір була звинувачена в тавтології. Було піднято питання про те, чи є екосистеми кібернетичними і чи може теорія екосистем бути корисною для застосування до управління навколишнім середовищем. Найкритичнішою з усіх була дискусія, що виникла навколо екології в стилі Макартира.

Справа дійшла до критичного загострення після симпозіуму, організованого прибічниками Макартира на честь нього, і другого симпозіуму, організованого тим, що зневажливо називали

«мафією Таллахассі» у Вакулла Спрінгс у Флориді. У книжці, опублікованій у 1975 році, був великий розділ, написаний Джаредом Даймондом, який у той час викладав фізіологію нирок у Школі медицини Каліфорнійського університету в Лос-Анджелесі, у якому було представлено серію «правил складання», щоб пояснити закономірності для видів птахів, знайдені на острівних архіпелагах, такі як знамениті в'юрки Дарвіна на Галапагоських островах. Конференція Вакулла була організована групою дисидентів на чолі з Деніелом Сімберлоффом і Дональдом Стронгом-молодшим, які, як описав Девід Кваммен у своїй книзі, стверджували, що ці моделі «можуть бути нічим іншим, як обличчями, які ми бачимо на Місяці, в хмари, чорнильні плями Роршаха». Їхня думка полягала в тому, що робота Даймонда (і інших) не підпадає під критерій фальсифікованості, встановлений для науки філософом Карлом Поппером. Рецензентський обмін ударів між двома таборами в випуску «Synthese» виявив, що на думку спадають «образи рукопашного бою чи бійки в барі» Група штату Флорида запропонувала розроблений ними метод «нульових» моделей, який слід використовувати так само, як усі вчені використовують нульові гіпотези для перевірки того, що їхні результати не були отримані просто випадково. Його найбільш різко засудили Даймонд і Мішель Гілпін у томі симпозіуму і Джонатан Рафгарден в *American Naturalist*.

Паралельно виникла суперечка, що додала жару, яка стала відомою в природоохоронних колах як SLOSS (один великий або кілька малих резервів). Даймонд також запропонував, щоб згідно з теорією географії островів, розробленою Макартуром і Е. О. Вілсоном, природні заповідники мали бути якомога більшими та зберігатися як єдине ціле. Навіть прорізання дороги через природну зону, згідно з інтерпретацією Даймондом теорії Макартура та Вілсона, призвело б до втрати видів через менші площі частин, що залишилися. Тим часом Сімберлофф, який дефаунував мангрові острови біля узбережжя Флориди, у своєму відзначеному нагородами експериментальному дослідженні під керівництвом Е. О. Вілсона перевіряв відповідність кривої вид-площа теорії біогеографії острова фауні, яка повернулася, зібрав дані, які показав зовсім протилежне: що багато менших фрагментів разом інколи містять більше видів, ніж початкове ціле. Це призвело до значної образи на сторінках *Science*.

Зрештою, у дещо кунівському стилі, суперечки, ймовірно, остаточно будуть вирішені через смерть учасників. Проте екологія продовжує розвиватися як сувора, навіть експериментальна наука. Використовуються нульові моделі, які, за загальним визнанням, важко удосконалити, і хоча один провідний природоохоронець нещодавно похвалив теорію біогеографії островів як «одну з найбільш елегантних і важливих теорій сучасної екології, що підноситься над тисячами менших ідей і концепцій», він все ж виявляє, що «крива вид-ареал є тупим інструментом у багатьох контекстах» і «зараз виглядає спрощеною до карикатурної»

Прикладна екологія найчастіше зорієнтована на охорону природи (екосозологію). Екологи та інші природоохоронці використовували екологію та інші науки (наприклад, кліматологію) для підтримки своїх правових позицій. Погляди екологів часто є суперечливими з політичних чи економічних причин. Як наслідок, деякі наукові роботи в екології безпосередньо впливають на політику та політичні дебати; вони, у свою чергу, часто спрямовують екологічні дослідження.

Однак, історію екології не слід плутати з історією екологічної думки. Екологія як сучасна наука бере свій початок лише з робіт дослідників природи кінця 18 початку 19 століття. Усвідомлення впливу людства на навколишнє середовище походить від Гілберта Уайта в 18 столітті в Селборні, Англія. Усвідомлення природи та її взаємодій можна простежити ще далі в часі. Однак екологія до Гумбольта і Дарвіна аналогічна медицині до відкриття Пастером інфекційної природи хвороби. Історія є, але вона актуальна лише частково.

Ні Дарвін, ні Геккель, правда, не займалися екологічними дослідженнями. Те саме можна сказати про дослідників у багатьох галузях, які зробили внесок у екологічну думку аж до 1940-х років, не будучи завідомо екологами. Популяційні дослідження Реймонда Перла є яскравим прикладом. Екологія в темах та техніці досліджень виросла з досліджень ботаніків і географів рослин наприкінці 19-го та на початку 20-го століть, у яких, як це не парадоксально, були відсутні дарвінівські еволюційні перспективи. Поки дослідження Менделя з горохом не були знову відкриті та об'єднані в сучасний синтез, дарвінізм страждав від довіри. Багато ранніх екологів

рослин мали ламарківський погляд на спадковість, як і Дарвін з часом. Однак, екологічні дослідження тварин і рослин, переважно живих і польових, продовжувалися швидкими темпами.

Коли Екологічне товариство Америки (ESA) було засновано в 1915 році, воно вже мало перспективу збереження природного середовища. Віктор Е. Шелфорд, лідер у створенні товариства, мав за одну з цілей збереження природних територій, які тоді були об'єктами вивчення екологів, але перебували під загрозою деградації людським вторгненням. Екологія людини також була помітною частиною ESA на початку її заснування, про що свідчать такі публікації, як: «Контроль пневмонії та грипу за допомогою погоди», «Перегляд зв'язків пилу з людством», «Екологічні відносини у полярних ескімосів» і «Міський вуличний пил та інфекційні захворювання» на перших сторінках екологічних журналів та екологічних монографій. Другий президент ESA, Елсуорт Хантінгтон, був екологом людини. Стівен Форбс, ще один попередній президент, у 1921 році закликав до «гуманізації» екології, оскільки людина явно була домінуючим видом на Землі.

Цей сприятливий початок насправді був першим із серії невдалих прогресій і реверсій нової науки щодо збереження стану довкілля. Екологія людини обов'язково зосереджувалася на антропогенному середовищі та його практичних проблемах. Однак екологи загалом намагалися зробити екологію фундаментальною наукою, яка має достатній престиж, щоб проникнути на факультети Ліги плюща. Вважалося, що порушене середовище не розкриє таємниці природи.

Інтерес до навколишнього середовища, створений за американським прикладом, викликав у 1935 році шквал закликів до екології поглянути на практичні питання. Піонер-еколог К. С. Адамс хотів повернути екологію людини в науку. Фредерік Е. Клементс, домінуючий рослинний еколог того часу, розглянув проблеми землекористування, що призвели до Пилової чаші, з точки зору його ідей щодо сукцесії та клімаксу рослинності. Пол Сірс охопив широку аудиторію своєю книгою «Пустелі на болотах». Лише Друга світова війна, змусила ці питання посунути на другий план.

Напруга між чистою екологією, яка прагне зрозуміти й пояснити, і прикладною екологією, яка прагне описати й виправити, досягла піку після Другої світової війни. Адамс знову спробував підштовхнути ESA до прикладних сфер, запропонувавши їй зібрати благодійний фонд для сприяння екології. Він передбачив, що «велике розширення екології» буде неминучим «через її інтеграційну тенденцію». Екологи, однак, були чутливі до сприйняття того, що екологія все ще не вважається суворою, кількісною наукою. Ті, хто наполягав на прикладних дослідженнях і активній участі в охороні природи, знову отримали стриману відсіч. Екологія людини стала частиною соціології. Саме соціолог Льюїс Мамфорд звернув увагу сучасності на ідеї Джорджа Перкінса Марша на конференції 1955 року «Роль людини у зміні обличчя Землі». На цьому престижному конклаві домінували соціологи. На ньому екологію звинуватили у «відсутності експериментальних методів» і нехтуванні «людиною як екологічним агентом». Один учасник відкинув екологію як «архаїчну та безплідну». У ЄКА розчарований Шелфорд заснував Спілку екологів, коли його Комітет із збереження природних умов припинив роботу через політичну боротьбу навколо позиції ЄКА щодо охорони природи. У 1950 році нова організація була перейменована та зареєстрована як Nature Conservancy, назва, запозичена у британського урядового агентства з тією ж метою.

Дві події, однак, повернули курс екології до прикладних проблем. Одним з них був Манхеттенський проект. Після війни вона стала Комісією з ядерної енергії. Зараз це Міністерство енергетики (DOE). Його великий бюджет включав дослідження наслідків використання та виробництва ядерної зброї. Це привернуло увагу до проблеми екології, і це перетворило її на «Велику науку». Наука про екосистеми, як фундаментальна, так і прикладна, почала конкурувати з теоретичною екологією (яка тоді називалася еволюційною екологією, а також математичною екологією). Чемпіоном екології екосистем став Юджин Одум, який ще у 1953 році видав дуже популярний підручник з екології. У своїх публікаціях Одум закликав до того, щоб екологія мала екосистемний і прикладний фокус.

Другою подією стала публікація «Тихої весни». Книжка Рейчел Карсон представила публіці іншу екологію. Її вплив був миттєвим. Дослідницький комітет, спонуканий публікацією книги, повідомив ESA, що їхня наука не готова взяти на себе покладену на неї відповідальність.

Концепція екології Карсона багато в чому нагадувала концепцію Юджина Одума. У результаті наука про екосистеми домінувала в Міжнародній біологічній програмі 1960-х і 1970-х років, приносячи екології гроші та престиж. «Тиха весна» також послужила поштовхом для програм захисту навколишнього середовища, які були започатковані в адміністраціях Кеннеді та Джонсона та прийняті як закон безпосередньо перед першим Днем Землі. Внесок екологів вітався. Колишній президент ЄКА Стенлі Кейн, наприклад, був призначений помічником міністра внутрішніх справ.

Розрахунки проведені науковцями наприкінці ХХ століття вказують на те що берегти довкілля в оптимальному стані економічно вигідно. Так зародилася і розвивалися екологічна економіка або економіка природокористування. Екологічна економіка – це активне поле між економікою та екологією з щорічними конференціями, міжнародними товариствами та міжнародним журналом. З 1956 по 1963 рік Г. Т. Одум працював директором Морського інституту Техаського університету. У цей час Одум усвідомив взаємодію еколого-енергетичних та економічних сил. Тому він профінансував дослідження використання звичайних економічних підходів до кількісної оцінки екологічних ресурсів у рекреаційних, лікувальних та інших цілях. Це дослідження розраховувало потенційну вартість первинного виробництва на площу поверхні затоки.

Для Холла важливість роботи Одума впливає з його інтеграції систем, екології та енергії з економікою, разом із поглядом Одума на те, що економіку можна оцінювати на об'єктивних термінах, таких як енергія, а не на суб'єктивній основі, готовності платити.

Екологічна інженерія – це нова область дослідження між екологією та інженерією, пов'язана з проектуванням, моніторингом та будівництвом екосистем. Термін «екологічна інженерія» вперше ввів Г.Т. Одум у 1962 році, коли він працював у Флоридському університеті. Екологічна інженерія, писав він, «це ті випадки, коли енергія, що постачається людиною, невелика порівняно з природними джерелами, але достатня для створення великих ефектів у результируючих моделях і процесах». Екологічну інженерію як практичну галузь розвинув його колишній аспірант Білл Мітч, який розпочав і продовжує редагувати стандартний журнал у цій галузі та допоміг заснувати як міжнародні, так і американські товариства, присвячені екологічній інженерії, і написав два підручники з цього предмету. Одна із останніх думок Одума про оцінку екологічної інженерії була опублікована в журналі Ecological Engineering у 2003 році, через рік після його смерті.

В Україні розходження між теоретичною та прикладною екологією є критичним. Так нещодавнім рішенням міністерства освіти екологію було відділено від біології і перенесено до загального розділу природничих наук. Це є невірно за визначенням. Такі зміни відбуваються через те що в уявленні урядовців відбувається поступовий перехід від бачення класичної екології, до інженерії і через неї до екології як способу прибирати сміття (асенізації). У англійській традиції відчувається деяка краща термінологічна ситуація пов'язана теоретичною і прикладною екологією. Теоретична так і називається екологія (ecology) а прикладна – ейвіронталізм (environmentalism).



## 9. РОЗВИТОК ЕКОЛОГІЇ В УМОВАХ КРИЗИ ВІДНОСИН ІЗ ДОВКІЛЛЯМ.

### 9.1. Передумови кризи із довкіллям

Дехто вважає, що «екологічна криза та пов'язані з нею проблеми в соціальній, культурній, політичній та економічній сферах частково є продуктом невігластва, і тому знання нашої глобальної проблеми є необхідною умовою для її вирішення. Тому, вважається, що потрібне не що інше, як нове просвітництво, засноване на екології, орієнтоване на потреби людей і планети, і чітке усвідомлення того, що саме «нестійкість», а не «стійкість» характеризує нашу поточну глобальну реальність» (Barry, 2012). Це суб'єктивна точка зору побудована на марксистсько-гегелівських уявленнях про детермінований історичний розвиток людства. Давайте відсторонимось від суб'єктивного впливу лівацької ідеології і поглянемо на проблему максимально об'єктивно.

Людина змінює навколишнє середовище як і будь яка інша біосистема. Це їхня загальна властивість як відкритих систем – споживати ресурси та виділяти відходи. Масштаби регулювання споживання та «забруднення» здебільшого закладені здебільшого в самому навколишньому середовищі. Тобто, коли обсяги ресурсів знижуються, то зменшується кількість особин, які їх споживають або хоча б знижується активність їхньої життєдіяльності. У деяких видів в процесі еволюції виробився механізм реакції на такі зміни. Наприклад, це зниження активності репродукції або впадіння в сплячку. Те саме робиться у випадку накопичення в навколишньому середовищі відходів життєдіяльності. Як і б не виникали системи вторинного використання відходів життєдіяльності та проходження зміненої речовини та енергії через геохімічні цикли, все рівно середовище міняється а відходи накопичуються. Саме так утворилися біогенні осадові породи, родючі ґрунти та торфові болота. Такі зміни час від часу призводять до катастрофічних наслідків, як на рівні одного виду так і біосфери в цілому. Людина тут не виняток. Вона, як і інші живі організми, збільшує зміни в навколишньому середовищі, які рано чи пізно виводять його за межі оптимуму і загрожують людству загибеллю. Такі зміни разом із стихійними природними явищами ставали причинами занепаду або й загибелі цивілізації. Однак, людина на відміну від багатьох інших живих організмів здатна усвідомити загрозу і почати шукати рішення проблеми. Точніше, не кожна людина, а певна мінімальна та все рівно помітна частка людства.

Ставлення суспільства до довкілля еволюціонувало разом із суспільними відносинами, світоглядними концепціями та поширеними технологіями. З початку історії людства і до сьогодні воно залишається антропоцентричним. В дописемний період історії людина, відповідно до свого анімістичного світогляду, вважала себе рівноправною частиною природи але намагалася піднятися над нею, вірячи в свою ексклюзивну здатність здійснювати магичні ритуали. З приходом неолітичної господарської революції основою її світогляду стала діяльність антропоморфних (подібних до себе) богів покровителів стихій та ремесел. Перші держави трансформували ці уявлення так, щоб окремі представники еліти ставали рівними із цими богами. В ці часи починає панувати думка про богоподібність людини, яка зберігається аж до епохи індустріалізації. Коли науково-технічний прогрес почав витіснити релігійні концепції із суспільного життя, ідея того, що людина цар природи і природа є лише її ресурсом була перенесена із авраамічних релігій в новітні часи. З настанням екологічної кризи в середині ХХ століття, здавалося б антропоцентризм мав відступити. Однак, з'являється його продовження, згідно із яким людина, є головною загрозою для біосфери. Це породило кілька природоохоронних концепцій, які виявилися не лише неспроможними вирішити проблеми із довкіллям, а завдали йому шкоди.

Наукова революція та індустріалізація співпали із періодом, коли людина розвинула концепцію своєї богоподібності до концепції «царя природи». Як казав радянський селекціонер І.В. Мічурин: «Ми не можемо чекати подарунків від природи; взяти їх у неї – наше завдання». Зміни в навколишньому середовищі і його відхилення від оптимуму у 60-ті роки ХХ століття стали очевидними для більшості громадян. Тоді частка тих, хто почав говорити про кризу відносин із довкіллям стала помітною для усіх. Становище стало критичним. У містах було важко або й не можливо дихати, у річках через викиди зникло життя, кислотні дощі винищили лісові

масиви та знизили урожайність нижче економічного порогу ефективності... На кризу таких масштабів далі було неможливо закривати очі. Не просвітництво, освіта, мода на псевдоекологічну філософію та релігію, протести громадянських організацій, не активістів в балоньових плащах, які на гумових човнах із бензиновими двигунами ганяються за нафтовозами, а саме усвідомлення загрози для самих коханих застало нас задуматись над проблемою довкілля. Коли ми говоримо про охорону довкілля, то слід визнати, що ми захищаємо довкілля від себе і для себе. І людство, керуючись стратегією виживання «гнучкість», вже почало шукати вихід.

## 9.2. Римський клуб

Природно, що першими про кризу довкілля, як про проблему, яку потрібно об'єктивно вирішувати, а не як про філософську чи ідеологічну позицію, заговорили підприємці. Вони не ставили питання про права природи і любов до неї чи юридичну рівність людини і тварин. Вони ставили питання виживання людства, яке нерозривно зв'язане із його навколишнім середовищем. Тобто, питання знищення людства, щоб врятувати інших живих організмів ними, на відміну від багатьох ліваків сектантів екоідеалістів, ними не розглядалося взагалі. Як виявилось згодом їхнє рішення було стратегічно вірним. Тому, що лише наш антропоцентризм робить нас основними губителями природи. Існує неймовірно велика кількість загроз планетарного чи космічного походження, які здатні знищити усе живе на планеті. Парадокс Фермі або Велике мовчання найкраще цим пояснюється. Сучасні досягнення астрофізики постійно це підтверджують. І тут ми вже без нашого природного антропоцентризму стаємо ключовим елементом біосфери. На сьогодні, ніхто крім людини не зможе передбачити наближення чи ймовірність космічної катастрофи. Ніхто крім людини не матиме, ні технологій, ні потужностей їй запобігти. І ми маємо нарощувати свої спроможності. Адже зараз ми можемо хіба що зупинити невеличкий астероїд. Решта загроз, від вибуху супервулкана до гама спалаху, нам зупинити не під силу. Таким чином, ми маємо нарощувати свої спроможності маніпулювати енергетичними та речовинними ресурсами і при цьому не знищити свого середовища існування, із яким ми нерозривно зв'язані. Те саме стосується проблеми бідності більшості людства і специфіки використання ресурсів. Без подолання бідності не можливо формувати ефективні заходи щодо охорони природи. Отже, ми мали сприяти інтенсивному розвитку людства і водночас зберігати довкілля в оптимальному стані.

Уперше з такої позиції питання охорони природи були поставлені в рамках роботи Римського клубу. Римський клуб – некомерційна неформальна організація інтелектуалів і бізнес-лідерів, метою якої є критичне обговорення нагальних глобальних проблем. Римський клуб був заснований у 1968 році в Академії Лінчеї в Римі, Італія. Вона складається зі ста повноправних членів, обраних із нинішніх і колишніх глав держав і урядів, адміністраторів ООН, високопоставлених політиків і урядовців, дипломатів, науковців, економістів і бізнес-лідерів з усього світу. Це привернуло значну увагу громадськості в 1972 році з першою доповіддю Римському клубу «Межі зростання». З 1 липня 2008 року організація базується у Вінтертурі, Швейцарія.

Римський клуб був заснований у квітні 1968 року Ауреліо Печчеї, італійським промисловцем, і Олександром Кінгом, генеральним директором з наукових питань ОЕСД (Організація економічного співробітництва та розвитку – Organisation for Economic Co-operation and Development). Він був утворений, коли невелика міжнародна група людей з наукових кіл, громадянського суспільства, дипломатії та промисловості зустрілася на віллі Фарнезіна в Римі, звідки і назва.

Центральним у формуванні клубу була концепція проблематики Печчеї. На його думку, розгляд проблем людства – погіршення навколишнього середовища, бідності, ендемічного поганого здоров'я, міської хвороби, злочинності – окремо, ізольовано або як «проблем, які можна вирішити в власних термінах», був приречений на поразку. Усе взаємопов'язано. «Саме ця узагальнена метапроблема (або метасистема проблем), яку ми називали і називатимемо «проблематичною», властива нашій ситуації». У 1970 році бачення Печчеї було викладено в документі, написаному Хасаном Озбекханом, Еріхом Янчем і Олександром Хрістакісом. Під

назвою «Скрутне становище людства: Пошук структурованих відповідей на зростаючі світові складності та невизначеності». Цей документ слугуватиме дорожньою картою для проекту LTG.

Римський клуб привернув значну увагу громадськості першою доповіддю для клубу «Межі зростання». Опубліковане в 1972 році комп'ютерне моделювання показало, що економічне зростання не може тривати нескінченно через виснаження ресурсів. Нафтова криза 1973 року посилила стурбованість громадськості цією проблемою. Доповідь розійшлася тиражем у 30 мільйонів примірників більш ніж 30 мовами, що зробило її бестселером екологічної книги в історії.

Ще до того, як «Межі зростання» було опубліковано, Едуард Пестель і Михайло Месарович з Університету Кейс Вестерн Резерв розпочали роботу над набагато складнішою моделлю (вона виділила десять регіонів світу та включала 200 000 рівнянь порівняно з 1000 у моделі Медоуза). Дослідження мало повну підтримку клубу, а його остаточна публікація «Людство на поворотному етапі» була прийнята як офіційна «друга доповідь» для Римського клубу в 1974 році. На додаток до надання більш уточненої регіональної розбивки, Пестель і Месарович досягли успіху в інтеграції соціальних і технічних даних. У другому звіті було переглянуто сценарії початкових обмежень зростання та було надано більш оптимістичний прогноз щодо майбутнього навколишнього середовища, зазначивши, що багато факторів, які були задіяні, знаходяться під контролем людини, а отже, екологічній та економічній катастрофі можна було запобігти або уникнути.

У 1991 році клуб опублікував «Першу глобальну революцію». Він аналізує проблеми людства, називаючи їх разом або по суті «problematique». У ньому зазначається, що історично соціальна чи політична єдність зазвичай мотивувалася спільними ворогами: «Потреба у ворогах, здається, є загальним історичним фактором. Деякі держави прагнули подолати внутрішні невдачі та внутрішні протиріччя, звинувачуючи зовнішніх ворогів. Пошук цапа відбувала такий же старий, як і саме людство – коли вдома стає надто складно, переключіть увагу на пригоди за кордоном. Зберіть розділену націю разом, щоб протистояти зовнішньому ворогу, чи то справжньому, чи то придуманому для цієї мети. зникнення традиційного ворога, виникає спокуса використовувати релігійні чи етнічні меншини як цапів відпущення, особливо тих, чий відмінності від більшості викликають занепокоєння». «Кожна держава настільки звикла класифікувати своїх сусідів як друзів або ворогів», що раптова відсутність традиційних супротивників залишила уряди та громадську думку з великою порожнечою, яку необхідно заповнити. Необхідно визначити нових ворогів, придумати нові стратегії та розробити нову зброю».

«У пошуках спільного ворога, проти якого ми можемо об'єднатися, ми прийшли до ідеї, що забруднення, загроза глобального потепління, нестача води, голод і тому подібне відповідатиме вимогам. У своїй сукупності та взаємодії ці явища дійсно являють собою загальну загрозу, з якою повинні протистояти всі разом. Але, позначаючи ці небезпеки як ворогів, ми потрапляємо в пастку, про яку ми вже попереджали читачів, а саме сприйняття симптомів за причини. Усі ці небезпеки спричинені втручанням людини в природні процеси, і їх можна подолати лише шляхом зміни ставлення та поведінки. Таким чином, справжнім ворогом є саме людство».

У 2001 році Римський клуб створив аналітичний центр під назвою «tt30», до якого увійшло близько 30 чоловіків і жінок віком 25–35 років. Його метою було виявити та вирішити світові проблеми з точки зору молоді.

Дослідження, проведене Гремом Тернером з дослідницької організації CSIRO в Австралії в 2008 році, виявило, що «30-річні історичні дані вигідно відрізняються від ключових характеристик звичайного сценарію, який називається «стандартним сценарієм», який призводить до краху глобальної системи в середині 21-го століття». У 2008 році клуб переніс свою штаб-квартиру з Гамбурга до Вінтертура у Швейцарії.

Економіст Роберт Солоу, лауреат Нобелівської премії з економіки, розкритикував «Межі зростання» (LTG) як «спрощені» сценарії. Він також активно критикував Римський клуб. Він сказав, що «єдина річ, яка мене справді дратує – це аматори, які роблять абсурдні заяви про економіку, і я вважав, що Римський клуб – це нісенітниця. Не тому, що природні ресурси чи потреби в навколишньому середовищі можуть у певний час стати обмеженням, не для зростання,

але на рівні економічної діяльності, я не вважав це безглуздою ідеєю але тому, що Римський клуб займався аматорською динамікою без ліцензії, без належної кваліфікації. І вони робили це погано, тож я був розчарований про це.»

Аналіз моделі світу, використаної для «Меж зростання» в 1976 році математиками Вермеуленом і Де Йонгом, показав, що вона «дуже чутлива до невеликих варіацій параметрів» і має «сумнівні припущення та наближення».

Міждисциплінарна група дослідницького відділу наукової політики Сассекського університету переглянула структуру та припущення використаних моделей і опублікувала свої висновки в *Models of Doom*; показуючи, що прогнози майбутнього світу дуже чутливі до кількох надто песимістичних ключових припущень. Вчені з Сассекса також стверджують, що Денніс Медоуз та ін. методи, дані та прогнози помилкові, що їхні моделі світу (і їх мальтузіанські упередження) не точно відображають реальність.

Томас Соуелл у своїй книзі «Бачення помазанника» 1995 року пише, що корпоративіст Кен Гелбрейт був, серед іншого, видатним «тефлоновим пророком» разом із американським біологом Полом Р. Ерліхом, Римським клубом та Інститутом спостереження за світом; вони були абсолютно впевнені у своїх передбаченнях, але повністю спростовані емпірично, хоча їхня репутація залишилася абсолютно неушкодженою. З цією колекцією «помазанців», як пропагандистів світогляду, створеного з фантазії, несприйнятливої до будь-яких міркувань реального світу.

Римський клуб викликав «серйозну критику» в 2016 році після того, як просував ідею політики однієї дитини для промислово розвинутих країн у своєму памфлеті під назвою «Відродження процвітання». Доктор філософії Райнер Клінгхольц заявив про брошуру Клубу: «Це чиста нісенітниця», як виконуючий обов'язки голови Берлінського інституту народонаселення та розвитку, інституту, який займається сталим розвитком, посиляючись на стабільний коефіцієнт заміщення 2,1, який не досягається в Європі, на той час стояв «вже на рівні 1,5».

### 9.3. МAB UNESCO

На офіційному міжнародному рівні питання поставлені в Римському клубі розглядалися в рамках програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» (МAB UNESCO). Вона є однією з чотирьох програм ЮНЕСКО в галузі точних і природничих наук разом з Міжнародною гідрологічною програмою (ІНР), Програмою «Міжнародна програма фундаментальних наук» (IBSP) та Міжнародна програма геонаук (IGCP). Програма МAB, започаткована в 1968 році. Програма була створена в 1971 році, а вже в 1974 (за базою даних програми в 1976) в США був створений перший біосферний заповідник. Перше засідання МКС у листопаді 1971 року відзначається як офіційний день заснування програми МAB UNESCO, 1971. (Primera reunion. Informe final. 9-19 листопада 1971).

У наступні роки місія біосферних резерватів почала набувати певних обрисів. Наприклад, комісії фахівців ООН спільно з іншими організаціями вперше висунула концепцію зонування, яка стала основоположною під час створення біосферних резерватів. Кожен біосферний резерват повинен був містити три спеціально виділені території, включаючи одну (або більше) зону ядра для збереження біологічної різноманітності, буферну зону, навколишню зону ядра, та перехідну зону (або по-іншому зону співробітництва) для економічної діяльності пов'язаної зі стійким використанням природних ресурсів цього регіону. 1974 року американські вчені заснували перший біосферний резерват, який сфокусував свою діяльність лише на проведенні довгострокових наукових досліджень. На засіданні ЮНЕСКО 1976 року було оголошено про офіційне існування вже 59 біосферних резерватів у 8 країнах світу.

Протягом наступних п'яти років, до десятої річниці заснування програми «Людина та біосфера», було вже створено 200 біосферних резерватів у 55 країнах світу. Переважна більшість біосферних резерватів першого покоління організовувалося на територіях, що охороняються, національних парків та інших ООПТ, які вже існували на той час. Тільки тепер вчені проводили у них екологічні дослідження під егідою МAB. Дуже обмежена кількість біосферних резерватів на

той час могла одночасно виконувати ще функції розвитку та співробітництва з місцевим населенням. Як результат, на той час лише деякі біосферні резервати насправді мали буферну та перехідну зони.

Наступний важливий крок у розвитку біосферних резерватів було зроблено у 1983 році на першому міжнародному конгресі з біосферних резерватів, який пройшов у Мінську. Делегати конгресу виробили «План дій» щодо розвитку біосферних резерватів, який був схвалений на зборах МКС наступного року. Цей план підтвердив багатofункціональність біосферних резерватів та виробив пропозиції щодо досліджень, моніторингу, навчання, освіти та взаємодії з місцевими спільнотами UNESCO-MAB, 1984. "Plan de Accion: Las Reservas de la Biosfera." *La Naturaleza y sus recursos*. Vol. XX. N 4. Oct-Dic.

У 1985 році МАБ заснував невелику науково-консультаційну підкомісію, щоб провести переоцінку проекту повністю та переглянути пропозиції щодо нових біосферних резерватів з умовою обов'язкового виконання ними трьох додаткових функцій: збереження, розвитку та матеріально-технічного забезпечення. Ця підкомісія вперше чітко визначила біосферні резервати як унікальні багатofункціональні території, де функції збереження та розвитку всередині та на навколишній території поєднані з функціями дослідницькими та навчальними. Це визначення вписувалося в нову концепцію збереження природи, яка називалася сталий розвиток і нетрадиційні території, що охороняються.

У 1983 році пройшов перший міжнародний конгрес із біосферних заповідників, який визначив план дій з досліджень та моніторингу, а також взаємодії з місцевими спільнотами. Севільська стратегія, вироблена на конференції ЮНЕСКО в Севільї (Іспанія) в 1995 році і підкреслює важливість створення та управління біосферними заповідниками, знайшла своє відображення в Мадридському плані дій, затвердженому на конференції в Мадриді у 2008 році.

На початку 1970-х років з ініціативи МАБ UNESCO було проведено кілька досліджень, що визначали ступінь впливу людини на природні системи. Усього було виконано 13 програм досліджень. Програма «Людина та біосфера» вступила в наступний етап після Конференції ООН з навколишнього середовища та розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 році, яка дуже вплинула на всі міжнародні природоохоронні програми. Наприклад, на Конвенцію з біологічної різноманітності, яка висунула «екосистемний підхід» у збереженні біорізноманіття та наголосила на необхідності аналізу проблем навколишнього середовища з глобальної точки зору, фокусуючи увагу як на окремих частинах системи, так і на динаміці процесів, які їх об'єднують. Незважаючи на свою назву, «екосистемний підхід» може бути застосований не тільки до природних, а також до соціальних та економічних систем. Програма МАБ згодом схвалила цей підхід та запропонувала п'ять основних пунктів щодо застосування цієї концепції до біосферних резерватів. Більше того, у Порядку ХХІ століття «Плану дій» наголошено на важливості поліпшення як стану довкілля, так і взаємодії з громадськістю на місцевому рівні. Оскільки біосферні резервати вже сконцентрували свою увагу на природоохоронній діяльності на місцевому рівні, спостерігався тісний взаємозв'язок між виконанням «Плану дій» та концепцією біосферних резерватів.

Концепція сталого розвитку з урахуванням біосферних резерватів отримала подальше обґрунтування великої міжнародної конференції у Севільї 1995 року. Стратегія для майбутніх дій, названа «Севільською стратегією», обґрунтувала зміни в концепції біосферних резерватів і стала основною доктриною для програми «Людина і біосфера» UNESCO, 1996. Paris. Функції біосферних резерватів, які здавалися досить невиразними, почали ставати зрозумілішими, у міру того, як делегати визначили десять ключових моментів в управлінні резерватами, висунули багато докладних рекомендацій і створили список параметрів, за якими можна було провести оцінку виконання поставлених завдань. Розглядаючи біосферні резервати як території, де досягнення мети сталого розвитку є результатом угод між місцевим населенням і суспільством загалом ця стратегія просунула вперед нове розуміння їхньої ролі в суспільстві. Більше того, Положення про Всесвітню мережу біосферних резерватів, підготовлене на конференції, було згодом ратифіковане країнами членами ЮНЕСКО, ставши свого роду статутом програми МАБ, зміцнюючи її юридично та надаючи новий погляд та більшу довіру до організації.

Програма спрямована на створення наукової основи для поліпшення відносин людини і природи на глобальному рівні. Оскільки, вона стосується питань на перехресті наукових, екологічних, суспільних галузей і галузей розвитку, програма МАВ об'єднує декілька дисциплін (точні та природничі науки, соціальні науки, економіка та освіта), спрямованих на покращення людського середовища та збереження природних екосистем. Програма МАВ особливо заохочує інноваційні підходи до економічного розвитку, які поважають соціальні, культурні та екологічні цінності. Вона спрямована на досягнення сталого балансу між інколи суперечливими потребами збереження біологічного різноманіття, сприяння економічному розвитку та збереження пов'язаних із ним культурних цінностей. Ця програма виражається в кожній країні через національні комітети та на глобальному рівні через всевітню мережу біосферних заповідників. Запуск сайту «МАВ виповнюється 40 років» став можливістю віддати належне Мішелю Батісу, який відіграв центральну роль у створенні, запуску та розвитку програми МАВ і всевітньої мережі біосферних заповідників.

#### 9.4. Програма сталого розвитку

Дослідження тисяч науковців започатковані наприкінці 60-их років вилилися в гігантську конференцію в Ріо де Женеїро 1992 року. Конференція ООН з навколишнього середовища та розвитку (The United Nations Conference on Environment and Development – UNCED), також відома як Конференція в Ріо або Саміт Землі, була великою конференцією Організації Об'єднаних Націй, що проходила в Ріо-де-Жанейро з 3 по 14 червня 1992 року.

Саміт Землі був створений як відповідь державам-членам на міжнародне співробітництво з питань розвитку після холодної війни. Через те, що проблеми, пов'язані зі стійкістю, є надто великими для окремих держав-членів, Саміт Землі був проведений як платформа для співпраці інших держав-членів. З моменту створення, багато хто у сфері сталого розвитку демонструє подібний підхід до питань, які обговорюються на цих конференціях, включаючи неурядові організації

Результатом стали Декларація Ріо з навколишнього середовища та розвитку (The Rio Declaration on Environment and Development), яка була коротким документом, підготовленим на «Конференції ООН з навколишнього середовища та розвитку» (UNCED) 1992 року, неофіційно відомої як саміт Землі (Earth Summit). Декларація Ріо складалася з 27 принципів, якими керувалися країни в майбутньому сталому розвитку. Її підписали понад 175 країн. Перший принцип стверджує, що сталий розвиток насамперед стосується людей, які мають право жити здоровим і продуктивним життям у гармонії з природою. Стаття 11 створює очікування, що держави приймуть законодавство про охорону навколишнього середовища. Подальші статті включають формулювання принципу обережності, який має «широко застосовуватися державами відповідно до їхніх можливостей» (принцип 15), і принципу забруднювач платить, який Держави заохочуються прийняти там, де це відповідає суспільним інтересам і це не спотворить міжнародну торгівлю та інвестиції (принцип 16). Останній принцип пропонує виконання інших принципів у дусі сумлінності.

У результаті обговорення було прийнято рішення, що основою стратегії для відносин людства із довкіллям є концепція сталого розвитку. Сталий розвиток є організаційним принципом, який спрямований на досягнення цілей людського розвитку, а також дозволяє природним системам надавати необхідні природні ресурси та екосистемні послуги людям. Бажаним результатом є суспільство, де умови життя та ресурси задовольняють людські потреби без підриву планетарної цілісності та стабільності природної системи. У звіті Брундтланда в 1987 році сталий розвиток визначено як «розвиток, який задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди здатності майбутніх поколінь задовольняти свої потреби». Концепція сталого розвитку сьогодні зосереджена на економічному розвитку, соціальному розвитку та захисті навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

Сталий розвиток був вперше інституціоналізований у процесі Ріо-де-Жанейро, ініційованому на Саміті Землі 1992 року в Ріо-де-Жанейро. У 2015 році Генеральна Асамблея

Організації Об'єднаних Націй (ГА ООН) ухвалила Цілі сталого розвитку (2015–2030) і пояснила, як ці цілі є інтегрованими та неподільними для досягнення сталого розвитку на глобальному рівні. 17 цілей ГА ООН стосуються глобальних викликів, включаючи бідність, нерівність, зміну клімату, погіршення навколишнього середовища, мир і справедливість.

Сталий розвиток взаємопов'язаний з нормативною концепцією стійкості. ЮНЕСКО сформулювала різницю між двома концепціями таким чином: «Стійкість часто розглядається як довгострокова мета (тобто більш стійкий світ), тоді як сталий розвиток відноситься до багатьох процесів і шляхів її досягнення» (рис. 35). Концепція сталого розвитку критикувалася різними способами. У той час як деякі вважають це парадоксальним (або оксюмороном) і вважають розвиток за своєю суттю нестабільним, інші розчаровані відсутністю прогресу, досягнутого досі. Частково проблема полягає в тому, що «розвиток» сам по собі не має послідовного визначення.

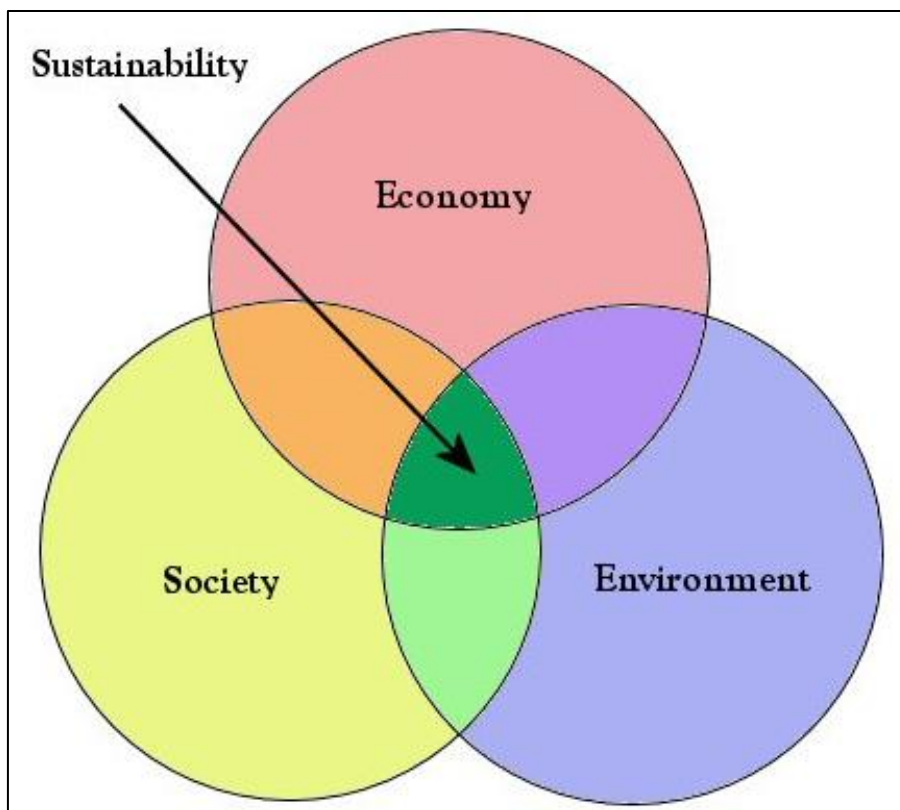


Рис. 35 Символічне зображення концепції сталого розвитку.

### 9.5. Сучасні природоохоронні програми

Усвідомлення екологічної кризи в середині ХХ століття призвело до створення великої кількості організацій різного рівня і статусу. Це були громадські та офіційні структури, міжнародні, міждержавні, національні, регіональні тощо. Для ознайомлення із ними студенти екології засвоюють дві-три навчальні компоненти, тому тут ми лише перерахуємо деякі із них. Основну увагу звертаємо на ті які мають міжнародний статус.

Одна із найбільш відомих та поважних є ЮНЕП (The United Nations Environment Programme). ЮНЕП іноді надають коротку альтернативну назву «Довкілля ООН». Її штаб-квартира знаходиться в Найробі, Кенія.

Програма ЮНЕП відповідає за координацію реагування на екологічні проблеми в системі ООН. Вона була заснована Морісом Стронгом, його першим директором, після Конференції Організації Об'єднаних Націй з питань навколишнього середовища в Стокгольмі в червні 1972 року. Її мандат полягає в забезпеченні лідерства, поширенні науки та розробці рішень для широкого кола проблем, включаючи зміну клімату, управління морськими та наземними екосистемами та зелений економічний розвиток. Організація також розробляє міжнародні

екологічні угоди; публікує та популяризує екологічну науку та допомагає національним урядам досягати екологічних цілей. Будучи членом Групи розвитку ООН, ЮНЕП прагне допомогти світу досягти 17 цілей сталого розвитку. ЮНЕП містить секретаріати кількох багатосторонніх природоохоронних угод і дослідницьких органів, включаючи Конвенцію про біологічне різноманіття (The Convention on Biological Diversity (CBD)), Мінаматську конвенцію про ртуть (The Minamata Convention on Mercury), Базельську, Роттердамську та Стокгольмську конвенції, Конвенцію про мігруючі види (The Convention on Migratory Species) та Конвенцію про міжнародну торгівлю видами, що знаходяться під загрозою зникнення (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). Види дикої фауни та флори (CITES) та багато інших. У 1988 році Всесвітня метеорологічна організація та ЮНЕП заснували Міжурядову групу експертів зі зміни клімату (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)). ЮНЕП також є однією з кількох установ-виконавців Глобального екологічного фонду (GEF) і Багатостороннього фонду для виконання Монреальського протоколу (Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol). Крім цього ЮНЕП контролює виконання конкретних угод. Наприклад Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням від 22 березня 1989р.; Роттердамська конвенція про процедуру попередньої обґрунтованої згоди відносно окремих небезпечних хімічних речовин та пестицидів у міжнародній торгівлі від 10 вересня 1998р.; Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі від 22 травня 2001р.; Вашингтонська конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення від 3 березня 1973 р.

Другою вадливою міжнародною організацією є МСОП (Міжнародний союз охорони природи, The International Union for Conservation of Nature). Це міжнародна організація, що працює в галузі охорони природи та раціонального використання природних ресурсів. Він бере участь у зборі та аналізі даних, дослідженнях, польових проектах, пропаганді та освіті. Місія МСОП полягає в тому, щоб «впливати, заохочувати та допомагати суспільствам у всьому світі зберігати природу та забезпечувати справедливе та екологічно стійке використання природних ресурсів».

МСОП був заснований у 1948 році. МСОП було засновано 5 жовтня 1948 року у Фонтенбло, Франція, коли представники урядів і природоохоронних організацій, підтримані ЮНЕСКО, підписали офіційний акт про створення Міжнародного союзу охорони природи (IUPN). Ініціатива створення нової організації виходила від ЮНЕСКО і особливо від її першого генерального директора, британського біолога Джуліана Хакслі. На момент заснування МСОП був єдиною міжнародною організацією, яка зосереджується на всьому спектрі охорони природи (міжнародна організація захисту птахів, нині BirdLife International, була створена в 1922 році). Спочатку він називався Міжнародним союзом охорони природи (The International Union for the Protection of Nature) (1948–1956), а також раніше був відомий як Всесвітній союз охорони природи (The World Conservation Union) (1990–2008).

У 1948–1956 роках МСОП (Міжнародний союз охорони природи) починався з 65 членів у Брюсселі та був тісно пов'язаний з ЮНЕСКО. У 1949 році вони спільно організували Конференцію з охорони природи озера Суксес, США, і склали перший список видів, які перебувають під серйозною загрозою зникнення. У перші роки свого існування МСОП майже повністю залежав від фінансування ЮНЕСКО і був змушений тимчасово скоротити діяльність, коли вона несподівано припинилася в 1954 році. МСОП вдалося залучити відомих вчених і визначити важливі питання, такі як шкідливий вплив пестицидів на дику природу, але не багато ідей, розроблених нею, були втілені в життя. Це було викликано небажанням діяти з боку урядів, невизначеністю щодо мандату МСОП та браком ресурсів. У 1956 році МСОП змінив назву на Міжнародний союз охорони природи та природних ресурсів.

У період 1956–1965 років МСОП розширив свої відносини з агентствами ООН і встановив зв'язки з Радою Європи. Найвідоміша публікація МСОП, Червона книга про стан збереження видів, була вперше опублікована в 1964 році. МСОП почав відігравати важливу роль у розробці міжнародних договорів і конвенцій, починаючи з Африканської конвенції про охорону природи і природних ресурсів. Африка була в центрі уваги багатьох перших польових проектів збереження МСОП. МСОП підтримував «Єллоустонську модель» управління охоронюваними територіями,



яка суворо обмежувала присутність і діяльність людини з метою захисту природи. МСОП також страждав від обмеженого фінансування в перші роки свого існування. З цієї причини Трейсі Філіппс, Генеральний секретар з 1955 по 1958 роки, не отримував зарплату протягом свого перебування на посаді. Щоб створити стабільну фінансову основу для своєї роботи, МСОП брав участь у створенні Всесвітнього фонду дикої природи (1961) (тепер Всесвітній фонд природи WWF) для роботи зі збору коштів для покриття частини операційних витрат МСОП. Також у 1961 році штаб-квартира МСОП переїхала з Бельгії до Моргеса у Швейцарії.

Протягом 1960-х років МСОП лобював на Генеральній Асамблеї ООН створення нового статусу для НУО. Резолюція 1296, прийнята в 1968 році, надала «консультативний» статус НУО. Сам МСОП був акредитований у шести організаціях ООН. МСОП був однією з небагатьох природоохоронних організацій, які офіційно брали участь у підготовці Конференції Організації Об'єднаних Націй з питань навколишнього середовища людини (Стокгольм, 1972 р.). Стокгольмська конференція зрештою призвела до трьох нових міжнародних конвенцій, у розробці та реалізації яких брав участь МСОП:

- Конвенція про охорону всесвітньої культурної та природної спадщини (1972). МСОП спільно з ЮНЕСКО підготував Конвенцію про всесвітню спадщину та брав участь як офіційний консультативний орган з питань природи з самого початку.

- CITES – Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (1974 р.). МСОП є стороною, яка підписала цю угоду, а секретаріат CITES спочатку входив до МСОП.

- Рамсарська конвенція – Конвенція про водно-болотні угіддя міжнародного значення (1975 р.). Секретаріат досі керується штаб-квартирою МСОП.

- МСОП уклав угоду з Програмою ООН з навколишнього середовища ЮНЕП щодо проведення регулярних оглядів охорони природи у світі. Отриманий дохід у поєднанні зі зростаючим доходом через WWF поставив організацію на відносно міцну фінансову основу вперше з 1948 року.

У цей період почалася поступова зміна підходу МСОП до збереження, коли він намагався стати більш привабливим для країн, що розвиваються.

У 1975 році МСОП розпочав роботу над Всесвітньою стратегією охорони природи (1980). Процес розробки проекту та обговорення із залученими агентствами ООН призвели до еволюції мислення в рамках МСОП і все більшого визнання того факту, що збереження природи шляхом заборони присутності людини більше не працює. Після Стратегії в 1982 році була прийнята Всесвітня хартія природи, яка була прийнята Генеральною Асамблеєю ООН після підготовки МСОП.

У 1980 році IUCN і WWF переїхали в нові спільні офіси в Гланді, Швейцарія. Це ознаменувало етап більш тісної співпраці з WWF, але тісні зв'язки між IUCN і WWF були розірвані в 1985 році, коли WWF вирішив взяти під контроль свої власні польові проекти, якими досі керував IUCN.

У 1982 році МСОП створив у своєму секретаріаті Центр збереження для розвитку. Центр взяв на себе проекти, щоб забезпечити інтеграцію охорони природи в допомогу розвитку та в економічну політику країн, що розвиваються. Протягом багатьох років він підтримував розробку національних природоохоронних стратегій у 30 країнах. Кілька європейських країн почали направляти значні суми двосторонньої допомоги через проекти МСОП. Управління цими проектами в основному здійснювалося персоналом МСОП, який часто працював у нових регіональних і національних офісах МСОП, створених по всьому світу. Це ознаменувало зміни всередині організації. Раніше волонтерські комісії були дуже впливовими, тепер Секретаріат та його співробітники почали відігравати більш домінуючу роль. У 1989 році IUCN переїхав в окрему будівлю в Гланді, неподалік від офісів, якими він ділився з WWF. Спочатку центр влади все ще зосереджувався на штаб-квартирі в Гланді, але регіональні офіси та регіональні групи членів поступово отримали більший вплив на операції.

У 1991 році МСОП (спільно з ЮНЕП і Всесвітнім фондом дикої природи) опублікували книгу «Турбота про Землю», наступницю Всесвітньої стратегії охорони природи. Соціальні

аспекти збереження тепер були інтегровані в роботу МСОП; на Генеральній Асамблеї в 1994 році місію МСОП було перетворено до її поточного формулювання, щоб включити справедливе та екологічне використання природних ресурсів. З моменту створення МСОП у 1948 році члени МСОП прийняли понад 300 резолюцій, які включають або зосереджуються на бізнес-діяльності.

Підвищена увага до сталого розвитку як засобу захисту природи наблизила МСОП до корпоративного сектору. Члени відмовилися від цього, але МСОП таки налагодив партнерство зі Всесвітньою діловою радою сталого розвитку. У грудні 2015 року IUCN продовжив багаторічний Меморандум про взаєморозуміння (MOU) з WBCSD. У 1996 році, після десятиліть пошуку вирішення конкретних бізнес-проблем, члени МСОП попросили комплексний підхід до залучення бізнес-сектору. Резолюція 1.81 Всесвітнього конгресу з охорони природи МСОП, що відбувся того року, «закликала членів МСОП та Генерального директора, виходячи з необхідності впливати на політику приватного сектору на підтримку Місії МСОП, розширити діалог і продуктивні відносини з приватним сектором і знайти нові способи взаємодії з представниками бізнес-спільноти».

Глобальна програма бізнесу та біорізноманіття МСОП (BBP) була створена в 2003 році для впливу та підтримки приватних партнерів у вирішенні екологічних і соціальних проблем.[10] У 2004 році була розроблена перша Стратегія залучення приватного сектора МСОП (у відповідь на Рішення Ради C/58/41). Найбільш помітним у Програмі «Бізнес і біорізноманіття» є п'ятирічна співпраця МСОП, розпочата з енергетичною компанією Shell International у 2007 році.

МСОП бере участь у мінімальному споживанні енергії та будівництві з нульовим викидом вуглецю з 2005 року шляхом інтеграції енергозберігаючих матеріалів, розроблених Жаном-Люком Сандосом слідом за Юліусом Наттерером.

Сьогодні Програма «Бізнес і біорізноманіття» продовжує встановлювати стратегічний напрямок, координувати загальний підхід МСОП і забезпечувати інституційне забезпечення якості в усіх бізнес-заходах. Програма забезпечує реалізацію стратегії залучення бізнесу через глобальні тематичні та регіональні програми МСОП, а також допомагає керувати роботою шести комісій МСОП.

Природоорієнтовані рішення (NbS) використовують екосистеми та послуги, які вони надають, для вирішення суспільних проблем, таких як зміна клімату, продовольча безпека або стихійні лиха. Поява концепції NbS у науках про навколишнє середовище та контексті охорони природи відбулася, коли міжнародні організації, такі як МСОП та Світовий банк, шукали рішення для роботи з екосистемами, а не покладалися на звичайні інженерні втручання (такі як дамба), щоб адаптуватися до та пом'якшення наслідків зміни клімату, одночасно покращуючи стійкі засоби до існування та захищаючи природні екосистеми та біорізноманіття. На Всесвітньому конгресі охорони природи МСОП у 2016 році члени МСОП домовилися про її визначення.

Протягом останніх десятиліть МСОП вийшов за межі природоохоронної екології та тепер включає питання, пов'язані зі сталим розвитком, у свої проекти. Сам МСОП не має на меті мобілізувати громадськість на підтримку збереження природи. Він намагається впливати на дії урядів, бізнесу та інших зацікавлених сторін, надаючи інформацію та консультації, а також шляхом побудови партнерства. Організація найбільш відома широкій громадськості завдяки складанню та публікації Червоного списку видів, що знаходяться під загрозою МСОП, який оцінює статус збереження видів у всьому світі

Членами МСОП є понад 1400 урядових і неурядових організацій. У роботі комісій МСОП на громадських засадах беруть участь близько 16 тис. учених і експертів. У ньому працює понад 900 штатних співробітників у понад 50 країнах. Його штаб-квартира знаходиться в Гланді, Швейцарія.

МСОП має статус спостерігача та консультативного статусу в Організації Об'єднаних Націй і відіграє важливу роль у виконанні кількох міжнародних конвенцій щодо збереження природи та біорізноманіття. Він брав участь у створенні Всесвітнього фонду природи та Всесвітнього центру моніторингу охорони природи. У минулому МСОП критикували за те, що він ставив інтереси природи вище інтересів корінних народів. В останні роки його більш тісні стосунки з бізнес-сектором викликали суперечки.

Деякі міжнародні організації діють в межах більш вузького кола питань. Наприклад, ВМО – Всесвітня метеорологічна організація (World Meteorological Organization (WMO)). Вона є спеціалізованою установою ООН, відповідальною за сприяння міжнародній співпраці в галузі атмосферних наук, кліматології, гідрології та геофізики. ВМО виникла з Міжнародної метеорологічної організації, неурядової організації, заснованої в 1873 році як форум для обміну даними про погоду та досліджень. Пропозиції щодо реформування статусу та структури ІМО завершилися Всесвітньою метеорологічною конвенцією 1947 року, яка офіційно заснувала Всесвітню метеорологічну організацію. Конвенція набула чинності 23 березня 1950 року, а наступного року ВМО почала роботу як міжурядова організація в системі ООН. ВМО складається з 193 країн і територій і сприяє «вільному та необмеженому» обміну даними, інформацією та дослідженнями між відповідними метеорологічними та гідрологічними установами своїх членів. Він також співпрацює з неурядовими партнерами та іншими міжнародними організаціями з питань, пов'язаних із захистом навколишнього середовища, зміною клімату, управлінням ресурсами та соціально-економічним розвитком. ВМО зі штаб-квартирою в Женеві, Швейцарія, керується Всесвітнім метеорологічним конгресом, що складається з держав-членів, який збирається кожні чотири роки для визначення політики та пріоритетів. Конгрес очолює Виконавча рада на чолі з Президентом, яким зараз є Герхард Адріан з Німеччини. Ця організація відповідальна за глобальний екологічний моніторинг атмосфери.

У діяльності більшості міжнародних організацій є елементи пов'язані із природоохоронною діяльністю. Наприклад: ЮНІСЕФ – Всесвітній дитячий фонд ООН, що приділяє увагу неформальній екологічній освіті та вихованню дітей і молоді ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я – приділяє увагу інформації населення про стан життєвого середовища, надає медичну допомогу країнам, що терплять лихо. ФАО — федерація з проблем харчування та сільського господарства; ЕСКАТО – Економічна й соціальна комісія для Азії й Тихого океану.

Кожен географічно-політичний регіон має свій набір організацій та програм. Наприклад, Управління з питань навколишнього середовища, житла та землекористування Європейської економічної комісії (ЄЕК) має секретаріати таких конвенцій:

- Конвенція про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті (Конвенція Еспоо) від 25 лютого 1991р.;
- Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані від 9 листопада 1979р.;
- Конвенція з охорони та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер від 17 березня 1992р.;
- Конвенція про транскордонний вплив промислових аварій від 17 березня 1992р.;
- Орхуська конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля від 25 червня 1998р.

**9.5.1. Оселищна концепція.** Комплексна система охорони навколишнього середовища було об'єднана в оселищній концепції. Вона відобразила перехід екологічності від видового рівня охорони природи до екосистемного. Вона зафіксована в документі під назвою Оселищна директива (The Habitats Directive). Директива про середовище існування (офіційно відома як Директива Ради 92/43/ЄЕС про збереження природних середовищ існування та дикої фауни та флори) — це директива, прийнята Європейським Співтовариством у 1992 році як відповідь на Бернську конвенцію. Наступного року Європейське співтовариство було перетворено на Європейський Союз, але директива все ще визнається.

Директива про середовище існування вимагає від національних урядів визначати території, які, як очікується, забезпечуватимуть збереження видів флори та фауни. Це призвело до створення мережі охоронюваних територій по всьому ЄС разом із «особливими заповідними територіями», які разом із існуючими особливими охоронними територіями стали так званою мережею Natura 2000, створеною для захисту видів і середовищ існування. Ця директива є одним із основних стовпів системи охорони дикої природи та дикої природи Європейського Союзу, ще однією є Директива про птахів. Директиву про середовище існування разом із Директивою про птахів також називають «директивами про природу»

Директива про середовища існування складається з 24 законодавчих статей, яких повинні дотримуватися всі країни-члени. Стаття 17 директиви встановлює умови та стандарти для звітності щодо середовищ існування та видів, перелічених у додатках, окремими країнами-членами ЄС. Вона передбачає звіт кожної країни-члена про стан природи кожні шість років. Перші попередні звіти повинні були бути надані в 2001 році (але опубліковані лише в 2004 році), перші фактичні оцінки повинні були бути надані в 2007 році (опубліковано в 2009 році), друга в 2013 році (опублікована в 2015 році) і третя пакет звітів про оцінку мав бути наданий у 2019 році (опубліковано у 2020 році). Оцінки природоохоронного статусу помітно відрізняються від оцінок Червоного списку МСОП. Метою у випадку природоохоронного статусу ЄС є оцінка відстані від визначеної сприятливої ситуації, на відміну від відстані від зникнення. Існує три класи природоохоронного статусу: сприятливий (FV), несприятливий-неадекватний (U1) і несприятливий-поганий (U2).

Додатки до Оселищної директиви описують охоронювані оселища та види:

Додаток I охоплює середовища існування,

Види Додатку II, які вимагають визначення особливих охоронних територій,

Види Додатку IV, які потребують суворої охорони, і

Види Додатку V, у яких країни-члени можуть самі вирішувати, як керувати популяцією.

**9.5.2. Створення пан'європейських екомережі (Смарагдова мережа).** Для реалізації оселищної директиви необхідно було організувати новий тип територій із особливим природоохоронним статусом. Вони складаються із ядер біорізноманіття, буферних зон навколо них та територій, які їх об'єднують в єдину пан'європейську екомережу. Одним із мереживних проєктів є мережа Emerald або Смарагдова мережа. Це мережа територій особливого природоохоронного інтересу для збереження дикої флори і фауни та їх природних середовищ існування в Європі, яка була започаткована в 1989 році Радою Європи в рамках її роботи в рамках Бернської конвенції про збереження дикої природи в Європі та природних середовищ існування, які набули чинності 1 червня 1982 р. Він має бути створений у кожній Договірній стороні або державі-спостерігачі за Конвенцією.

Бернську конвенцію підписали 46 держав-членів Ради Європи, а також Європейський Союз, Монако, Буркіна-Фасо, Марокко, Туніс і Сенегал. Алжир, Білорусь, Боснія і Герцеговина, Кабо-Верде, Ватикан, Сан-Марино та Росія є серед тих, хто не підписав, але мають статус спостерігача на засіданнях комітету. Європейський Союз як такий також є Договірною стороною Бернської конвенції. Для того, щоб виконати свої зобов'язання, що випливають з конвенції, зокрема щодо захисту середовища існування, у 1992 році вона випустила Директиву про середовище існування, а згодом створила мережу Natura 2000. Розвиток Смарагдової мережі в Африці розпочато з реалізації пілотних проєктів у Буркіна-Фасо, Сенегалі та Марокко (наразі триває). Смарагдову мережу можна також запустити в Тунісі на прохання національної влади.

Екологічна мережа – це відображення біотичних взаємодій в екосистемі, в якій види (вузли) поєднані попарними взаємодіями (ланками). Ці взаємодії можуть бути трофічними або симбіотичними. Екологічні мережі використовуються для опису та порівняння структур реальних екосистем, тоді як мережеві моделі використовуються для дослідження впливу структури мережі на такі властивості, як стабільність екосистеми.

Історично склалося так, що дослідження екологічних мереж розвивалися на основі описів трофічних зв'язків у водних харчових мережах; проте нещодавня робота розширилася, щоб розглянути інші харчові мережі, а також мережі мутуалістів. Результати цієї роботи дозволили виявити кілька важливих властивостей екомереж.

Складність (щільність зв'язків): середня кількість зв'язків на вид. Пояснення спостережуваних високих рівнів складності в екосистемах було однією з головних проблем і мотивів для аналізу екологічних мереж, оскільки рання теорія передбачала, що складність повинна призвести до нестабільності.

Зв'язок: частка можливих зв'язків між видами, які реалізуються. У харчових мережах рівень зв'язку пов'язаний із статистичним розподілом зв'язків за видами. Розподіл зв'язків змінюється від (часткового) степеневого до експоненціального до рівномірного зі збільшенням

рівня зв'язку. Спостережувані значення зв'язку в емпіричних харчових мережах, здається, обмежуються мінливістю фізичного середовища типом середовища існування, що відображатиметься на широті раціону організмів, що визначається оптимальною поведінкою пошуку їжі. Зрештою, це пов'язує структуру цих екологічних мереж із поведінкою окремих організмів.

Розподіл за ступенем: розподіл за ступенем екологічної мережі є кумулятивним розподілом кількості зв'язків, які має кожен вид. Було виявлено, що розподіли ступенів харчових мереж демонструють однакову універсальну функціональну форму. Розподіл ступенів можна розділити на дві складові частини: зв'язки зі здобиччю виду (він же ступінь) і зв'язки з хижаками виду (він же ступінь). Обидва розподілу ступеня і ступеня відображають свої власні універсальні функціональні форми. Оскільки відбувається швидший розпад розподілу за ступенем, ніж розподіл за ступенем, ми можемо очікувати, що в середньому в харчовій мережі вид матиме більше внутрішніх зв'язків, ніж зовнішніх зв'язків.

Кластеризація: частка видів, які безпосередньо пов'язані з основним видом. Фокусний вид у середині кластера може бути основним видом, і його втрата може мати серйозні наслідки для мережі.

Компартменталізація: поділ мережі на відносно незалежні підмережі. Було виявлено, що деякі екологічні мережі поділені на компартменти за розміром тіла і просторовим розташуванням. Існують також докази, які свідчать про те, що компартменталізація в харчових мережах, мабуть, є результатом моделей суміжності дієти видів і адаптивного пошуку їжі

Вкладеність: ступінь, до якого види з невеликою кількістю зв'язків мають підмножину зв'язків інших видів, а не інший набір зв'язків. У дуже вкладених мережах гільдії видів, які поділяють екологічну нішу, містять як загальних (види з багатьма зв'язками), так і спеціалістів (види з невеликою кількістю зв'язків, усі спільні з загальними). У мутуалістичних мережах вкладеність часто асиметрична, з фахівцями однієї гільдії, пов'язаними з загальними фахівцями партнерської гільдії. Рівень вкладеності визначається не особливостями виду, а загальними характеристиками мережі (наприклад, розміром мережі та з'єднанням) і може бути передбачений за допомогою динамічної адаптивної моделі з переналаштуванням видів, щоб максимізувати індивідуальну придатність або придатність усієї спільноти.

Внутрішньоблочна вкладеність: Деякі екологічні мережі, також звані складними структурами, поєднують компартменталізацію у великих мережевих масштабах із вкладеністю всередині компартментів.

Мережевий мотив: Мотиви — це унікальні підграфи, що складаються з  $n$  вузлів, вбудованих у мережу. Наприклад, існує тринадцять унікальних мотивних структур, що містять три види, деякі з них відповідають знайомим модулям взаємодії, які вивчають популяційні екологи, таким як харчові ланцюги, очевидна конкуренція або внутрішньогільдійне хижацтво. Дослідження, що вивчають структуру мотивів екологічних мереж, досліджуючи моделі недостатнього/надмірного представлення певних мотивів порівняно з випадковим графіком, виявили, що харчові мережі мають особливі структури мотивів.

Трофічна когерентність: Тенденція видів спеціалізуватися на певних трофічних рівнях призводить до того, що харчові мережі демонструють значний ступінь порядку у своїй трофічній структурі, відомий як трофічна когерентність, що, у свою чергу, має важливий вплив на такі властивості, як стабільність і поширеність циклів.

Крім міжнародних екомереж кожна країна має свої національні екомережі а кожен регіон — регіональні. Наприклад, північчю України пролягає частина Панєвропейської екомережі — Поліський широтний коридор. На території нашої держави він розгалужується і створює Екомережу України. Разом із тим, у кожній адміністративній області він створює регіональні розгалуження (наприклад, Житомирську регіональну екомережу). Національна екомережа і регіональні, на відміну від міжнародних, пов'язані не із характеристиками природного середовища а із підходами до адміністрування. І національні і регіональні екомережі формуються із логіки системи управління охороною природи.

## 10. СУЧАСНА ЕКОЛОГІЯ

### 10.1. Вектори розвитку екологічної науки в XXI столітті.

Екологічна наука XXI століття розвивається під двома фундаментальними впливами – зростання практичного значення екології та природний розвиток науки. Тут слід зазначити, що мова йде не про екологічні знання як такі, а саме про науку із усіма її формальними атрибутами. Екологічні знання або те, що ними називають вийшовши за рамки класичної науки рухаються в різних напрямках. Вони стають частиною політики, маркетингу ти стають релігійними культами. Наприкінці XX століття екологічні проблеми використовувалися як інструмент холодної війни. Прорадянський блок звинувачував саме капіталізм (приватну власність), а не зростаючі потреби людства в настанні кризи довкілля. Незважаючи на те, що заяви радянських пропагандистів і їхніх маріонеток й сателітів у світі були неправдивими і лицемірними, на початку XXI століття неформальний екологічний рух є лівацьким. Ніхто не зважає на те, що в країнах соціалістичного табору шкода довкіллю завдавалася без усяких сумнівів та мук совісті. Соціалізм побудований на тому, що заради ідеї можна жертвувати будь чим. Наслідки радянської індустріалізації завдали такої шкоди природи, що й до сьогодні ми не можемо їх подолати. Однак, ліва ідея в так званому екологічному руслі починає домінувати, регулярно демонструючи свої лицемірну сутність. Наприклад, юна розкручена «екоактивістка» подорожує через Атлантику для виступу в ООН на надзвичайно дорогій недоступній більшості людей «екологічній» яхті, а команда цієї яхти робить перельоти через океан замінюючи одна одну. Таким чином, замість однієї людини, яка летить літаком, четверо людей зробило перельоти у різні боки, щоб її доставити на інше узбережжя. Ліва ідея не лише помилкова в основі. Причина цьому в недієздатності гегелівського детермінізму історії та марксистських уявленнях про «золотий вік». Ховаючи свої невдачі, реалізатори лівої ідеї створюють потворні тоталітарні системи із жорстким контролем громадянських свобод і споживацьким ставленням до природних ресурсів та довкілля.

Однак, ці соціальні зміни лише частково торкаються класичної науки. Це пов'язано із підходами до фінансування науки. Що приватні грантодавці, що державні фонди набагато легше виділяють кошти на популярні, розкручені теми ніж на ті, які вчені екологи вважають важливими та актуальними. Наприклад, коли ми говоримо про проблему забруднення, то тематика поліетилену надає заявці перевагу, хоча його вплив на довкілля у рази нижчий за багато інших видів забруднень. І звичайно, безпрограшним є питання зміни клімату. Додавши його до будь якої екологічної тематики, різко підвищуєш шанси на вигреш фінансування. Наприклад, те саме учнівське дослідження прируслових вільхових лісів в традиційній формі було оцінене конкурсною комісією на рівні 2-го місця в області. Коли до нього було додано згадки про зміни клімату, то це закінчилося першим місцем на аналогічному національному турнірі, третім місцем на всесвітньому і особливою відзнакою (за оригінальні методи дослідження клімату) від Американського метеорологічного товариства (American Meteorological Society, AMS). При цьому, суть дослідження не змінилася. Додалася лише проекція на зміни клімату. Отже, щоб мати стабільне фінансування потрібно слідувати модному тренду і корегувати свої висновки. Це є одним із факторів, які гальмують розвиток екологічної науки.

Прикладом може бути скандал, який розгорівся у листопаді 2009 року. Із комп'ютерів провідної установи з обробки даних про зміни клімату британського наукового центру University of East Anglia's Climatic Research Unit (CRU) було вкрадено тисячі електронних листів та документів. Із цих матеріалів стало відомо про не однаковість в науковому світі щодо темпів і причин змін клімату, що є нормальною і необхідною науковою дискусією. Але, головний удар було завдано після оприлюднення інформації про те що дані кліматичної моделі були під кореговані. Адже, в наш час ми отримуємо інформацію про температуру планети із десятків супутників та тисяч метеорологічних станцій. Ще півстоліття тому супутників не було взагалі а кількість метеостанцій була набагато нижча. Три століття тому вимірювання температури були одиночними ексклюзивними експериментами. Про ще більш давні температури ми дізнаємося

опосередкованими методами керни льоду і гірських порід, кільця на деревах, тощо. Дані отримані різним способом із різної кількості точок різняться. Об'єднання їх в одну модель природно викличе значну критику. Тому, ідея ще й під корегувати ці дані щоб «хокейна ключка Манна-Гора» виглядала більш загрозливою і переконливою завдала удару по репутації тих, хто готує рішення щодо запобігання кліматичної катастрофи. Постраждали автори гіпотези антропогенного впливу на клімат професор метеорології доктор Майкл Манн, директор CRU Філіп Джонс і його колега Кіт Бріффа. Це вплинуло і на ті політичні чи міжнародні організації, які послуговувалися їхніми консультаціями. Однак, через півтора десятиліття після інциденту згадки про клімат в грантових заявках все ще дають екологам часто невиправдану перевагу.

Якби там не було, прикладний аспект в екологічних дослідженнях переважає. Зважаючи на нерозв'язаність фундаментальних екологічних задач, на відсутність багатьох теорій та методологій моделювання екологічних процесів ми маємо багато ризиків практичної діяльності не підкріпленої теоретичними основами. Це як намагатися запустити «Вояджер 2», не знаючи навіть трьох законів Ньютона. Багато «екологічних» проектів зазнають провалів, але ми про них не згадуємо. Зникнення видів у Поліському природному заповіднику, численні провали відновлення екосистем в США та Австралії, невдалі проекти із насадження лісів, шкода для довкілля через спроби його покращити – це все наслідки того, що екологічними теоріями було знехтувані або вони ще не були знайдені. Наприклад, лабораторія «Теорії екосистем» (лабораторія Екосистемологічного моніторингу стану довкілля до 2017 року) отримала за часи свого існування фінансування на 1 тему із фундаментальних екологічних досліджень, але кожного року вона має 1-2 міжнародних гранти і десятки наукових консультацій із прикладних проектів.

Прикладні дослідження сучасної екології мають кілька основних напрямків:

- 1) створення природоохоронних територій та дослідження раритетної біоти;
- 2) визначення впливу антропогенної діяльності на довкілля; 3) відновлення екосистем після порушень;
- 4) розв'язання найпоширеніших проблем людства. Теоретичні дослідження пов'язані із дослідженням енергообігу екосистем (термодинаміки екосистем), класифікацією екосистем, моделюванням динаміки екосистем.

Екологія чи не єдиний із розділів біології, який намагається пройти шлях від описової науки до рівня на якому в XX столітті опинилася фізика. Тобто, має відбутися перехід від опису явищ (у нашому випадку – зв'язків між біотою і довкіллям), до виведення теорій (узагальнених закономірностей цих зв'язків), до виведення теорій із математичних моделей і до об'єднання усіх теорій в єдину екологічну теорію.

## 10.2. Перспективні напрямки екології майбутнього

Передбачити розвиток науки і технологій дуже не просто. Переконатися в цьому дуже просто, варто подивитися кілька науково-фантастичних фільмів чи прочитати кілька книг цього жанру. Дехто звичайно стверджує, що в окремих письменників дуже високий відсоток передбачень, які збулися. Але це дещо не чесне твердження. Наприклад, передбачення Жуль Верна. Насправді те, що він описував в своїх творах вже існувало в його час, і в теорії, і в натурі. Потрібно бути лише більш уважним дослідником історії науки і техніки. В 19 столітті вже багато чого було із того, що використовувалося пізніше і було описане в книгах Жуль Верна. В ті часи були сонячні батареї і п'єзокристали, підводні човни і проекти польотів на ракетах. Однак, ніхто із письменників фантастів навіть другої половини XX століття не передбачив розвитку наших інформаційних технологій. І це серйозний прорахунок. Адже, саме обмін інформацією і схильність замінити реальний світ віртуальним є однією із найбільш характерних рис людини. Однак, можливості звичайних теперішніх мобільних телефонів перевищують те, що вмють робити комунікатори описаного фантастами далекого майбутнього. З іншого боку, розвиток технологій космічних подорожей у нас відстає від більшості письменницьких прогнозів. Усе це пояснюється просто – вкладати в розбудову віртуального світу простіше і вигідніше ніж в розширення свого

реального світу. Політики і комерсанти зробили більш вигідну для себе але стратегічно небезпечну інвестицію.

Розвиток екології в майбутньому розвиватиметься в цих двох напрямках – віртуальному і космічному. З одного боку, використання штучного інтелекту та нейромереж покращить процес моделювання і прогнозування змін в довкіллі. Вдосконалиться до прийняттого рівня машинна можливість розпізнавати та описувати екосистеми без втручання людини. Це буде робитися як за допомогою роз шифровки супутникових знімків так і за допомогою портативних приладів із поверхні землі. А штучний інтелект допомагатиме не лише будувати моделі, а й перевіряти їхню ефективність, що дозволить покращити алгоритми відновлення екосистем, вдосконалить і зробить більш ефективним вибір заходів охорони природи та більш точним прогноз наслідків впливу людської діяльності на довкілля.

Другим напрямком майбутнього стає астроекологія. Астроекологія – це розділ екології, який досліджує та моделює систему взаємодії між надорганізованими біосистемами та їхнім середовищем незалежно від їхнього знаходження в космічному просторі. Об'єктом дослідження астроекології є біосистеми надорганізованого рівня організації розміщені як на планеті Земля так і за її межами. Предметом дослідження астроекології є загальні характеристики зв'язків біосистем із навколишнім середовищем та закономірності формування і функціонування екологічних систем, незалежно від планети, на якій вони розміщені, а також вплив поза планетних факторів на формування, еволюцію та функціонування життя.

Метою астроекології є вивчення загальних екологічних законів необмежених біосферою окремої планети та впливу поза планетних факторів на біосфери. У зв'язку із метою на сьогодні перед астроекологією стоять такі завдання:

- 1) Виокремлення із теоретичного багажу екологічної науки теорій та законів, не прив'язаних виключно до планети Земля.
- 2) Об'єднання екологічних законів в єдину систему, що подається у вигляді єдиної математичної моделі.
- 3) Моделювання процесів виникнення, розвитку та формування життя в космічному просторі.
- 4) Розробка алгоритмів пошуку життя за межами планети Земля
- 5) Вивчення впливу космічних факторів на біосферу
- 6) Розробка алгоритмів космічної експансії, колонізації позаземного простору та тераформінгу.
- 7) Розробка протоколів безпеки та етичних принципів адаптації земних істот до космічного простору, в тому числі під час контакту із поза планетним життям.

Певною мірою, традиційна екологія є частиною астроекології, а не навпаки, тому що вона проводить дослідження лише в межах однієї планети. В майбутньому, коли нами будуть досліджені екологічні системи за межами нашої планети, то астроекологія розділиться на дві частини – загальну або теоретичну екологію і часткову астроекологію. Перша включатиме в себе об'єднані в єдину математичну модель екологічні закони, що стосуватимуться усіх заселених планет. Друга вивчатиме зв'язок біоти із поза планетними факторами. В останньому випадку мова йтиме про вплив поза планетних факторів на біосфери, вплив космічного простору на біоту поза межами планети зокрема про особливості та ймовірність панспермії, формування протожиття в космічному просторі та моделі ймовірного виникнення життя на планетах із різними умовами середовища.

Структура загальної теоретичної астроекології дублює диференціацію класичної екології за ієрархічністю біосистем (рис. 36). Вона включає в себе астроаутекологію (особини), астродемекологію (популяції), астробіоценологію (угруповання), астроекосистемологію (екосистеми) та біосферологію (біосфери). Окрема астроекологія має не таку чітко організовану структуру. Вона включає в себе екологію космічного простору, що вивчає впливи космічних об'єктів на біоту планет та позапланетного простору, екологію панспермії та екологію виникнення життя чи біогенних речовин на різних космічних об'єктах.



Найбільш різноманітні розділи має прикладна астроекологія. Тут присутні дисципліни, які актуальні вже у наш час. Серед них астроекологічний моніторинг який включає в себе спостереження за заселеними планетами із орбіти та за об'єктами які мають на них безпосередній вплив. Наприклад, моніторинг «сонячної погоди». Ще однією активною прикладною дисципліною є питання екологічної безпеки космічних польотів. Вона включає в себе як безпеку для пасажирів космічних кораблів так і безпечність польотів для довкілля населених планет. Близькою до неї є екологія позаземних поселень. У наш час мова іде виключно про орбітальні станції, але в найближчій перспективі і про поселення на Місяці, Марсі та інших об'єктах.

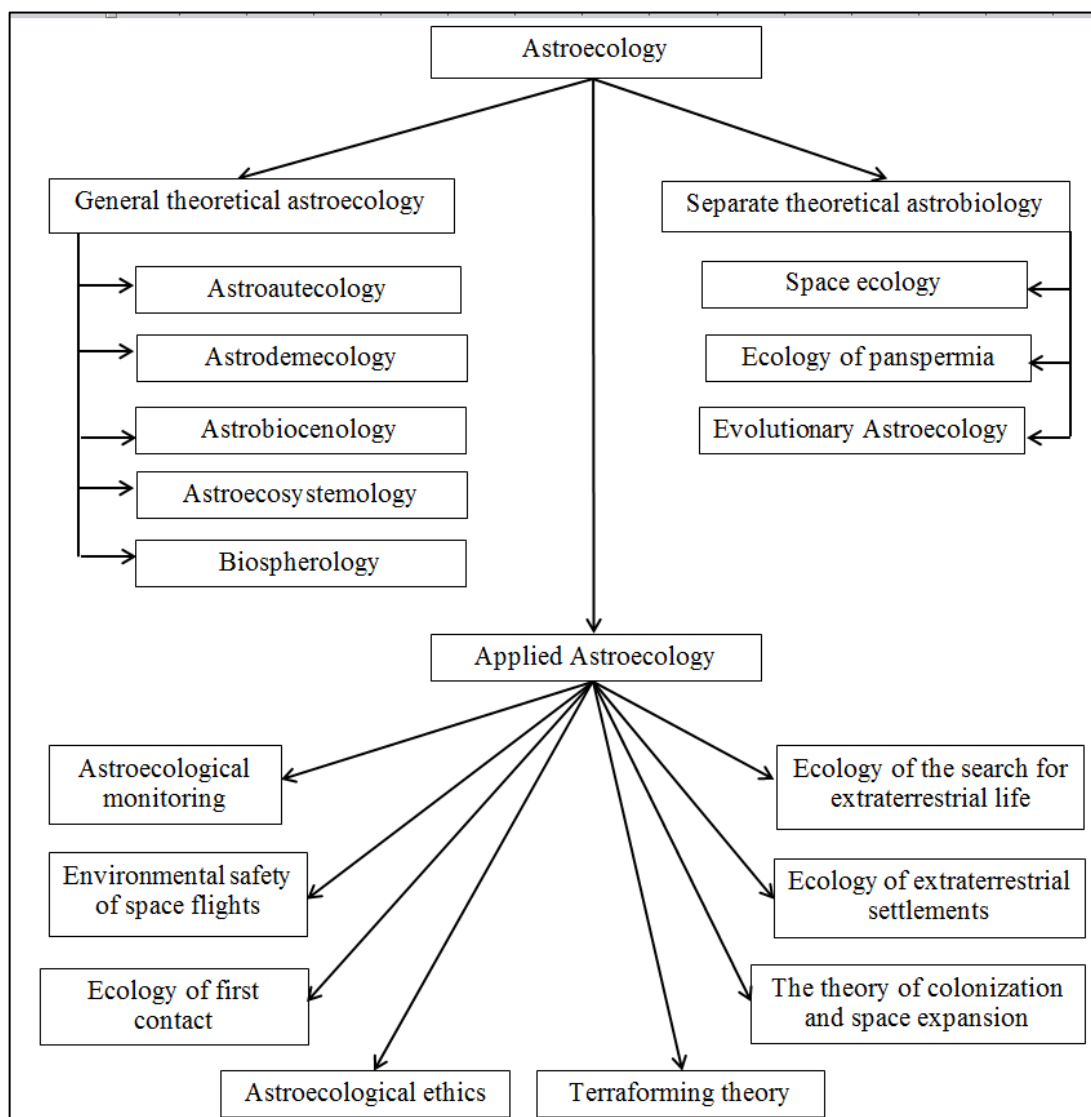


Рис. 36. Структура астроекології.

Дещо проміжний стан між сучасністю та майбутнім є екологія пошуків позаземного життя. З одного боку, ці пошуки ведуться протягом тривалого часу але без жодного популярного результату. Багато здійснених та планованих міжпланетних місій та орбітальних запусків дослідницьких інструментів включають в себе такі задачі. З іншого боку, до моменту першої знахідки ці пошуки є лише випробуваннями нашої чергової теоретичної конструкції в умовах наших обмежених технічних та фінансових можливостей.

Прикладні астроекологічні дисципліни направлені в майбутнє це теорія колонізації та космічної експансії, теорія тератрансформінгу, астроекологічної етики, в тому числі екології першого контакту. Щодо останньої дисципліни, то вже сьогодні під час здійснення місій на об'єкти перспективно заселені біотою ми маємо прораховувати певні ризики для її біоти.

## 11. ЕКОЛОГІЯ СУЧАСНОЇ УКРАЇНИ

### 11.1. Українські вчені в історії світової екології

Українська екологія була і є невідривною частиною світової екологічної науки. Тут не лише спостерігаються відголоски діяльності світових екологічних шкіл чи розробки фундаментальних екологічних теорій, а й виникнення цих шкіл і формування цих теорій. При цьому, на відміну від інших країн чи міжнародних регіонів в Україні історично оформилося декілька внутрішніх екологічних шкіл.

**11.1.1. Київська школа.** Природно, що в столиці України було сконцентровано найбільше видатних екологів нашого часу. Вони пов'язані як академічними установами (Інститут ботаніки імені М.Г.Холодного, Інститут зоології імені Шмальгаузена, Інститут еволюційної екології, Інститут агроекології і природокористування та інші) та університетами (Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка Національний університет Київ-Могилянська Академія, тощо).

Одним із найбільш впливових центрів є Інститут ботаніки НАН України, зокрема, його відділ екології та геоботаніки, утворений в результаті злиття відділів екології фітосистем та геоботаніки. Екологічна наука сучасності в рамках цього інституту пов'язана із прізвищами Я.П.Дідуха, Т.Л.Андрієнко, А.А. Куземко, Д.В. Дубини, П.М.Устименко, Т.В. Фіцайло.

Яків Петрович Дідух видатний еколог та ботанік, доктор біологічних наук (1988), професор (1999), академік НАН України (2018). Яків Петрович народився 7 травня 1948 року у селі Городок Рівненської області. У 1972 році закінчив Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка, при цьому в період із 1966 до 1970 років продовжував працювати у Рівненському краєзнавчому музеї. Із 1973 року починає працювати в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Із 1988 року завідувач відділу екології фітосистем. У період із 2003 по 2008 роки був директором інституту. Яків Петрович найбільш відомий в галузі екології рослин, флористики, геоботаніки, охорони рослинного світу. Він розробив низку нових підходів та методів для вирішення широкого кола гостродискусійних проблем, а саме: районування, класифікації, картування, динаміки, еволюції рослинного покриву, що розглядаються крізь призму впливу екологічних факторів. Центральне місце у його дослідженнях займають розробки теоретичних засідок, оригінальних методів біоіндикації, створення на цій основі екологічних шкал для видів флори України, що знаменувало формування нового напрямку – синфітоіндикації. Останнє десятиліття він цікавиться проблемами еволюції рослинного покриву на засадах термодинаміки. Ним аргументовано та розвинуто теорію витіснення реліктів, сформульовано положення щодо визначення вектору синеволуції енергетичним потенціалом біоценозу, спрямованим на удосконалення механізмів накопичення та перетворення енергії, зменшення ентропії через адаптивні властивості видів. Значне увагу приділяє проблемам класифікації рослинності та біотопів та питанням їх охорони. Є автором понад 500 наукових праць, у т.ч. 27 монографій.

Яків Петрович Дідух віце-президент Українського ботанічного товариства, заступник голови наукових рад з проблем ботаніки та мікології та проблем лісівництва та лісознавства, член Наукового комітету Національної ради з питань розвитку науки і технологій, Національного комітету України з програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера», секції енергетики та екології Комітету з державних премій України з галузі науки і техніки, редколегії “Українського ботанічного журналу”, журналів “Dendrobiology” (Польща) та “Biodiversity”, Національної комісії з питань Червоної книги України, викладає у НАУКМу. Лауреат державної премії України у галузі науки і техніки (2014) та премії НАН України ім. М.Г. Холодного (1994). Академік Української екологічної (з 1994) та Нью-Йоркської (з 1996) Академії наук

Тетяна Леонідівна Андрієнко народилася 27 грудня 1938 р. у місті Льгові Курської області. Вона навчалася на кафедрі вищих рослин у Київському держуніверситеті разом з такими ботаніками Л.В. Смиком та В.А. Нечитайло. Тут Тетяна Леонідівна знайомиться із Єлизаветою Модестівною Брадєс – видатним екологом болото знавцем. З Єлизаветою Модестівною у 1960 – 1975 роках Тетяна Леонідівна брала участь в багатьох експедиціях. Із 1961 року вона почала

працювати у відділі геоботаніки Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного АН УРСР. Її любов до болотних екосистем зберігалася протягом усього життя. Під час нашої спільної роботи на Волині вона сказала мені таку фразу: «Ми навчимо тебе любити болота». І маю визнати їй це вдалося.

Чимало часу вона приділяла питанням охорони природи. Завдяки її зусиллям було створено багато об'єктів природно-заповідного фонду та внесено до Червоної книги України багато видів. Вона була одна із перших хто піднімав питання про створення національного парку на території Словечансько-Овруцького кряжу.

У 1991 р., коли група колег, які працювали з Т.Л. Андрієнко, виділилися спочатку в наукову групу в рамках відділу екології фітосистем, а далі в Міжвідомчу комплексну лабораторію наукових основ заповідної справи НАН України та Мінприроди. Згодом, крім керівника, у лабораторії працювали такі основні виконавці, як М.Л. Клестов, В.А. Онищенко, О.І. Прядко, Р.Я. Арап, О.Л. Андрієвська. Лабораторія широко співпрацювала з колегами по заповідній справі – ботаніками та зоологами. У 1992 р. Т.Л. Андрієнко захистила докторську дисертацію на тему «Рослинність Українського Полісся – територіальний розподіл, динаміка, охорона».

Київська екологічна школа впроваджує класифікацію екосистем за ознаками рослинності, виділеної за принципами Браун-Бланке із розробкою принципів охорони біотопів. Також, вона займається питаннями динаміки екосистем, антропогенної трансформації середовища, термодинаміки, синфітоіндикації та популяційної екології.

Часом спадковість і належність до певної школи визначити важко. Наприклад, на кафедрі екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка сплелися впливи кількох шкіл: від київської школи поширився вплив із Інституту ботаніки та Інституту зоології; від лісівничої через учня Погребняка Г.О.Корбута, від львівської школи через учнів Агнеси Полікарпівни Стадніченко та через співпрацю із інститутом екології Карпат, а від Франко-Швейцарської школи через метод класифікації рослинності.

**11.1.2. Львівська школа.** Львівська екологічна школа виникла в результаті поєднання робіт дослідників зоологів із Львівського національного університету та ботаніків Інституту екології Карпат НАН України. Він створений 22 жовтня 1991 р. на базі Львівського відділення Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Це відділення функціонувало від 1974 р. та було сформоване з відділу морфогенезу рослин Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України та відділів експериментальної екології, біогеоценології та охорони природних екосистем Державного природознавчого музею АН УРСР.

Найбільш видатним екологом і засновником екологічної школи є Михайло Андрійович Голубець – доктор біологічних наук (1970), професор (1978), академік НАНУ (1990). Він народився 30 жовтня 1930 року в селі Великий Любінь Львівської області. Закінчив Львівський сільськогосподарський інститут, де працював до 1962 року. Із 1962 по 1974 рік працював у Львівському державному природознавчому музеї. Із 1974 року керівник Львівського відділення Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного а із 1991 року директор Інституту екології карпат НАН України. Він проводив дослідження в галузі класифікація рослинності; висотна зональність рослин. покриву; генезис і систематика смереки європейської. Вивчав рівні організації живого, механізми саморегуляції, еволюції екосистем. Був авторитетним фахівцем в галузі екосистемології, лісознавства, біосферології та соціоекологія (геосоціосистемології). Михайло Андрійович автор першого в Україні підручника із екосистемології та активний амбасадор і лобіст цієї науки.

Із львівською екологічною школою пов'язані такі видатні вчені: К. Малиновський, М. П. Рудишин, С. Стойко, В. Коліщук, Л. Мілкіна, Ю. Чернобай, І. Козак, О. Демків, М. Козловський, Й. Царик, Г. Жилиєв, В. Кияк, Ю. Кобів та багато інших.

**11.1.3. Біогеоценозна південно-східна школа.** Деякі із університетів та наукових установ залишалися пов'язаними із радянським спадком. Наприклад, на півдні та сході України не визнаються екосистеми, як реальні природні об'єкти. Їх вважають лише популярними філософськими концепціями і досить критично ставляться до кожної роботи чи публікації, де використовуються. Дискусія про екосистеми і біогеоценози перестала бути актуальною ще в кінці 1960-их років. Її завершила фраза Лавренко Б. М. і Діліса М. В. (1968): «Біогеоценоз – це

екосистема в межах фітоценозу». Крім того, в загальноприйнятих роботах Ю.Одума, прийнятих у вісімдесятих на теренах Східного Союзу, дієздатність концепції екосистем була багаторазово доведена. Протівники екосистемної концепції говорять, що екосистемою може бути й крапля води, тому прикладного значення вона немає. Однак, краплина води не буде екосистемою. Адже, в ній не вмістяться усі компоненти необхідні для повноцінного функціонування цієї екосистеми. Тут мають бути повноцінні ценопопуляції продуцентів, консументів та редуцентів. Навіть, якщо їх представлятиме лише один вид

**11.1.4. Лісівнича школа.** В межах галузевих дослідницьких установ пов'язаних із лісівництвом та сільським господарством продовжує існувати лісівнича екологічна школа. Це, з одного боку, продовження традицій Морозова, Алексєєва та Погребняка а із іншого боку, це тенденції викликані прагматичними потребами галузі. Лісівнича школа досить консервативна щодо методів та теорій. Вони до сьогодні використовують типологію лісових екосистем та домінуючу класифікацію рослинності, які відкинуті більшістю сучасних світових екологічних шкіл. Тоді, коли класифікація Алексєєва-Погребняка має своє продовження в едафо-динамічній класифікації екосистем, то домінуюча класифікація рослинності виявилась повністю недієздатною.

Ще однією проблемою лісівничої екологічної школи є вперте невизнання проблеми зниження біорізноманіття через інвазії видів трансформерів. Незважаючи на величезний вал фактичного матеріалу та строгі теоретичні обґрунтування, екологи-лісівники не лише захищають насадження інвазійних видів та право на їхнє штучне оновлення, а й працюють в напрямі пошуку нових кандидатів на цю роль. Тут наукову реальність відсторонює гонитва за короткочасним економічним ефектом та небажання відійти від мічурінських принципів упокорення природи.

Поза межами цих двох проблем лісівнича екологія досягає чудових результатів в прикладних галузях екології. Наприклад, під час прогнозування динаміки лісових екосистем після пожеж чи інших катастрофічних впливів на них.

## **11.2. Перспективи української екологічної науки**

Сучасна українська екологія має найбільші перспективи в трьох галузях: екосистемологія, біоіндикація та моделювання стану довкілля. Найбільше число дослідників зосереджено на окремих прикладних темах або на питаннях аутоекології. Однак, якщо взяти до увагу суму індексів цитування чи рейтингові місця за цими рейтингами, то найбільш видатні і цитовані вчені лише частково задіяні в популярних темах. Вони є більше їхнім побічним продуктом. Наприклад, досліджуєш антропогенну трансформацію екосистем Словечансько-Овруцького кряжу і знаходиш вперше за 38 років орхідею Зозуліні черевички. Це відбувається після того як у 2005 році цей вид вважається зниклим на території області, а на території області північніше широти 50,65 градусів її ніколи не знаходили. Опис, цієї популяції, який є випадковим спостереженням, викликає інтерес в інших дослідників лиш на половину менший ніж основне дослідження і у два рази більший за нове продовження цього фундаментального дослідження.

Екосистемологія – це дуже різновекторна наука, яка вимагає добрий знань геоботаніки, математики, програмування, системного аналізу, геології, тощо. Така універсальність велика рідкість в підготовці майбутніх науковців, магістрантів та докторантів, в провідних екологічних центрах світу. Так сталося, що таких універсалів або енциклопедистів, досить багато в Україні. Саме тому українці виходять в топові позиції, щодо різних напрямків екосистемологічних досліджень. Якби не соціально-економічні умови в нашій державі та війна, яка триває вже дев'ятий рік, то вплив українських екосистемологів на світову науку був би, домінуючим. В екосистемології українці найкраще виявляють себе в напрямку класифікації екосистем, їхньої динаміки та антропогенної трансформації і звичайно термодинаміки. В майбутньому ці теоретичні напрацювання мають стати теоретичною основою для побудови алгоритмів багатьох прикладних екологічних проектів.

Одними із найбільш видатних досягнень української екологічної науки є розробки в галузі біоіндикації. Мова іде про розроблені Я.П. Дідухом та П.Г. Плютою (1994) уніфікована

фітоіндикаційна шкала та метод синфітоіндикації. Цим видатним науковцям та їхнім послідовникам вдалося розробити дуже точний та зручний метод для встановлення певних параметрів екотопу в межах природних екосистем. Крім цих параметрів у співпраці відділу екології фітосистем Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного та лабораторії теорії екосистем (на той момент лабораторія екосистемологічного моніторингу стану довкілля) Житомирського державного університету ім. І.Франка в 2007 році було розроблено метод синфітоіндикаційної оцінки антропогенної трансформації екосистем. В 2012 році до нього було додано синфітоіндикаційний показник природної динаміки екосистем. Таким чином, вперше у світі виникла можливість будувати моделі динаміки екосистем в умовах різного антропогенного впливу. Це стає ключовим елементом моделювання та прогнозування стану довкілля та визначення впливу на нього різних видів людської діяльності. Полігонами для перевірки таких моделей стали гірничі об'єкти та перелоги. Опосередковано, це дає можливість для розвитку астроекології. Це відбуватиметься не лише через широке використання GIS - технологій, а й через те, що алгоритми тераформінгу будуть аналогічними до алгоритмів відновлення природної рослинності на поверхні нашої планети.

Крім фундаментальних напрямків в перспективах української екології є декілька дрібних але оригінальних прикладних досліджень. Наприклад, новий підхід до ландшафтотерапії. Ландшафтотерапія – це метод психотерапії, який використовує адаптаційні механізми психіки людини під впливом на неї різних типів природного оточення (ландшафтів). Дослідження проведені лабораторією теорії екосистем та соціально-психологічним факультетом Житомирського державного університету імені Івана Франка виявили цікавий феномен. Вивчаючи впливи ландшафтів на психіку людини, було встановлено їхні можливості змінювати поведінку в залежності від подібності із «ідеальним первинним ландшафтом». Чим сильніше за певними параметрами ландшафт нагадував легко хвилясту прирічкову ділянку савани під час сезону дощів тим краще тут почувалася людина. Чим далі він відхилявся від «ідеального ландшафту» тим виразніше проявлялися його дезадаптаційні впливи. Для перевірки еволюційно-адаптаційної гіпотези, щодо впливу ландшафтів на психіку, було підібрано 4 групи підлітків. Три із них визначені шкільними психологами як соціально-дезадаптовані і четверта група контрольна. Коли учасників експерименту було розміщено в «ідеальному ландшафті» їхня поведінка вирівнювалася і багато дезадаптаційних проявів стихали або й зникали. Якщо навіть контрольну групу помістити в «неідеальний ландшафт», то вона почала проявляти ознаки дезадаптаційної поведінки. Це дозволяє планувати ландшафти населених пунктів і застосовувати їх із психотерапевтичною метою.

Усі фундаментальні та оригінальні прикладні екологічні дослідження в Україні знаходяться під великою загрозою. Ця проблема не виникла під час повномасштабного вторгнення і навіть не під час початку російсько-української війни. Причина занепаду проста – ні український виборець, ні його уповноважені представники не бажають підтримувати існування національної науки. Існує глибоке нерозуміння її важливості в житті сучасної цивілізації. У зв'язку із цим, фінансування скоротилося нижче критичної межі. В науці залишилися лише фанатики та пристосуванці. Працювати за половину мінімальної зарплатні в холодному неоплываному приміщенні, без оновлення приладів протягом десятиліть та без реактивів, погодиться не кожна молода людина. Тільки фанатики ентузіасти. А без молоді у науки немає майбутнього. Під час першої польової практики наші студенти пізнають незламні істини життя еколога дослідника. Одна із них – «еколога ноги годують». На жаль, зараз це не про роботу еколога, якому приходится багато бігати виконуючи свою роботу. Зараз це про те, що український науковець, і еколог в тому числі, якщо він хоч трохи здатен подолати мовний бар'єр та тиск ностальгії, перебирається за кордон. Наука реагує на ставлення до неї суспільства ногами.

Однак, екологія, більше за усі інші науки, учить нас не втрачати надію навіть у найскладніших ситуаціях. Тож, ми сподіваємося, що українська екологічна наука вийде із коми та заживе повноцінним життям, виправдовуючи надії, які на неї покладають недалекоглядні громадяни.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Адамчук В.Л., Хом'як І. В. Еколого-ценетична характеристика пальчатокорінника травневого на території Полісся. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С 21.
2. Андрійчук Т.В., Хом'як І.В., Демчук Н.С., Власенко Р.П., Костюк В.С. Еколого-просвітницький маршрут «Священні джерела Словечансько-Овруцького кряжу». Географія та туризм. 2022. Вип. 64. С 53-60.
3. Бех Х.О., Бовсунівська Т.М., Хом'як І.В. Відновлення трав'яного покриву лісових насаджень після дії пірогенного фактора // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 95-97.
4. Білявська В. Б., Хом'як І.В. Динаміка рослинності долини річки Гуйва Біологічні дослідження – 2020: Збірник наукових праць. – Житомир: 2020. –382
5. Білявська В. Б., Хом'як І. В. Селітебні екосистеми м. Андрушівки // Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С. 309-310
6. Божинська А.Б., Хом'як І.В. Відновлювана рослинність річки Тетерів в районі міста Радомишль. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 88
7. Божинський В.Б. Хом'як І.В. Еколого-ценотична характеристика інвазійного виду трансформера клена ясенелистого. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 22.
8. Бондар С.С., Хом'як І.В. Тераттрансформаційні стратегії освоєння незаселених субстратів. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 16.
9. Брень А. Л. Хом'як І. В. Екологічні стратегії рослин в процесі відновлення природної рослинності. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 23.
10. Брень А. Л., Хом'як І. В. Вплив бортництва на лісові екосистеми Полісся. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 7 листопада 2019 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. – С. 14.
11. Бурлака В.А., Давидов Е.А., Хом'як І.В. Екологічні властивості пульпи утвореної в результаті обробки граніту. 2007. Вісник ДАУ. №1. С. 21-22.
12. Бурлака В.А., Сукненко Т.Н., Давидов Е.А., Хом'як І.В. Екологічні властивості пульпи утвореної в результаті обробки граніту. // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2008. С. 47-50.
13. Бурлака В.А. Сучасні тенденції освіти технологів та їх критичний аналіз / В.А. Бурлака, І.В.Хом'як, А.П.Вискушенко, М.М. Кривий // Сучасні проблеми Живлення тварин, технології кормів та шляхи їх вирішення : тези доповідей II міжнародної науково-практичної конференції, (Житомир, 28-29 листопада 2012). – Житомир, 2012. – С. 3-4.
14. Бурлака В.А., Грабар І.Г., Хом'як І.В., Сукненко Т.М. Екологія і відходи; під ред. Бурлака В.А. Житомир ПП «Рута», 2009. Кн. 2, том  $\frac{3}{4}$  - 431 с.
15. Бурлака В.А., Грабар І.Г., Хом'як І.В. та ін. Екологія відходів Том 1-2 / під загальною редакцією Бурлака В.А. – Житомир: Рута, 2007. - 512 с.

16. Бурлака В.А., Давидов Є.А., Муженко А. Хом'як І.В. Відгодівельні показники при використанні каолінового борошна в раціонах підсвинків. // Науково-практичні рекомендації «Молоді науковці – тваринникам Житомирщини». Житомир, Вид-во ЖНАУ, 2013. С. 22-24.
17. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Андрійчук Т.В., Кулініч Н.П., Скоромна О.І., Оснадчук Д. Випас жуйних тварин у буферній зоні Поліського природного заповідника // Біологічні дослідження 2012 Житомир, Видавництво ЖДУ 2012. С. 161.
18. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Скоромна О.І. Зміни мікрофлори повітря у приміщенні свинокомплексу під впливом детергентної емульсії. // Вісник ЖНАЕУ – 2012. №1 (30), т.1, С. 284-291.
19. Бурлака В.А., Хом'як І.В. Визначення стійкості деяких агроєкосистем до антропогенних навантажень за фітоіндикаційною методикою. // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції: Молоді вчені у вирішенні проблем виробництва і переробки продукції тваринництва. Вінниця. Видавництво ВНАУ, 2011. С. 92-93.
20. Бурлака В.А., Хом'як І.В. Екологічний та науковий світогляд сьогодення і виховання молоді та людини на селі. // Молоді науковці-тваринникам Житомирщини. Житомир. ЖНАУ, 2016. – С. 20-22.
21. Бурлака В.А., Хом'як І.В. Екосистемологічна оцінка природних пасовищ. Тваринництво України. – 2007. - №11. С.13-14.
22. Бурлака В.А., Хом'як І.В. та ін.. Екологія детергентів. Житомир. Рута. 2007. с. 64
23. Бурлака В.А., Хом'як І.В. Територіальна диференціація антропогенної трансформації екосистем Словечансько-Овруцького краю // Наук. Зб. Вінницького держ. аграр. ун-ту. – 2008. – Вип. 35. – С. 39-41.
24. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Гарбар О.В. Еколого-педагогічні особливості підготовки вчителів до роботи в радіоактивно забруднених регіонах (адаптація концепції екологічної та валеологічної освіти й виховання до умов аварії на ЧАЕС). // Тези доповідей круглого столу на тему: Катастрофа на ЧАЕС – чверть століття трагедії. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С.149 – 153.
25. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Засекін Д.А., Скоромна О.І. Зміни мікрофлори повітря в приміщенні свинокомплексу під впливом алунітової емульсії // Наука. Молодь Екологія. – 2011.: збірник матеріалів VII науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. 18-19 травня 2011 р. в 2 т. вид-во ЖДУ. 2011. – Т.2. – С. 9-15.
26. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Засекін Д.А., Скоромна О.І. Зміни мікрофлори повітря в приміщенні свинокомплексу під впливом алунітової емульсії.. // Наука. Молодь. Екологія -2011. Житомир, Видавництво ЖНАЕУ 2011. Т. 2. С. 9-15
27. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Кухарчук А.Є., Мостіпака Т.П. Проблеми сучасної екологічної освіти та виховання молоді людини. // Звітний збірник тез і статей II всеукраїнської науково-практичної конференції: теоретичні і прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С. 91-94
28. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Лавренюк О.О. Новітня екологічна освіта та виховання сучасної молоді людини // Біологічні дослідження – 2016: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2016. – С. 30.
29. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Палій І.Ф., Природні пасовища – на роздоріжжі між якістю та ефективністю / Збірник наукових праць Подільського держ. аграр.-техн. Ун-ту. – 2001. Вип. 19. – С. 25-28.
30. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Смирнова Н.А. Чому ефективніше використовувати природні пасовища Північного Полісся України в порівнянні із штучними. // Звітний збірник тез і статей II всеукраїнської науково-практичної конференції: теоретичні і прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С. 62-65
31. Бурлака В.А., Хом'як І.В., Шишкін М.О. Застосування автоматизованих баз даних для моніторингу агроєкосистем та використання у тваринництві. // Сучасні проблеми живлення тварин, технології кормів та шляхи їх вирішення: тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 листопада 2008 р. – ЖНАЕУ. – Житомир, 2008. С. 72-73.

32. Бурлака В.А., Шевчук В.Ф., Грабар І.Г., Сукненко Т.М., Хом'як І.В. Біологія, розмноження та екологія використання слимака роду *Helix*. науково-методичні рекомендації щодо впровадження у виробництво. Житомир. Видавництво ЖНАЕУ, 2009. 87с.
33. Бурлака В.А., Шевчук В.Ф., Хом'як І.В., Економічна ефективність вирощування слимака виноградного в умовах півдня Полісся України. 2007. Вісник ДАУ. №1. С 131-135.
34. Бурлака В.А., Водяницький Г.П., Кривий М.М., Хом'як І.В., Лавренюк О. Силосування – спосіб консервування кормів. // Науково-практичні рекомендації «Вчені екологи тваринникам Житомирщини». Вип. 1 – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2013, С. 20-23.
35. Бурлака В.А., Хом'як І.В. Визначення збитків від забруднення навколишнього середовища тваринницькими фермами. // Науково-практичні рекомендації «Вчені екологи тваринникам Житомирщини». Вип. 1 – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2013, С. 30-32.
36. Бурлака В.А., Хом'як І.В. Туманов В.В. Отримання екологічно безпечної індицатини з використанням природних детергентів. Матеріали IV науко-практичної конференції для молодих учених та студентів «Біологічні дослідження – 2013» – Житомир, Видавництво ЖДУ 2013. С.86-89.
37. Вишневська Н.Ю. Хом'як І.В. Ліси Українського Полісся як унікальний полігон екосистемологічних досліджень Тези XII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 17 травня 2016 року. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 22.
38. Гайченя Н. Г., Хом'як І. В. Динаміка заростання порушених дерново-підзолистих ґрунтів півночі Центрального Полісся // Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С. 313-314.
39. Гамза Б.В., Хом'як І.В. Перспективи створення екологічного коридору в Брусилівському районі // Біологічні дослідження – 2015: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2015. – С. 238-239.
40. Гамза Б.В., Хом'як І.В. Потенціал утворення елементів екомережі в околицях Брусилова. // Тези XI Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” м. Житомир, 15 травня 2015 року. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2015. – С. 36
41. Гарбар О.В., Деркач С. В., Хом'як І. В. Студентський волонтерський рух під час реалізації міжнародних природоохоронних проектів. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 7 листопада 2019 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. – С. 23.
42. Гарбар О.В., Масловська О.С., Хом'як І. В. Перспективи створення білатерального біосферного резервату в Центральному Поліссі. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 7 листопада 2019 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. – С. 113.
43. Гарбар О.В., Хом'як І. В., Гарбар Д. А., Баранівська О. О. Алозимна мінливість ожини сизої (*Rubus caesius* L.) в умовах антропогенної трансформації екосистем. / Проблеми та перспективи розвитку теорії екосистем: збірник наукових праць. – Житомир: ЖДУ, 2018. С. 27-28.
44. Гачайли Г.А., І.В. Хом'як еколого-ценотична характеристика екосистем міста Житомира з автотрофним блоком у вигляді класу *artemisietae* Tx 1950. // Біологічні дослідження – 2017: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2017. – С. 195-196.
45. Гачайли Г.А., Хом'як І.В. Еколого-ценотична характеристика рудеральних угруповань класу *Artemisietae vulgaris* R.Tx. 1950 міста Житомира. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 9 листопада 2017 року. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – С. 33
46. Гачайли Г.А., Хом'як І.В. Екологоценотична характеристика рудеральних угруповань класу *Artemisietae vulgaris* R.Tx 1950 міста Житомир // Біологічні дослідження – 2018: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2018. – С. 351.



47. Гачайли Г.А., Хом'як І.В. Термодинамічна характеристика рослинних угруповань класу *artemisietae* Tx 1950. Тези XIII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 15 березня 2017 року. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – С. 15.
48. Голяченко Ю. Хом'як І.В. Екологічна характеристика відвалів піщаного кар'єру в смт. Володарськ-Волинський. // Тези XI Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” м. Житомир, 15 травня 2015 року. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2015. – С. 38.
49. Гринковська А.В., Хом'як І.В. Динаміка екосистем прибережних лісів долини річки Кам'янка в межах міста Житомира Біологічні дослідження – 2021: Збірник наукових праць. – Житомир: 2020. – С. 195-196.
50. Гусаківська О.О., Василенко О.М., Хом'як І.В. Екологічна характеристика діагностичного виду *Rubus caesius*L. // Матеріали V науко-практичної конференції для молодих учених та студентів «Біологічні дослідження – 2014» (Житомир, 4-5 березня 2014). – Житомир, Видавництво ЖДУ 2014. – С. 49-50.
51. Гусаківська О.О., Хом'як І.В., Гарбар О.В. Популяційно-генетична характеристика *Rubus caesius* L. На території Центрального Полісся // Біологічні дослідження – 2015: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2015. – С. 251-252
52. Гусаківська О.О., Хом'як І.В., Популяційно-генетична характеристика *Rubus caesius* в умовах антропогенного тиску різного ступеня. // Тези XI Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” м. Житомир, 15 травня 2015 року. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2015. – С. 37
53. Демографічний розвиток і етнічний склад населення Росії до кінця XVII століття. Архів оригіналу за 18 листопада 2016.
54. Дідух Я.П., Хом'як І.В. Територіальний розподіл лісових екосистем Словечансько-Овруцького кряжу Український фітоценотичний збірник. - Сер. С, вип. 23 К.: Фітосоціоцентр, 2005. - С. 91-106.
55. Дідух Я.П., Хом'як І.В. Оцінка енергетичного потенціалу екотопів залежно від ступеня їх гемеробії на прикладі Словечансько-Овруцького кряжу УБЖ №1 2007 С 235-243
56. Дмитренко Д. Р., Хом'як І. В. Динаміка надземної фітомаси синантропних рослинних угруповань міста Житомир // Біологічні дослідження – 2016: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2016. – С. 382-383.
57. Дмитренко Д.Р., Хом'як І.В. Синантропні рослини міста Житомира // Біологічні дослідження – 2015: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2015. – С. 253-255
58. Дмитренко Д.Р., Хом'як І.В. Інвазійні синантропні види рослин міста Житомира та його околиць. // Тези XI Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” м. Житомир, 15 травня 2015 року. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2015. – С. 39.
59. Жила С.М. Хомяк І.В. Перспективи та проблеми створення транскордонного біосферного резервату // Створення транскордонного біосферного резервату та екологічної мережі в Поліссі. – К., 2008. Національний комітет України з програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» – С. 153-169.
60. Заглада В.Л., Гусаківська О.О., Хом'як І.В. Еколого-ценотична характеристика *rubus caesius* L. на прикладі території Центрального Полісся // Біологічні дослідження – 2016: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2016. – С. 386.
61. Зарічна М. С., Хом'як І. В. Рослинність захисних лісових насаджень Романівського району // Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С. 324-326.
62. Зарічна М.С., Хом'як І.В. Вплив зарегулювання течії на екосистеми долини річки Лісна в Романівському районі. Біологічні дослідження – 2021: Збірник наукових праць. – Житомир: 2021. – С. 206-208.
63. Зінченко Г., Хом'як І.В. Соціально-психологічна адаптація людського організму до комплексного впливу ландшафтів // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий

розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 9 листопада 2017 року. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – С. 8.

64. Зінченко Д.І., Хом'як І.В. Вплив природних ландшафтів Центрального Полісся на психоемоційну сферу людини. // Біологічні дослідження – 2018: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2018. – С. 386

65. Золенко І., Хом'як І.В. Перспективи використання *Tusilago farfara* L. з метою тератрансформації та рекультивації. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 32.

66. Исследование лесов Воронежской губернии. / Г. Морозов. — Санкт-Петербург: тип. Спб. градоначальства, 1913. — [2], 19 с., 10 л. ил.

67. История культур в Хреновском бору (1849—1899 г.) / Г. Ф. Морозов. — Санкт-Петербург: тип. Спб. общ. печ. дела Е. Евдокимов, 1902. — [2], 48 с., 1 л. ил.: черт.

68. Іванова Я., Хом'як І.В. Відновлювана рослинність на околицях кар'єрів Північнобрідського родовища габро . // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 100

69. Ішук Р. Перспективи використання впливу ландшафтних екосистем на психіку в медичній реабілітації. / Р. Ішук, І.В. Хом'як // Сучасні проблеми екології та геотехнологій :тези X Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2013. С. 128.

70. Ішук Р., Хом'як І.В. Вплив різних типів ландшафтних екосистем на психоемоційну сферу людини. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2011. С. 223

71. Ішук Р., Хом'як І.В. Рівень психічної адаптованості людини в різних типах ландшафтних екосистем. // Матеріали II науко-практичної конференції для молодих учених та студентів «Біологічні дослідження – 2011»Житомир, Видавництво ЖДУ 2011. С. 19.

72. Капец Н. В., Хомяк И. В. Лишайниковые сообщества союза *Parmelion conspersae* бассейна р. Тетерев (Украина). Современные проблемы 18 экспериментальной ботаники: материалы I международной научной конференции молодых учёных, приуроченной Году науки в Республике Беларусь (Минск, 27–29 сентября 2017 г.). Минск. Колорград, 2017. С. 178– 180.

73. Капец Н. Вплив монолітності субстрату на темпи динаміки екосистем на прикладі літофільних систем Центрального Полісся. Н. Капец, І.В. Хом'як // Сучасні проблеми екології та геотехнологій :тези X Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2013. С. 129.

74. Капец Н. Хом'як І.В. Деякі сукцесійні серії лишайникових угруповань Центрального Полісся. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2011. С. 140.

75. Козин М.С., Хом'як І.В. Динаміка екосистем лісового масиву із місцезнаходженням *platanthera bifolia* в околицях села Кам'янка Біологічні дослідження – 2021: Збірник наукових праць. – Житомир: 2020. – С.199-200 .

76. Козин М.С., Хом'як І.В. Синтаксономічна та екосозологічна характеристика природного джерела «Кам'яний брід» . // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 104

77. Куліковська В.С. Хом'як І. В. Різноманіття синантропної рослинності Житомирського району. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 25

78. Куліковська В.С., Хом'як І.В. Угрупування сегетальної рослинності центральної частини міста Житомир. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої

освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 93

79. Лаврик О.Д., Весельська Е.В., Хом'як І.В. Перспективи збереження ландшафтного біорізноманіття Словечансько-Овруцького кряжу шляхом створення національного природного парку. // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 16-18.

80. Лес, как растительное сообщество / Г. Ф. Морозов, проф. Лесн. ин-та в С.-Петербурге. — Санкт-Петербург: А. С. Панафидина, 1913. — [2], 44 с.: ил. — (Библиотека натуралиста. Собрание научно-популярных статей русских ученых)

81. Лесокультурные заметки.— [Москва]: типо-лит. т-ва И. Н. Кушнерев и К°, ценз. 1902. — 36 с.

82. Лещенко Д., Хом'як І.В. Рекультивацийний та тератрансформаційний потенціал *Carex hirta* L. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 54

83. Лескова В. І. Хом'як І. В. Еколого-ценотична характеристика: любки дволистої на території Центрального Полісся. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 26.

84. Мазур Г., Хом'як І.В. Нові підходи до фітоіндикаційної оцінки ступеня трансформації екосистем. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2011. С. 92.

85. Макарчук Н. Хом'як І.В. Гарбар Д.А. Фітоценотичне різноманіття прибережних вербових лісів річки Жерев. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 27.

86. Макарчук Н., Хом'як І.В. Відновлювана рослинність долини річки Жерев в районі села Білокоровичі. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 74

87. Макарчук Н.О. Хом'як І.В. Відновлювана природна рослинність долини річки Жерев. // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 28-30.

88. Макарчук О.В., Хом'як І.В. Аналіз флористичної індикації степені трансформації екосистем. Тези XIII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 15 березня 2017 року. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – С. 14.

89. Макарчук О.В., Хом'як І.В. Порівняння термодинамічної та структурної ентропії в екосистемах Центрального Полісся. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 9 листопада 2017 року. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – С. 41.

90. Максименко І. Ю., Хом'як І. В. Моделювання зміни ареалів прибережної рослинності за допомогою фітоіндикаційних моделей мікроклімату // Біологічні дослідження – 2016: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2016. – С. 389-391.

91. Максименко І.Ю., Хом'як І.В. Екологічна характеристика Фітоценозів класу ALNETEA GLUTINOSAE BR.-BL. ET. R. TX. 1943 в околицях Малина // Біологічні дослідження – 2015: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2015. – С. 282-284

92. Максименко І.Ю., Хом'як І.В. Характеристика рослинних угруповань асоціації *Ribeso nigri-Alnetum SOL-GORM* 1943 в околицях Малина. // Тези XI Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” м. Житомир, 15 травня 2015 року. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2015. – С. 41

93. Маркеєв Д., Хом'як І.В. Моделювання первинних сукцесій та постановка експерименту з заселенням субстратів піонерними автотрофами. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 9 листопада 2017 року. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – С.
94. Мельник В.І., Баранівський О.Р., Харчишин В.Т., Корнійчук В.С., Тітова О.Т., Хом'як І.В., Флористичні знахідки на Житомирському Поліссі // Інтродукція рослин. – 2009. № 2. – С. 3-8.
95. Методичні рекомендації щодо підготовки до складання тестового Державного іспиту з «Екології» для студентів природничого факультету / Уклад.: О. В. Гарбар, О. І. Уваєва, І. В. Хом'як, О. М. Василенко, І. Ю. Коцюба, О. М. Алпатова, В. С. Костюк, І. П. Онищук, Н. С. Демчук, Т. П. Мостіпака. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 76 с.
96. Микуліна І.М., Хом'як І.В. Динаміка болотної рослинності в межах села Тайки Смільчинського району. Біологічні дослідження – 2020: Збірник наукових праць. – Житомир: 2021. – С. 204-205.
97. Мозговий Р. Г. Хом'як І.В. Гарбар Д.А. Еколого-ценотична характеристика *geupoutria sachalinensis* (f. schmidt) накаї на території Великого Герцогства Люксембург. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 24
98. Мозговий Р., Хом'як І.В. Поширення далекосхідної гречки сахалінської *Falloria sachalinensis* (F.SCHMIDT) NAKAI в місті Радомишль. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 57.
99. Мосійчук В.В. Хом'як І.В. Екосозологічна характеристика лісових лікарських рослин що містять глікозидів Тези XII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 17 травня 2016 року. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 34
100. Мотиженець Т. Фітоіндикація динаміки енергетичного балансу екосистем. / Т. Мотиженець, І.В. Хом'як // Сучасні проблеми екології та геотехнологій :тези X Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2013. С. 130.
101. Мотиженець Т.О., Хом'як І.В. Екологічна характеристика екосистем з автотрофним блоком у вигляді фітоценозів класу *Nardo-Calunetea* Центрального Полісся. // Тези XI Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” м. Житомир, 15 травня 2015 року. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2015. – С. 42.
102. Мотиженець Т.О., Хом'як І.В. Екологічна характеристика екоотопів зайнятих рослинними угрупованнями *NARDO-CALUNITEA* Центрального Полісся // Біологічні дослідження – 2015: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2015. – С. 287-288
103. Мотиженець Т.О., Хом'як І.В. Еколого-ценотична характеристика діагностичних видів *Nardo-Calunetea* Центрального Полісся. // Матеріали V науко-практичної конференції для молодих учених та студентів «Біологічні дослідження – 2014» (Житомир, 4-5 березня 2014). – Житомир, Видавництво ЖДУ 2014. – С. 74.
104. Мшанецька В.В., Хом'як І.В. Особливості прогнозування динаміки екосистем транскордонного Українсько-білоруського біосферного резерват. Біологічні дослідження – 2020: Збірник наукових праць. – Житомир: 2020. – 416
105. Наконечна Ю. В., Бовсуновська Т. М., Хом'як І. В. Еколого-ценотична характеристика комахоїдних рослин північних районів Центрального Полісся// Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С. 337-338
106. Никончук Є. В., Хом'як І. В. Особливості поширення *hedera helix* L. на території Словечансько-Овруцького кряжу // Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С 357-358.

107. Никончук Є.В. Швець К.С. Хом'як І.В. Вплив лісових екосистем на клімат планети. Тези XII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю "Сучасні проблеми екології" 17 травня 2016 року. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 24.
108. Ничипоренко А.В., Хом'як І.В. Перспективи розвитку лісового заказника місцевого значення «Над Тетеревом». Тези XI Всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю "Сучасні проблеми екології" м. Житомир, 15 травня 2015 року. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2015. – С. 48.
109. О типах насаждений и их значении в лесоводстве / [Г. Морозов]. — [Санкт-Петербург]: тип. Спб. градоначальства, [1904]. — 20 с.
110. О типологическом изучении лесов / Проф. Г. Ф. Морозов. — Кострома: Губ. тип., 1917. — 20 с.
111. Гарбар О.В., Деркач С.В., Хом'як І.В. Прогнозування наслідків вселення крупнокопитних в природні екосистеми Полісся Біологічні дослідження – 2020: Збірник наукових праць. – Житомир: 2020. –386
112. Макарчук О.В., Хом'як І.В. Порівняння термодинамічної та структурної ентропії в автогенних сукцесіях центрального полісся // Біологічні дослідження – 2017: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2017. – С. 203.
113. Охорона природи: Навчальний посібник для студентів природничих спеціальностей / уклад. І.В. Хом'як, Т.В. Андрійчук. – Житомир: В - тво ЖДУ, 2022. – 245 с.
114. Пастушинська Т.М., Хом'як І.В. Екологічна характеристика діагностичних видів класу *Robinetea*. // Матеріали V науко-практичної конференції для молодих учених та студентів «Біологічні дослідження – 2014» (Житомир, 4-5 березня 2014). – Житомир, Видавництво ЖДУ 2014. – С. 85-86.
115. Патрон М.А., Хом'як І.В. Перспективи розширення поліського природного заповідника на території Словечансько-Овруцького кряжу. Біологічні дослідження – 2021: Збірник наукових праць. – Житомир: 2021. – С. 338-339.
116. Петрук О.М., Хом'як І.В. Використання програми Microsoft Office Excel для еколого-ценотичної характеристики ценопопуляції *Surgipedium Calceolus L.* // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2011. С. 156
117. Підкаура Е., Хом'як І.В. Еколого-ценотичний профіль середньої течії річки Тетерів. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених "Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції" – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 35.
118. Підкаура Е.Р. Хом'як І.В. Гарбар Д.А. Еколого-ценотичний профіль середньої течії річки Тетерів. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 70.
119. Повельчак Т. Методика моніторингу елементів регіональних екомереж на прикладі околиць міста Коростень. Т. Повельчак, І.В. Хом'як // Сучасні проблеми екології та геотехнологій :тези X Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2013. С. 131.
120. Пособия для изучения леса: Кол. сост. проф. Г. Ф. Морозовым / Пед. музей воен.-учеб. заведений— Санкт-Петербург: тип. В. Я. Мильштейна, 1912. — 13 с.
121. Почвоведение и лесоводство / Г. Ф. Морозов. — [Санкт-Петербург : тип. Спб. АО печ. дела в России Е. Евдокимов, [1899]. — 20 с.
122. Робочий зошит для проведення лабораторних робіт з моделювання та прогнозування стану довкілля / уклад. І.В. Хом'як – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 22 с
123. Савицька С.В., Редько Г.М., Хом'як І.В. Характеристика еколого-ценотичного профілю через коростишівський гранітний кар'єр Біологічні дослідження – 2020: Збірник наукових праць. – Житомир: 2020. –431
124. Самчик Д.Р. Хом'як І.В. Зміни надземної фітомаси в рослинних угрупованнях синантропної рослинності м. Житомира Тези XII Всеукраїнська наукова on-line конференція

студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 17 травня 2016 року. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 25

125. Самчик Д.Р., Гарбар О.В., Хом’як І.В. ЗМІНИ НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ СІНАНТРОПНОЇ РОСЛИННОСТІ м. ЖИТОМИРА. Тези XIII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 15 березня 2017 року. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – С. 12.

126. Самчик Д.Р., Гарбар О.В., Хом’як І.В. Методи характеристики стану синантропних рослинних угруповань міста Житомира. // Біологічні дослідження – 2017: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2017. – С. 212-213.

127. Самчик Д.Р., Гарбар О.В., Хом’як І.В. Синтаксономія рудеральних угруповань міста Житомира // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 9 листопада 2017 року. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – С. 18

128. Саргеліс А. В., Хом’як І. В., Демчук Н. С. Еколого-ценотичний профіль долини річки Гуйва в Андрушівському районі // Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С 341-342.

129. Содержание и задачи общего лесоводства / Проф. Г. Ф. Морозов. — Санкт-Петербург: типо-лит. М. П. Фроловой, 1904. — [2], 35 с.

130. Соловійова А., Хом’як І.В. Поведінкові стратегії інвазійних видів рослин. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 44

131. Соціальна структура населення Київської Русі. Архів оригіналу за 11 Березня 2019.

132. Станішевська С. В. Хом’як І. В. Еколого-ценотична характеристика інвазійного виду борщівника сосновського. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 28.

133. Талько Є., Хом’як І. В. Синтаксономія рудеральних фітоценозів міста Житомира. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 7 листопада 2019 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. – С. 37.

134. Тарарай А.М., Хом’як І. В. Інвазійна флора фітоценозів класу *Artemisietea vulgaris* Lonm. Rrsa et R. TX. 1950 міста Житомир // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 7 листопада 2019 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. – С. 29.

135. Тимченко А. Ю., Хом’як І. В. Автогенні сукцесії в екосистемах гірничих виробок в долині річки Гуйва // Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С 353-354

136. Туманов В.В. Бурлака В.А. Кривий М.М., Хом’як І.В. Алюмосилікати України в годівлі індичок. // // Сучасні проблеми Живлення тварин, технології кормів та шляхи їх вирішення : тези доповідей II міжнародної науково-практичної конференції, (Житомир, 28-29 листопада 2012). – Житомир, 2012. – С. 90-92.

137. Хільчук В.В. Хом’як І.В. Гарбар Д.А. Відновлення рослинності білокоровицького гранкар’єру Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 29.

138. Хільчук В.В., Хом’як І.В. Оселища водних комахоїдних рослин околиць села білокоровичі. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 21.

139. Хом’як І.В., Демчук Н.С., Коцюба І.Ю., Ястребова Я.В. Еколого-ценотична характеристика популяції *Heraclеum sosnowskyi* Manden на території Центрального Полісся 2019. Екологічні науки № 1(24). Т. 2 . С. 126-129.

140. Хом'як І.В., Онищук І.П., Коцюба І.Ю., Брень А.Л., Шкилюк Ю.В. Рецензія на монографічне видання «Продромус рослинності України». 2020. Екологічні науки № 2(29). Т. 1 . С. 170-173.
141. Хом'як Д.І. Перспективи фітоіндикаційного визначення стійкості екосистем з використанням пакету програм Simagr1 1.12. /Д.І. Хом'як,І.В. Хом'як // Сучасні проблеми екології та геотехнологій :тези Х Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2013. С. 127.
142. Хом'як І.В. Использование многомерного моделирования структуры экосистем для их классификации. // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: Состояние и методы диагностики. Белгород, 2010. С. 227.
143. Хом'як І. В. Короткий курс соціоекології. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни «Соціоекологія та екологічна етика» / І. В. Хом'як, Н. С. Демчук, Т. П. Мостіпака. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 95 с.
144. Хом'як І. В. Короткий курс соціоекології. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни «Соціоекологія та екологічна етика» / І. В. Хом'як, Н. С. Демчук, Т. П. Мостіпака. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 95 с.
145. Хом'як І. В. Ценотична приуроченість популяції *Heracleum sosnowskyi* на території Українського Полісся. // Синантропізація рослинного покриву України: III Всеукраїнська наукова конференція. 26-27 вересня 2019 р., м. Київ. Збірник наукових статей. – Київ: Наш формат, 2019. – С. 170-174.
146. Хом'як І. Сучасні підходи до класифікації екосистем із застосуванням фітоіндикаційних методик // Звітний збірник тез і статей II всеукраїнської науково-практичної конференції :теоретичні і прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С. 8-14
147. Хом'як І.В Адольф без бомби (чому математику важливо вчити усім). Світогляд.2020 № 6 (86)С. 69.
148. Хом'як І.В Екологічні аспекти поширення бортництва на території Полісся / «Бортництво Полісся: архаїчна традиція у сучасному вимірі». Київ. Мистецтво. С. 135-139.
149. Хом'як І.В. , Онищук І.П., Медвідь О.В. Зміна вектора динаміки автогенної сукцесії екосистем під впливом скиду зворотних вод. Екологічні науки, 2023. – № 1(46). – 49-52 С.
150. Хом'як І.В. Використання автоматизованої бази даних екосистемологічного моніторингу для охорони біорізноманіття в Центральному Поліссі. // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2008. С. 124-127
151. Хом'як І.В. Використання моделі класифікаційних пірамід для визначення екосозологічного статусу екосистем // Матеріали першої міжнародної конференції науково-практичної конференції «Природа Волині й Поділля: дослідження і охорона». (Броди, 3-5 червня 2015 року). – Львів. Ліга-Прес, 2015. – С. 112-122.
152. Хом'як І.В. Використання термодинамічних показників для класифікації екосистем Українського Полісся. // Класифікація рослинності та біотопів України як наукова основа збереження біорізноманіття: матеріали другої науково-теоретичної конференції (Київ, 14-15 березня 2016 року). – Київ, 2017. – С. 46-52.
153. Хом'як І.В. Вплив інвазій видів-трансформерів на динаміку рослинності перелогів Українського Полісся. Біоресурси і природокористування. ТОМ 10, № 1-2 (2018). С. 29-35.
154. Хом'як І.В. Вплив умов середовища на напрям первинних сукцесій в районі виходів лесових порід Правобережного Полісся. Питання біоіндикації та екології. – 2015. – Вип. 20, № 1. - С. 35-46.
155. Хом'як І.В. Втрати екосистемних послуг і встановлення розміру збитків завданих війною. Матеріали слухань у Комітеті Верховної Ради України з питань екологічної політики на тему: «Вплив воєнних дій на довкілля в Україні та його відновлення до природного стану» (10 листопада 2022 року) / Ред.: Ю. Ю. Овчинникова – Київ: Комітет Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування, 2023. С 71-75.

156. Хом'як І.В. Гачайли Г.А Рудеральні екосистеми міста Житомир. Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції "Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції". 27 жовтня 2016. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 58
157. Хом'як І.В. Гусаківська О.О. Хом'як Д.І. Фундаментальна екосистемологія та охорона природи. // Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції «Екологічний розвиток країни в рамках Європейської інтеграції» (28 травня 2014). – Житомир, Видавництво ЖДУ 2014. – С. 34-35
158. Хом'як І.В. Динаміка надземної фітомаси під час автогенних сукцесій на перелогах для території Правобережного Полісся. / V Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (23-25 вересня 2015. Вінниця). – Вінниця: ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2015. – С. 137-138.
159. Хом'як І.В. Динаміка надземної фітомаси під час автогенних сукцесій на перелогах для території Правобережного Полісся. Екологічні науки. 2016. № 12-13. С. 33-39.
160. Хом'як І.В. Динаміка флори перелогів Українського Полісся. // ScienceRise:Biological Science – 2018, №1 (10). С 8-13.
161. Хом'як І.В. Екологічна етика: Навчально-методичний посібник. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2013, – 116 с.
162. Хом'як І.В. Екосистемологія: Навчальний посібник. / Хом'як І.В. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 235 с.
163. Хом'як І.В. Екосозологічна характеристика проектного гідрологічного заказника «Малиновий мох». Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи досліджень-2022 : матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Житомир, 30 травня 2022 р.). Житомир: Поліський національний університет, 2022. С. 41-42.
164. Хом'як І.В. Збірник задач з моделювання та прогнозування стану довкілля / уклад. І.В. Хом'як. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 42 с.
165. Хом'як І.В. Ідеальний ландшафт та міські джунглі: вибір між щастям та успіхом. // – К.: Жила, 2013 С14-19
166. Хом'як І.В. Класифікація і антропогенна трансформація екосистем Словечансько-Овруцького кряжу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16. «екологія» / І.В., Хом'як. – К., 2010. – 20 с.
167. Хом'як І.В. Класифікація і антропогенна трансформація екосистем Словечансько-Овруцького кряжу : дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16. "екологія" / І.В., Хом'як. – К., 2010. – 286 с.
168. Хом'як І.В. Колесник В.М. Динаміка надземної фітомаси рослинних угруповань прирічкових чагарників Центрального Полісся Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції "Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції". 27 жовтня 2016. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 66
169. Хом'як І.В. Кореляція динаміки екосистем та її основних енергетичних показників// Матеріали IV науко-практичної конференції для молодих учених та студентів «Біологічні дослідження – 2013» (Житомир, 16-18 квітня 2011). – Житомир, Видавництво ЖДУ 2012. С.217-219.
170. Хом'як І.В. Коростецький В.О. Соціоекологія із основами екологічної етики. Житомир, Рута. 2011. с. 267
171. Хом'як І.В. Методичні рекомендації з «Охорони природи» для студентів природничого факультету. – Житомир: В-тво ЖДУ, 2015. – 157с.
172. Хом'як І.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля: конспект лекцій. / уклад. І.В. Хом'як – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 72 с.
173. Хом'як І.В. Нове місцезнаходження *Botrychium lunaria* (Ophioglossaceae) на території Центрального Полісся К. УБЖ №2. 2014. С. 206-208.
174. Хом'як І.В. Основи біології та генетики людини. Навчально-методичний посібник. Житомир. Видавництво ЖДУ 2012.143с.
175. Хом'як І.В. Особливості антропогенного впливу на природну динаміку екосистем Українського Полісся. Екологічні науки. 2018. №1 (20) том 2. С. 69-73.



176. Хом'як І.В. Особливості територіальної диференціації екосистем Словечансько-Овруцького кряжу під впливом антропогенного тиску різного ступеня. Матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції. Кривий Ріг.: Видавництво КДПУ 2006.- С. 208-209.
177. Хом'як І.В. Особливості територіальної диференціації екотопів лісових формацій Словечансько-Овруцького кряжа. – К.: Український ботанічний журнал. № 2 - 2006, С 235-243
178. Хом'як І.В. Проблема екотону в класифікації екосистем. // Наукові записки НаУКМА. – 2011. Т119. С. 70-72.
179. Хом'як І.В. Рекомендації щодо визначення стану природних пасовищ. // Науково-практичні рекомендації «Вчені екологи тваринникам Житомирщини». Вип. 1 – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2013, С. 7-10.
180. Хом'як І.В. Синтаксономічна структура екотонних нітрофільних угруповань Українського Полісся. // Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні, збереженні та охороні рослинного світу : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 23-25 квітня 2018 р. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. С 56-57.
181. Хом'як І.В. Фітоіндикаційна характеристика ступеня антропогенної трансформації екосистем. / І.В.Хом'як,В.А. Бурлака, Т.П. Мустіпака. Вісник ЖНАЕУ – 2012. №2 (33), т.2, С. 16-20.
182. Хом'як І.В. Фітоіндикаційна характеристика трансформації рослинних угруповань відновлюваної рослинності Центрального Полісся. // Екосистеми їх оптимізація та охорона. 2011. Вип. 5 (24). С. 58-65.
183. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз передклімаксичних стадій розвитку екосистем // Питання біоіндикації та екології – 2013. Вип. 18, №1. С. 20-29
184. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз ступеня трансформації екосистем Центрального Полісся. // Питання біоіндикації та екології – 2012. Вип. 17, №1. С. 3-11
185. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз трансформаційних процесів водно-болотних угідь. // Заповідна справа в Україні. – 2013. вип. 1. Т.19., С. 38-42.
186. Хом'як І.В. Характеристика асоціацій *Agrostio-Populetum tremulae* та *Epilobio-Salicetum carpeae* класу *Epilobietea angustifoliae* для Правобережного Полісся. УБЖ №4. 2016. С. 239-254.
187. Хом'як І.В. Хом'як О.І. Тимченко А.Ю. Особливості повноцінного відновлення дерново-підзолистих ґрунтів Тези XII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 17 травня 2016 року. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 31
188. Хом'як І.В. Чорнобиль – 25 років міфології. // Тези доповідей круглого столу на тему: Катастрофа на ЧАЕС – чверть століття трагедії. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С.112 – 114
189. Хом'як І.В. Шевчик О.О. ОЦІНКА ФЛОРИСТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ДОЛИНИ РІЧКИ СЛУЧ Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”. 27 жовтня 2016. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 69
190. Хом'як І.В. Шлях людини у космос // Аномальні явища: методологія і практика досліджень: зб. наук. праць / під заг. ред. А.С. Білика. – К.: Знання, 2020
191. Хом'як І.В., Бурлака Б.В., Мостіпака Т.П., Вознюк О.І., Кухарчук А.Є. Очищення стічних вод Житомира та використання отриманого сухого залишку // Біологічні дослідження 2012. Житомир, Видавництво ЖДУ 2012. С. 164
192. Хом'як І.В., Бетке А.В. Багатовимірний аналіз лучних екосистем Центрального Полісся. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2010. С. 266-267
193. Хом'як І.В., Бетке А.В., Вдовенко Д.О. Вплив екосистем на емоційну сферу людини. // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2008. С. 140-143
194. Хом'як І.В., Бетке А.В., Класифікація екосистем міста Житомира Видавництво ЖДТУ 2008 С. 341-342

195. Хом'як І.В., Бурлака В.А., Мишкін М.О. Потенціал кормової бази тварин Словечансько-Овруцького кряжу. // Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 16-18 березня 2011 року. – Кам'янець-Подільський, 2011. С. 127-129.
196. Хом'як І.В., Бурлака В.А., Шишкін М.О. Потенціал кормової бази тварин Словечансько-Овруцького кряжу. / Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи. Кам'янець-Подільський. 2011. С. 127.
197. Хом'як І.В., Василенко О.М., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П., Шпаковська Л.В., Демчук Н.С., Гарбар О.В., Онищук І.П., Коцюба І.Ю. Методологічні підходи до створення інтегрованого синфітоіндикаційного показника антропогенної трансформації. Екологічні науки. 2020, № 5 (32). Т. 1. С. 136-141.
198. Хом'як І.В., Вдовенко Д.О. Шляхи реалізації адаптаційних механізмів людського організму в межах природних ландшафтів. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2008. С. 329-330.
199. Хом'як І.В., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П. Динаміка відновлюваної рослинності піщаних кар'єрів Житомирського Полісся Екологічні науки. 2021, № 6 (39). С. 204-207.
200. Хом'як І.В., Гарбар О.В., Попов А.В. Класифікація рослинності нітрофільних узлісь Українського Полісся // Класифікація рослинності та біотопів України: матеріали третьої науково-теоретичної конференції (Київ, 19–21 квітня 2018 р.) / За редакцією Я.П. Дідуха, Д.В. Дубини. – Київ, 2018. С. 174-179.
201. Хом'як І.В., Гарбар О.В. Структура угруповань дощових черв'яків у типових екосистемах м. Житомира та його околиць. // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2008. С. 65-70.
202. Хом'як І.В., Глобальні екологічні проблеми з точки зору астроекології. Екологічні науки. 2021, № 6 (39). С. 154-157.
203. Хом'як І.В., Гринковська А.В., Весельська Е.В. Проблеми і перспективи синфітоіндикаційного аналізу меж та активності планетарних аномалій // Аномальні явища: методологія і практика досліджень: зб. наук. праць / під заг. ред. А.С. Білика. – К.: Знання, 2020
204. Хом'як І.В., Демчук Н.С., Василенко О.М. Фітоіндикація антропогенної трансформації екосистем на прикладі Українського Полісся. Екологічні науки. 2018. №3 (22). С. 113-118.
205. Хом'як І.В., Демчук Н.С., Гарбар Д.А. Методичні рекомендації до проведення навчальної практики з екосистемології / уклад. І.В. Хом'як, Н.С. Демчук, Д.А. Гарбар – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 37 с.
206. Хом'як І.В., Зарічна М.С., Демчук Н.С., Костюк В.С., Василенко О.М., Власенко Р.П., Гарбар Д.А. Вплив зарегулювання течії на динаміку екосистем річки Лісна (Житомирська область) Екологічні науки. 2021 № 2(35). С. 45-48.
207. Хом'як І.В., Капець Н., Синтаксономічна структура лишайникових угруповань Центрального Полісся // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2012. С. 108.
208. Хом'як І.В., Капець Н.В. Перспективи використання угруповань лишайників в класифікації екосистем. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2010. С. 81-82
209. Хом'як І.В., Козин М.С., Коцюба І.Ю., Василенко О.М., Власенко Р.П. Обґрунтування необхідності охорони витоків малих річок на прикладі Словечансько-Овруцького кряжу. Екологічні науки. 2022. № 1 (40). С. 28-32.
210. Хом'як І.В., Коростецький В.О. Соціоекологія із основами екологічної етики. Житомир, Рута. 2011. с. 267
211. Хом'як І.В., Коцюба І.Ю., Козин М.С., Василенко О.М., Гарбар Д.А. Перспективи дистанційного дослідження запасів підземних вод Словечансько-Овруцького кряжу. Екологічні науки, 2023. – № 2(47). С. 217-221.

212. Хом'як І.В., Кулінич Н.П. Вплив випасу жуйних тварин на екосистеми буферної зони Поліського природного заповідника. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2010. С. 180-181
213. Хом'як І.В., Мазур Г. Фітоіндикаційна оцінка структури і функцій екосистем // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2012. С. 38.
214. Хом'як І.В., Мошок А.В. Кластерний аналіз рослинності водно-болотних угідь Центрального Полісся. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2010. С. 191-192
215. Хом'як І.В., Мшанецька В.В., Костюк В.С., Шпаковська Л.В., Демчук Н.С., Андрійчук Т.В., Онищук І.П. Оцінка екоозологічного потенціалу території за допомогою аналізу синфітоіндикаційних моделей динаміки. Екологічні науки. 2020, № 6 (33). Т. 1. С. 178-184.
216. Хом'як І.В., Онищук І. П. Поширення *Polystichum aculeatum* (L.) Roth. (*Dryopteridaceae*) на території Словечансько-Овруцького кряжу // Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія. – 2018. – Том 1. – С. 48-51.
217. Хом'як І.В., Онищук І.П., Василенко О.М., Гарбар Д.А., Коцюба І.Ю. Природна та антропогенна динаміка угруповань асоціації *Geranio-Trifolietum alpestris* на території Українського Полісся. Екологічні науки, 2022. – № 5(44). – 238-242 С.
218. Хом'як І.В., Орловська О.А. Вплив алунітів на процеси проростання насіння пшениці Сорту «Поліська 90». // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2009. С 271-272.
219. Хом'як І.В., Пухтаєвич П. Екосистемологічний моніторинг на радіоактивно забруднених територіях Центрального Полісся. // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2008. С.42
220. Хом'як І.В., Хом'як В.Д. Знову цінна знахідка на кряжі. // В газеті «Зоря» Коростень, Друк, №49 2009. С.2.
221. Хом'як І.В., Хом'як Д.І., Нова програма екосистемологічного моніторингу «SIMARGL» // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2012. С. 76.
222. Хом'як І.В., Хом'як Д.І., Нове еволюційне продовження програм екосистемологічного забезпечення – SIMARGL. // Звітний збірник тез і статей II всеукраїнської науково-практичної конференції: теоретичні і прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С. 104-106
223. Хом'як І.В., Хом'як Д.І., Фітоіндикаційна характеристика угруповань болотної рослинності Центрального Полісся. // Екологія водно-болотних угідь і торфовищ (збірник наукових статей). К. ТОВ «ДІА». 2013. – С. 268-276.
224. Хом'як І.В., Хом'як О.І., Математичний аналіз фітоіндикаційної моделі динаміки екосистем // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2012. С. 77.
225. Хом'як І.В., Хом'як О.І., Моделювання динаміки розвитку екосистеми на основі системи «класифікаційних пірамід» // Звітний збірник тез і статей II всеукраїнської науково-практичної конференції: теоретичні і прикладні проблеми екосистемології. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. С. 102-103.
226. Хом'як І.В., Шамоніна М.І. Тератрансформаційний потенціал представників роду осокові (*Carex*). // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 12.
227. Хом'як І.В., Шишкін М.О. Проблеми та перспективи створення автоматизованої бази даних екосистемологічного моніторингу довкілля. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2009 С 144-145
228. Хом'як І.В., Шишкін М.О. Методологічні підходи до класифікації технотопів. Житомир. Видавництво ЖДТУ 2008 С. 337-339

229. Хом'як І.В., Шишкін М.О. Застосування автоматичних баз даних для екосистемологічного моніторингу. Житомир. // Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології. Видавництво ЖДУ 2008. С. 89-94
230. Хом'як І.В., Якименко Т. Фітоіндикаційна характеристика антропогенної трансформації водно-болотних угідь Центрального Полісся / Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир, Видавництво ЖДТУ 2012. С. 78.
231. Хом'як І.В., Бетке Г.В. Екологоценотична характеристика природної рослинності Житомирського району. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2009 С. 142-143
232. Хом'як І.В., Дідух Я.П. Нова знахідка *Surgipedium calceolus* L. на Житомирському Поліссі. К. УБЖ №6. 2009. С. 820-824.
233. Хом'як І.В., Петраш О.С. Вплив алунітів на мікрофлору повітря великих свинокомплексів. // Сучасні проблеми екології та геотехнологій. Житомир. Видавництво ЖДТУ, 2009. С. 273-274.
234. Хом'як, І. В., Демчук, Н. С., Гарбар, Д. А. (2021) *Екосистемологія. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт*. ЖДУ ім. І. Франка, Житомир. 62 с.
235. Хом'як, І. В., Костюк, В. С., Гарбар, О. В., Демчук, Н. С., Андрійчук, Т. В., Власенко, Р. П., Гарбар, Д. А., Онищук, І. П., Шпаковська, Л. В., Омельчук, М. О. (2021) Особливості розміщення оселищ із різним ступенем антропогенної трансформації. *Екологічні науки*. 2021, (7). pp. 67-71.
236. Хом'як І., Бетке А., Мазур Г., Іщук Р., Хом'як Д., Капець Н., Некрашевич Ю. АDEM – нова ера екомоніторингу. Житомир. Видавництво ЖДУ 2011. 23 с.
237. Хом'як І.В. Гарбар О.В. Еколого-фауністична характеристика видів родини Lumbricidae (а oligochaeta) Словечансько-Овруцького кряжу. Житомир: Вісник ДАУ. 2005 №1 - С. 9-13.
238. Хомяк І.В. Гарбар О.В. Никончук Є. Демчук Н.С. Гарбар Д.А. Еколого-ценотична характеристика популяції *Hedera helix* L. (Araliaceae) на території Словечансько-Овруцького кряжу. *Lesia Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin Series: Biological Sciences*, 2019, 3 (387). – С. 32-37.
239. Хом'як І.В. Роль студентських клубів в охороні водних ресурсів м. Житомира / Вода: проблеми і шляхи вирішення. Матеріали науково-практичної конференції 20 листопада 2003 року. Житомир: ДАУ 2003 С. 56-58.
240. Хом'як І.В. Синтаксономія відновлюваної рослинності кар'єрів Центрального Полісся. *Український ботанічний журнал*, 2022. 79(3): 142–153.
241. Хом'як І.В., Бурлака В.А. Характеристики екосистем Словечансько-Овруцького кряжу, як об'єктів і кормової бази бджільництва. Житомир: Вісник ДАУ. 2005, № 2 - С. 23-25
242. Хом'як І.В., Дунаєвська О.Ф., Рябцева Н.О. Про унікальний екологічний туристичний маршрут «легенди нору» XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. 2017. "Наука. Молодь. Екологія-2017" Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, м. Житомир, 25 травня 2017 року. Житомир. – С 161-163
243. Хом'як І.В., Круподьоров Д.В. Використання досліджень Словечансько-Овруцького кряжу при викладанні екології Матеріали конференції Житомир: Видавництво ЖДТУ 2005, - С. 16-18.
244. Хом'як І.В., Уваєва О.І. Положення моллюсків підродини Planorbinae (Gastropoda: Pulmonata) в водних екосистемах згідно з сучасною європейською класифікацією. Житомир: Видавництво ЖДУ 2006 - С. 331-334
245. Хом'як І.В., Бурлака В.Л. Використання потенціалу екосистем утворених в результаті припинення рільництва на території Словечансько-Овруцького кряжу. Житомир: Вісник ДАУ. 2005, - №1 - С. 12-18.
246. Хом'як І.В., Бурлака В.Л. Трансформація екосистем Словечансько-Овруцького кряжу в результаті сучасного господарювання. Вісник держ. агро-екол. ун-ту. 2005, - №2 - С. 91-96.

247. Хом'як І.В., Круподьоров Д.В. Використання досліджень Словечансько-Овруцького кряжу з навчально-методичною метою. Матеріали конференції Умань.: Видавництво УДП, - 2005, - С. 25-27.
248. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Гандзюра В.П., Алпатова О.М., Демчук Л.І., Хом'як І.В., Вовк В.М. Гідрохімічний статус пост-мілітарних водних екосистем с. Мощун, Київської області. Екологічні науки, 2023. – № 1(46). – 53-58 С.
249. Черняєва О.П., Золенко І.С., Лещенко Д.Є., Хом'як І.В., Відновлення природної рослинності на порушених ектопах – основа для тератрансформаційних моделей // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 56-59.
250. Черняєва О.П., Хом'як І.В. Тератрансформаційний потенціал *Elymus repens* (L.) GOULD. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 18.
251. Чигира В.В., Хом'як І. В. Біологічні особливості та декоративні властивості дуба червоного // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 7 листопада 2019 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. – С. 17.
252. Шамоніна М.І. Хом'як І. В. Тератрансформаційний потенціал представників роду осокові (*Sagex*) в процесі рекультивації. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 101.
253. Шапран Т.М., Хом'як І.В. Еколого-ценотичний профіль долини річки Тетерів в районі Шодуарівського парку. Біологічні дослідження – 2021: Збірник наукових праць. – Житомир: 2021. – С. 349-351.
254. Швець К.С. Хом'як І.В. Перспективи розвитку зеленого туризму в Овруцькому районі Тези XII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 17 травня 2016 року. – Житомир : ЖДТУ, 2016. С. 26
255. Шевчик О.О., Хом'як І.В. Еколого – ценотична характеристика рослинності долини річки Случ в районі м. Новоград-Волинського // Біологічні дослідження – 2017: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2017. – С. 212-213.
256. Шевчик О. О., Хом'як І. В. Характеристика еколого-ценотичного профіля в районі м. Новоград-Волинського // Біологічні дослідження – 2016: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2016. – С. 396-398.
257. Шевчик О.О., Хом'як І.В. Характеристика еколого-ценотичного профіля долини річки Случ в районі м. Новоград-Волинського. Тези XIII Всеукраїнська наукова on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю “Сучасні проблеми екології” 15 березня 2017 року. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – С. 11.
258. Шевчук В.Ф., Стасьонюк О.Ю., Хом'як І.В. Еколого-біологічні та технологічні вирощування слимака роду *HELIX*, виду *HELIX POMATIA* в умовах Півдня Українського Полісся. Житомир. 2006. Вісник ДАУ. №1 – С. 12-18.
259. Шкилюк Ю. В., Хом'як І. В. Еколого-ценотичний профіль долини річки тетерів на межі Полісся і Лісостепу // Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С. 212-213.
260. Шкилюк Ю. Еколого-ценотичного профілю долини річки Тетерів на межі Полісся і Лісостепу / Ю. Шкилюк, І.В. Хом'як // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції». – Житомир, Вид-во ЖДТУ, 2017. – С. 35.
261. Шкилюк Ю.В. Хом'як І. В. Профіль долини річки Тетерів на межі Полісся та Лісостепу. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і

- молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 7 листопада 2019 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2019. – С. 22.
262. Шкилюк Ю.В., Хом’як І.В. Екологоценотичний профіль річки Тетерів на межі Полісся та Лісостепу // Біологічні дослідження – 2018: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2018. – С. 235
263. Юрковська О.М. Бовсунівська Т.М., Хом’як І.В. Цитостатичні властивості кореня борщівника сосновського // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 136-138.
264. Ястребова В.А., Гачайли Г.А., Хом’як І.В. Синтаксономічне положення угруповань з участю *Heracleum sosnovskyi* Manden // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 9 листопада 2017 року. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – С. 14
265. Ястребова Я. В., Хом’як І. В. Характеристика ценопопуляції борщовик сосновського в межах Житомирського району // Біологічні дослідження – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: «Полісся», 2019. – С 369-370.
266. Abbe, E. 1965. The plants of Virgil’s Georgics. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA. Aelianus, C. 1958–1959.
267. Abu Marwan ibn Zuhr [Latin, Avenzoar]. Dictionary of Scientific Biography 14:637–639.
268. Ackermann RR, Mackay A, Arnold ML (October 2015). "The Hybrid Origin of "Modern" Humans". Evolutionary Biology. 43 (1): 1–11.
269. Ad-Damiri’s Hayat al-hayawan: an Arabic zoological lexicon. Osiris 9:33–43.
270. Ahmad, S. M. 1975. Zakariya alQazwini. Dictionary of Scientific Biography 11:230–233.
271. Aiello, Leslie C.; Dunbar, R. I. M. (1993). "Neocortex Size, Group Size, and the Evolution of Language". Current Anthropology. 34 (2): 184–193.
272. Aiello, Leslie C.; Wells, Jonathan C. K. (2002). "Energetics and the Evolution of the Genus Homo". Annual Review of Anthropology. 31: 323–338.
273. Aldrovandi, U. 1963. Aldrovandi on chickens: the ornithology of Ulisse Aldrovandi (1600). Volume II, Book XIV. Translated by L.R. Lind. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA.
274. Allué, E.; Cáceres, I.; Expósito, I.; Canals, A.; Rodríguez, A.; Rosell, J.; de Castro, J. M. B.; Carbonell, E. (2015). "Celtis remains from the Lower Pleistocene of Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain)". Journal of Archaeological Science. 53: 570–577.
275. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical State of the Post-Military Operations Water Ecosystems of the Moschun, Kyiv Region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, (Nov 2022). European Association of Geoscientists & Engineers. 2022, p.1 – 5
276. Aristotle. 1961. Parts of animals. In Greek with translation by A. L. Peck. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
277. Aristotle. 1963. Generation of animals. In Greek with translation by A. L. Peck. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
278. Aristotle. 1965–1991. Historia animalium. In Greek with translation by A. L. Peck (Volumes 1 and 2) and D. M. Balme (Volume 3). Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
279. Armitage SJ, Jasim SA, Marks AE, Parker AG, Usik VI, Uerpmann HP (January 2011). "The southern route "out of Africa": evidence for an early expansion of modern humans into Arabia". Science. 331 (6016): 453–6.
280. Arnaldez, R., and A. Z. Iskandar. 1975. Ibn Rushd, also known as Averroës. Dictionary of Scientific Biography 12:1–9.
281. Asin Palacio, M. 1930. El ‘Libro de los animales’ de Yahiz. [Reprinted in Asin Palacio 1948.] Isis 14:20–54.

282. Asin Palacio, M. 1948. Obras escogidas. Pages 52–53 in Volume 2. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, Spain. Bayrakdar, M. 1983. Al-Jahiz and the rise of biological evolutionism. *Islamic Quarterly* 21:149–155.
283. Aspects of Limnology in America, 1930sto about 1990, led by Hutchinson and Hasler. Volume 97(3), July 2016.
284. Ayduz, Salim; Kalin, Ibrahim; Dagli, Caner (2014). *The Oxford Encyclopedia of Philosophy, Science, and Technology in Islam*. Oxford University Press. p. 64.
285. Bīrūnī, Muḥammad ibn Aḥmad (1879). "VIII". *The chronology of ancient nations*. London, Pub. for the Oriental translations fund of Great Britain & Ireland by W. H. Allen and co.
286. Blasco, R.; Blain, H.-A.; Rosell, J.; Díez, J. C.; Huguet, R.; Rodríguez, J.; Arsuaga, J. L.; de Castro, J. M. B.; Carbonell, E. (2011). "Earliest evidence for human consumption of tortoises in the European Early Pleistocene from Sima del Elefante, Sierra de Atapuerca, Spain". *Journal of Human Evolution*. 61 (4): 503–509.
287. Bodenheimer, F. S. 1958. *The history of biology: an introduction*. William Dawson and Sons, London, UK. Bodenheimer, F. S., and L. Kopf. 1949. Introduction. Pages 1–29
288. Bodson, L. 1982. L'apport de la tradition gréco-latine à la connaissance du Coucou gris (*Cuculus canorus* L.). *History and Philosophy of the Life Sciences* 4:99–123.
289. Bodson, L. 1983. Aristotle's statement on the reproduction of sharks. *Journal of the History of Biology* 16:391–407.
290. Bodson, L. 1991. Les invasions d'insectes devastateurs dans l'antiquité gréco-romaine. Pages 55–69
291. Bren A., Khomiak I., Khomiak O. Application of a comprehensive analysis of renewable vegetation of sand quarries. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених "Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції" – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 74
292. Bren A., Khomiak I., Khomiak O. Modern tendencies of changes of methodological approaches to studying of the restoration natural vegetation in post-mining areas // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 10-12.
293. Brotton, J., "Science and Philosophy", *The Renaissance: A Very Short Introduction* Oxford University Press, 2006
294. Burke, P., *The European Renaissance: Centre and Peripheries* 1998
295. Byl, S. 1980. Recherches sur les grands traités biologiques d'Aristote: sources écrites et préjugés. *Académie Royale de Belgique, Memoires de la Caisse des Lettres* 64(3).
296. Carbonell, E.; Cáceres, I.; Lozano, M.; Saladié, P.; Rosell, J.; Lorenzo, C.; Huguet, R.; Canals, A.; de Castro, J.-M. B. (2010). "Cultural cannibalism as a paleoeconomic system in the European Lower Pleistocene". *Current Anthropology*. 51 (4): 539–549.
297. Chroust, A.-H. 1973. *Aristotle: new light on his life and on some of his lost works*. Two volumes. University of Notre Dame Press, Notre Dame, Indiana, USA.
298. Clarkson C, Jacobs Z, Marwick B, Fullagar R, Wallis L, Smith M, et al. (July 2017). "Human occupation of northern Australia by 65,000 years ago". *Nature*. 547 (7663): 306–310.
299. Clements F.E. *Plant succession; an analysis of the development of vegetation*. // Publ. Carnegie Institution of Washington. № 242. Washington, 1916
300. David Pingree, Jyotiḥśāstra (J. Gonda (Ed.) *A History of Indian Literature*, Vol VI Fasc 4), p.81
301. De Heinzelin, J; Clark, JD; White, T; Hart, W; Renne, P; Woldegabriel, G; Beyene, Y; Vrba, E (1999). "Environment and behavior of 2.5-million-year-old Bouri hominids". *Science*. 284 (5414): 625–9.
302. Dennell, Robin; Roebroeks, Wil (2005). "An Asian perspective on early human dispersal from Africa". *Nature*. 438 (7071): 1099–1104.
303. Durling, Robert M. (January 1997). "Dante's Christian Astrology. by Richard Kay. Review". *Speculum*. 72 (1): 185–187.

304. Egerton, F. N. 1968. Ancient sources for animal demography. *Isis* 59: 175–189. Egerton, F. N. 1973. Changing concepts of the balance of nature. *Quarterly Review of Biology* 48:322–350.
305. Egerton, F. N. 1975. Aristotle's population biology. *Arethusa* 8:307–330.
306. Elisabeth Piotelat. Learning with SETI. SETI Italia, Jun 2017, Milan, Italy.
307. Experience of the Sacred: Readings in the Phenomenology of Religion / Ed. By Sumner B. Twiss (Editor), Walter H. Conser (Editor) . – Hanover: Brown University Press, 1992. – P. 200.
308. Fischer, H., G. Petit, J. Staedtke, R. Steiger, and H. Zoller. 1967. Conrad Gessner, 1516–1565: Universalgelehrter, Naturforscher, Arzt. Orell Füssli, Zurich, Switzerland.
309. Flahault Ch 1893 La distribution géographique des végétaux dans un coin du Languedoc. Montpellier. *Bull. Torrey Bot Club*, 28
310. Flahault Ch und C. Schroter 1910 Phytogeographische Nomenclatur Berichte und Vorschläge III Congr Intern Bot Bruxelles Zurich
311. Fortenbaugh, W. W., et al., editors. 1985. Theophrastus of Eresus: on his life and work. (Especially Chapters 2, 3, and 6.) Transaction Books, New Brunswick, New Jersey, USA.
312. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 37: Charles Darwin's Voyage on the Beagle. Volume 91(4), October 2010.
313. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 38A: Naturalists Explore North America, mid-1820s to about 1840. Volume 92(1), January 2011.
314. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 38B: Naturalists Explore North America, 1838–1850s. Volume 92(2), April 2011.
315. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 39: Henry David Thoreau, Ecologist. Volume 92(3), July 2011.
316. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 41: Victorian Naturalists in Amazonia—Wallace, Bates, Spruce. Volume 93(1), January 2012.
317. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 42: Victorian Naturalists Abroad—Hooker, Huxley, Wallace. Volume 93(2), April 2012.
318. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 50: Formalizing Limnology, 1870s to 1920s. Volume 95(2), April 2014.
319. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 51: Formalizing Marine Ecology, 1870s to 1920s. Volume 95(4), October 2014.
320. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 52: Symbiosis Studies. Volume 96(1), January 2015.
321. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 53: Organizing Ecologists before 1946. Volume 96(2), April 2015.
322. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 54: Succession, Community, and Continuum. Volume 96(3), July 2015.
323. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 55: Animal Population Ecology. Volume 96(4), October 2015.
324. Frank N. Egerton. A History of Ecological Sciences, Part 56: Ethology until 1973. Volume 97(1), January 2016.
325. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 10: Botany During the Renaissance and the Beginnings of the Scientific Revolution. Volume 84(3):130–137. July 2003
326. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 11: Emergence of Vertebrate Zoology During the 1500s. Volume 84(4):206–212. October 2003
327. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 12: Invertebrate Zoology and Parasitology During the 1500s. Volume 85(1):27–31. January 2004
328. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 13: Broadening Science in Italy and England, 1600–1650. Volume 85(3):110–119. July 2004
329. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 14: Plant Growth Studies in the 1600s. Volume 85(4):208–213. October 2004
330. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 15: The Precocious Origins of Human and Animal Demography and Statistics in the 1600s. Volume 86(1):32–38. January 2005



331. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 16: Robert Hooke and the Royal Society of London. Volume 86(2):93–101. April 2005
332. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 17: Invertebrate Zoology and Parasitology During the 1600s. Volume 86(3):133–144. July 2005
333. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 18: John Ray and His Associates Francis Willughby and William Derham. Volume 86(4):301–313. October 2005
334. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 19: Leeuwenhoek's Microscopic Natural History. Volume 87(1):47–58. January 2006
335. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 2: Aristotle and Theophrastos. Volume 82(2):149–152. April 2001
336. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 20: Richard Bradley, Entrepreneurial Naturalist. Volume 87(2):117–127. April 2006
337. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 21: Réaumur and His History of Insects. Volume 87(3):212–224. July 2006
338. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 22: Early European Naturalists in Eastern North America. Volume 87(4):341–356. October 2006
339. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 23: Linnaeus and the Economy of Nature. Volume 88(1):72–88. January 2007
340. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 24: Buffon and Environmental Influences on Animals. Volume 88(2):146–159. April 2007
341. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 25: American Naturalists Explore Eastern North America: John and William Bartram. Volume 88(3):253–268. July 2007
342. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 26. Gilbert White, Naturalist Extrordinaire. Volume 88(4):385–398. October 2007.
343. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 27: Naturalists Explore Russia and the North Pacific During the 1700s. Volume 89(1):39–60. January 2008
344. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 28: Plant Growth Studies During the 1700s. Volume 89(2):159–175. April 2008
345. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 29: Plant Disease Studies During the 1700s. Volume 89(3). July 2008
346. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 3: Hellenistic Natural History. Volume 82(3):201–205. July 2001
347. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 30: Invertebrate Zoology and Parasitology During the 1700s. Volume 89(4). October 2008.
348. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 31: Studies of Animal Populations During the 1700s. Volume 90(2). April 2009.
349. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 32: Humboldt, Nature's Geographer. Volume 90(3). July 2009.
350. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 33: Naturalists Explore North America, mid-1780s–mid-1820s. Volume 90(4). October 2009.
351. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 34: A Changing Economy of Nature. Volume 91(1). January 2009.
352. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 35: The Beginnings of British Marine Biology: Edward Forbes and Philip Gosse. Volume 91(2). April 2010.
353. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 36: Hewett Watson, Plant Geographer and Evolutionist. Volume 91(3). July 2010.
354. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 4: Roman Natural History. Volume 82(4):243–246. October 2001
355. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 40: Darwin's Evolutionary Ecology. Volume 92(4), October 2011.
356. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 43: Plant Physiology, 1800s. Volume 93(3), July 2012

357. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 44: Phytopathology During the 1800s. Volume 93(4), October 2012.
358. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 45: Ecological Aspects of Entomology During the 1800s. Volume 94(1), January 2013.
359. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 46: From Parasitology to Germ Theory. Volume 94(2), April 2013.
360. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 47: Ernst Haeckel's Ecology. Volume 94(3), July 2013.
361. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 48: Formalizing Plant Ecology, about 1870 to mid-1920s. Volume 94(4), October 2013.
362. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 49: Formalizing Animal Ecology, 1870s to 1920s. Volume 95(1), January 2014.
363. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 5: Byzantine Natural History. Volume 83(1):89–94. January 2002
364. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 6: Arabic Language Science—Origins and Zoological Writings. Volume 83(2):142–146. April 2002
365. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 7: Arabic Language Science—Botany, Geography, and Decline. Volume 83(4):261–266. October 2002
366. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 8: Fredrick II of Hohenstaufen: Amateur Avian Ecologist and Behaviorist. Volume 84(1):40–44. January 2003
367. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences, Part 9: Albertus Magnus, a Scholastic Naturalist. Volume 84(2):87–91. April 2003
368. Frank N. Egerton. A History of the Ecological Sciences. Early Greek Origins. Volume 82(1): 93–97. January 2001
369. Gmelig-Nijboer, C. A. 1977. Conrad Gessner's "Historia Animalium": an inventory of Renaissance zoology. *Krips Repro B. V., Meppel, The Netherlands.*
370. Grmek, M. D. 1987. Les circonstances de la mort de Pline: commentaire médical d'une lettre destinée aux historiens. Pages 25–43.
371. Gudger, E. W. 1934. The five great naturalists of the sixteenth century: Belon, Rondelet, Salviani, Gessner and Aldrovandi:
372. Haeckel, Ernst (1866). *Generelle Morphologie der Organismen [The General Morphology of Organisms]* (in German). Vol. 2. Berlin, (Germany): Georg Reimer. From p. 286
373. Hause, S. & Maltby, W. (2001). *A History of European Society. Essentials of Western Civilization* (Vol. 2, pp. 250–251).
374. Hazel Norman (2013). *British Ecological Society*. In book: *Encyclopedia of Environmetrics*.
375. Houlding, Deborah (2010). "6: Historical sources and traditional approaches". *Essays on the History of Western Astrology*. STA. pp. 2–7.
376. Huff, T. E. 1993. *The rise of early modern science: Islam, China and the West*. Cambridge University Press, New York, New York, USA. Huff, T. E. 2000. *Arabic science*. Pages 35–37
377. Ibn Sina, also known as Avicenna. *Dictionary of Scientific Biography* 15:494–501.
378. *Insects and other invertebrates in classical antiq-* 246 *Bulletin of the Ecological Society of America* uity. University of Exeter Press, Exeter, UK. Bodson, L. 1982. L'apport de la tradition greco-latine a la connaissance du Coucou gris (*Cuculus canorus* L.). *History and Philosophy of the Life Sciences* 4: 99– 123.
379. Isaac Glynn (1978). "The Food Sharing Behavior of Protohuman Hominids". *Scientific American*. 238 (4): 90–108
380. Isaac, G. Ll., Harris, J. W. K. & Marshall, F. 1981. "Small is informative: the application of the study of mini-sites and least effort criteria in the interpretation of the Early Pleistocene archaeological record at Koobi Fora, Kenya." in "*Inter-nacional de Ciencias Prehistoricas Y Protohistoricas*", Mexico City. Mexico, pp. 101–11,

381. Ivan Khomyak. Influence of expansion of invasive species on the size of indexes hemeroby ecosystems // IX international conference on antropization and environment of rural settlements. Flora and vegetation. Kiev, 2010. P – 33.
382. Ivan Khomiak, Oleksandr Harbar, Nataliia Demchuk, Iryna Kotsiuba, and Iryna Onyshchuk Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. Forestry ideas, 2019, vol. 25, No 1 (57): 136–146.
383. Kapets N. V. Barsukov O. O., Vynokurov D. S., Khomyak I. V. Pioneer lichen communities of the Teteriv River Basin (Ukraine). Acta Botanica Hungarica 2018. 60(3–4), pp. 331–355.
384. Karmin M, Saag L, Vicente M, Wilson Sayres MA, Järve M, Talas UG, et al. (April 2015). "A recent bottleneck of Y chromosome diversity coincides with a global change in culture". Genome Research. 25 (4): 459–66.
385. Kennerly M. (1977). "Dante and the Doctrine of the Great Conjunctions". Dante Studies, with the Annual Report of the Dante Society. 95 (95): 119–134.
386. Khalil, M. 1922. An early contribution to medical helminthology, translated from the writings of the Arabian physician Ibn Sina (Avicenna) with a short biography. Journal of Tropical Medicine and Hygiene 25:65–67.
387. Khomiak I., Onishchuk I., Demchuk N. Phytoindicators of ecosystem dynamics in Ring-banc Ukrainian Polissia ScienceRise:Biological Science. – 2018 №4 (13) P. 25-30.
388. Khomyak I. V., Onischuk I. P., Kotsyuba I. Yu.. Ecological spectra of the most abundant Lumbricid (Okigohaeta, Lumbricidae) species of the Central Ukrainisn (Polissa) Vestnik zoologii, 50(6): 553–556, 2016.
389. Kirshner, Julius, Family and Marriage: A socio-legal perspective, Italy in the Age of the Renaissance: 1300–1550, ed. John M. Najemy (Oxford University Press, 2004) p. 89 (Retrieved May 10, 2007)
390. Klein, Richard (2005). "Hominin dispersals in the Old World". In Chris, Scarre (ed.). *The Human Past: World Prehistory & the Development of Human Societies*. Thames & Hudson.
391. Kopf, L. 1953. The "Book of animals" (Kitab al-Hayawan) of AlJahiz. Pages 395–401
392. Kopf, L. 1956. The zoological chapter of the Kitab al-Imta' wa;- Mu'anasa of Abu Hayyan alTauhidi [10th century]. Osiris 12: 390–466.
393. Kruk, R. 1985. Hedgehogs and their 'chicks:' a case history of the Aristotelian reception in Arabic zoology. Zeitschrift für Geschichte der Arabisch–Islamischen Wissenschaften 2:205–234.
394. Kruk, R. 1990. A frothy bubble: spontaneous generation in the medieval Islamic tradition. Journal of Semetic Studies 35:265–282.
395. Kruk, R. 1996. Ibn Tufayl: a medieval scholar's views on nature. Pages 69–89
396. Kruk, R. 1999a. Takwîn [on generation], Tawallud [on spontaneous generation]. Second edition. Encyclopaedia of Islam 10:147–148, 378–379.
397. Kruk, R. 1999b. On animals: excerpts of Aristotle and Ibn Sina in Marwazi's Taba'i' al-Hayawan. Pages 96–125
398. Kruk, R. 2001a. Timotheus of Gaza's "On animals in the Arabic tradition." Le Muséon 114:389–421.
399. Kruk, R. 2001b. Ibn Abil-Ash'ath's Kitab al-Hayawan: a scientific approach to anthropology, dietetics and zoological systematics. Zeitschrift für Geschichte der arabischislamischen Wissenschaften 14: 119– 168.
400. Kunitzsch, P. 1975. Abu Muhammad ibn Qutayba. Dictionary of Scientific Biography 11:246–247.
401. Leakey, Mary (1971). A Summary and Discussion of the Archaeological Evidence from Bed I and Bed II, Olduvai Gorge, Tanzania. Human Origins. pp. 431–460.
402. Lewin, B. 1952. Djahiz' Djurbok. [English summary pages 244– 246]. Lychnos: 210–246
403. Lindeman, RL (1939). Some affinities and varieties of the planktonic rotifer Brachnionus havanaensis Rouss. Transactions of the American Microscopical Society 58: 210–221.
404. Lindeman, RL (1941). "Seasonal food-cycle dynamics in a Senescent Lake". American Midland Naturalist. 26 (3): 636–673.

405. Lindeman, RL (1941). "The developmental history of Cedar Creek Bog, Minnesota". *American Midland Naturalist*. 25 (1): 101–112.
406. Lindeman, RL (1942). "Experimental simulation of winter anaerobiosis in a senescent lake". *Ecology*. 23 (1): 1–13.
407. Lindeman, RL (1942). "Seasonal distribution of midge larvae in a senescent lake". *American Midland Naturalist*. 27 (2): 428–444.
408. Lindeman, RL (1942). "The trophic-dynamic aspect of ecology". *Ecology*. 23 (4): 399–418.
409. Netzley, Patricia D. *Life During the Renaissance*. San Diego: Lucent Books, Inc., 1998.
410. Nina Marchi, Laura Winkelbach, lektra Schulz, Maxime Brami, Zuzana Hofmanová, Jens Blöcher, Carlos S. Reyna-Blanco, Yoan Diekmann, Alexandre Thiéry, Adamandia Kapopoulou, Vivian Link, Valérie Piuz, Susanne Kreuzer, Sylwia M. Figarska, Elissavet Ganiatsou, Albert Pukaj, Travis J. Struck, Ryan N. Gutenkunst, Necmi Karul, Fokke Gerritsen, Joachim Pechtl, Joris Peters, Andrea Zeeb-Lanz, Eva Lenneis, Maria Teschler-Nicola, Sevasti Triantaphyllou, Sofija Stefanović, Christina Papageorgopoulou, Danie IWegmann, Joachim Burger, Laurent Excoffie. The genomic origins of the world's first farmers. *Cell*, Volume 185, Issue 11, 26 May 2022, Pages 1842-1859.
411. North, John David (1986). "The eastern origins of the Campanus (Prime Vertical) method. Evidence from al-Bīrūnī". *Horoscopes and history*. Warburg Institute. pp. 175–176.
412. Oleksandr Harbar, Ivan Khomiak, Iryna Kotsiuba, Nataliia Demchuk and Iryna Onyshchuk. Anthropogenic and natural dynamics of landscape ecosystems of the Slovechansko-Ovruchsky ridge (Ukraine). *Soc. ekol. Zagreb*, Vol. 30 (2021.), No. 3. P. 347-367.
413. Olmi, G. 1976. *Ulisse Aldrovandi: Scienza e Natura nel secondo Cinquecento*. Libera Università Degli Studi di Trento, Trent, Italy.
414. Onyschuk I.P., Khomiak I.V. The use of the complex action of environmental factors in the process of space colonization. *Ecological sciences*. 3(42) P 107-110.
415. Pellat, C. et al. 1966. *Hayawan [animals, zoology]*. Second edition. [In English.] *Encyclopaedia of Islam* 3:304–315.
416. Pérez-Pérez, A.; Lozano, M.; Romero, A.; Martínez, L. M.; Galbany, J.; Pinilla, B.; Estebaranz-Sánchez, F.; de Castro, J. M. B.; Carbonell, E.; Arsuaga, J. L. (2017). "The diet of the first Europeans from Atapuerca". *Scientific Reports*. 7: 43319.
417. Perry, M. *Humanities in the Western Tradition* Archived April 29, 2009, at the Wayback Machine, Ch. 13
418. Petit, G., and J. Théodoridès. 1962. *Histoire de la zoologie*. Hermann, Paris, France. Pines, S. 1975. Abu Bakr al-Razi. *Dictionary of Scientific Biography* 11:323–326.
419. Pierre Teilhard de Chardin, "Le phénomène humain", *Revue des questions scientifiques*, 1930, pp. 390–406,
420. Pierson, T. SETI Institute: Summary of Projects in Support of SETI Research Authors: *Journal: Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Volume 74.
421. Plessner, M. 1973. Abu 'Uthman 'Amr ibn Bakr al-Jahiz. *Dictionary of Scientific Biography* 7: 63–65.
422. Post H. 1842. *Nagra ord till Faderneslandest yngre Botanister*. *Bot. Not/ Westra Malarstrandens Cotyledoner iakttagne och antecknabe 1839-1843/*
423. Posth C, Renaud G, Mittnik A, Drucker DG, Rougier H, Cupillard C, et al. (March 2016). "Pleistocene Mitochondrial Genomes Suggest a Single Major Dispersal of Non-Africans and a Late Glacial Population Turnover in Europe". *Current Biology*. 26 (6): 827–33.
424. Rodríguez, J.; Guillermo, Z.-R.; Ana, M. (2019). "Does optimal foraging theory explain the behavior of the oldest human cannibals?". *Journal of Human Evolution*. 131: 228–239.
425. Ruxton, Graeme D.; Wilkinson, David M. (2011). "Avoidance of overheating and selection for both hair loss and bipedality in hominins" (PDF). *PNAS*. 108 (52): 20965–20969.
426. Savage-Smith, E. 1995. Attitudes toward dissection in medieval Islam. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 50:67–110.

427. Schimper, A. F. W. (1883). "Über die Entwicklung der Chlorophyllkörner und Farbkörper". *Bot. Zeitung*. 41: 105–14, 121–31, 137–46, 153–62.
428. Schimper, Andreas Franz Wilhelm (1903). Percy Groom; Isaac Bayley Balfour (eds.). *Plant-geography Upon a Physiological Basis*. Translated by William Rogers Fisher. Clarendon Press.
429. Schoch, W. H.; Bigga, G.; Böhner, U.; Richter, P.; Terberger, T. (2015). "New insights on the wooden weapons from the Paleolithic site of Schöningen". *Journal of Human Evolution*. 89: 214–225.
430. Sklenář, K. (1987). "The Lower Paleolithic Dwelling Structure at Přezletice and its Significance". *Anthropologie*. 25 (2): 101–103.
431. Stahl, W. H. 1962. *Roman science: origins, development, and influence to the later Middle Ages*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA. Théodoridès, J. 1966. *Les grandes étapes de la parasitologie*. *Clio Medica* 1:129–145.
432. Stephens, J., *Individualism and the cult of creative personality, The Italian Renaissance*, New York, 1990 p. 121.
433. Stewart, I. E. 1951. *Helminths in history*. *Scientific Monthly* 72:345– 352. Théodoridès, J. 1955. *La parasitologie et la zoologie dans l'oeuvre d'Avenzoar*. *Revue d'Histoire Des Sciences* 8:137–145.
434. Susman, R. L. (July 1991). "Who Made the Oldowan Tools? Fossil Evidence for Tool Behavior in Plio-Pleistocene Hominids". *Journal of Anthropological Research*. 47 (2): 129–151.
435. Tarter, J. *The History of SETI at the Hat Creek Radio Observatory. Revealing the Molecular Universe: One Antenna is Never Enough ASP Conference Series, Vol. 356*
436. *The Encyclopedia of Religion / Ed-in- chief: M. Eliade : Vol. 4. – N.Y., London: Macmillan publishing company, 1987. – P. 581.*
437. Théodoridès, J. 1957. *La parasitologie chez les Byzantins: Essai de comparaison avec les Arabes*. *Actes of the 15th International Congress for History of Medicine* 1:207–221.
438. Théodoridès, J. 1966. *Les grandes étapes de la parasitologie*. *Clio Medica* 1:129–145.
439. Vernet, J. 1971. *Muhammad ibn Musa al-Damiri*. *Dictionary of Scientific Biography* 3:548–549.
440. Viré, F. 1960. *Bayzara [hunting with hawks]*. Second edition. *Encyclopaedia of Islam* 1:1152– 1155.
441. Viré, F. 1965. *Faras [horses and horse medicine]*. Second edition. *Encyclopaedia of Islam* 2:784–787.
442. Vlasenko Ruslana, Khomiak Ivan, Harbar Oleksandr, Demchuk Nataliia (2020) *Lumbricides as a bio-indicators of the influence of electrical transmission line in the conditions of Ukrainian Polissia*. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"* (63 (1)). pp. 4-18.
443. Waite, Arthur Edward (1894). *The Hermetic and Alchemical Writings of Paracelsus*. London: James Elliott and Co.
444. Warming, E. (1890) *Botaniske Exkursioner 1. Fra Vesterhavskystens Marskegne*. *Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn* 1890.
445. Warming, E. (1891) *Botaniske Exkursioner 2. De psammophile Formationer i Danmark*. *Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn* 1891: 153–202.
446. Warming, E. (1891) *Botaniske Exkursioner 3. Skarridsø*. *Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn* 1891.
447. Warming, E. 1904. *Bidrag until Vadernes, Sandenes og Marskens Naturhistorie (with contributions of C. Wesenberg-Lund, E. Østrup &c)*. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter - Naturvidenskabelig og Mathematisk Afdeling*, 7. Rk., 2: 1-56.
448. Webster, Charles. *Paracelsus: Medicine, Magic and Mission at the End of Time*. New Haven: Yale UP, 2008.
449. Weiss F. E. (1929). "Obituary Notice: Richard Henry Yapp, 1871–1929". *Journal of Ecology*. 17 (2): 405–408.

450. Whendee L. Silver, Sandra Brown, Fred N. Scatena, John J. Ewel. A History of the Ecological Sciences: Early Greek Origins. *Bulletin of the Ecological Society of America*. 2001, Volume 82(1): P. 93–97.
451. Willems, Erik P.; van Schaik, Carel P. (2017). "The social organization of *Homo ergaster*: Inferences from anti-predator responses in extant primates". *Journal of Human Evolution*. 109: 11–21.
452. Woodward, David (2007). *The History of Cartography, Volume Three: Cartography in the European Renaissance*. Chicago and London: University of Chicago Press.
453. Zirkle, C. 1941. Natural selection before the "Origin of Species." *Proceedings of the American Philosophical Society* 84:71–123.
454. Zirkle, C. 1967. The death of Gaius Plinius Secundus (23–79 A.D.). *Isis* 58:553–559.