

Міністерство освіти і науки
Житомирський державний університет імені Івана Франка
Природничий факультет
Кафедра екології та географії

Хом'як І.В.

**Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи
«Системний аналіз якості навколишнього середовища»**

Для підготовки здобувачів другого
(магістерського) рівня вищої освіти

Галузь знань Е Природничі науки
Спеціальність Е2 Екологія
Освітня програма Екологія
Факультет Природничий

Автор:
професор кафедри екології та географії **Хом'як Іван**

Житомир 2026

УДК 504.064:519.87
Х-76

Рекомендовано до друку кафедрою екології та географії Житомирського державного університету
імені
Івана Франка (протокол № 1 від 25.08. 2026).

Х-76

Хом'як І. В. Системний аналіз якості навколишнього середовища: методичні рекомендації до виконання самостійної роботи. Житомир: видавництво ЖДУ ім. І. Франка, 2026. 39 с.

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи із навчальної компоненти «Системний аналіз якості навколишнього середовища» розроблені на основі сучасних досягнень у галузі системного аналізу, екологічного моніторингу та моделювання. Матеріали видання включають новітні методики оцінки стану біосфери й відображають актуальні проблеми теоретичної та практичної складової сучасної екології. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт призначений для здобувачів вищої освіти.

©Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2026

ЗМІСТ

Вступ	4
Загальна характеристика освітньої компоненти	5
Загальні правила організації самостійної роботи	7
Тестові завдання	10
Ситуативні задачі	22
Розрахунково-моделюючі задачі	68
Теоретичні запитання для самопідготовки	70
Рекомендована література та інтернет-ресурси	74

ВСТУП

Масштабний антропогенний вплив на біосферу викликав стрімке ускладнення екологічних проблем, з якими локальні оціночні підходи вже не дають ради. Навколишнє середовище є складною, багаторівневою системою, де трансформація одного елемента запускає каскадні зміни в усій структурі.

Це зумовлює критичну потребу в застосуванні системного підходу, який інтерпретує природні й техногенні об'єкти як цілісні угруповання взаємопов'язаних компонентів. Виступаючи міждисциплінарним містком між біологією, географією, кібернетикою та математичним моделюванням, системний аналіз дозволяє не лише фіксувати поточний стан довкілля, а й прогнозувати довгострокову динаміку екосистем. Без розуміння внутрішніх зв'язків у біогеоценозах неможливо побудувати дієвий моніторинг, сформувані стратегії збереження біорізноманіття чи обґрунтувати рішення для сталого розвитку регіонів.

Методологічний базис посібника поєднує фундаментальні засади загальної екології, теорії систем та математичного апарату. Значну увагу приділено статистичному аналізу, імітаційному моделюванню біогеоценозів, ГІС-технологіям та експертній оцінці природно-техногенних систем. Структура видання вибудована за принципом «від теорії до практики»: від концептуальних засад та понятійного апарату до прикладних завдань, контрольних запитань і практичних кейсів, що сприяє ефективному формуванню фахових компетентностей у здобувачів вищої освіти.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Освітня компонента «Системний аналіз якості навколишнього середовища» є обов'язковою для вивчення здобувачів другого рівня вищої освіти спеціальності Е2 «Екологія» в перший рік їхньої підготовки (2 семестр). Вона складається із 7 кредитів (210 годин). Зміст компоненти розділено на 3 модулі. На лекції відведено 30 годин, на практичні роботи – 52, а на самостійну роботу 128 годин. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить 64,1 % до 35,9 %. Ця освітня компонента спрямована на формування професійної готовності до розв'язання складних завдань у галузі екологічної безпеки та збалансованого розвитку. Навчання передбачає оволодіння навичками проведення самостійних наукових досліджень та впровадження еко-інновацій у специфічних ситуаціях із комплексними чи багатфакторними умовами.

Метою вивчення освітньої компоненти є формування здатності розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері екології з використанням системних підходів. Відповідно до мети завданнями її вивчення є Формувати вміння розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання з використанням системних підходів. Формувати вміння застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних проблем. Формувати вміння до використання принципів, методів та організаційних процедур дослідницької діяльності з використанням системних підходів.

Під час вивчення освітньої компоненти здобувачі мають отримати такі програмні результати та програмні результати.

Компетентності

ЗК1. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК4. Здатність розробляти та управляти проектами.

СК1. Обізнаність на рівні новітніх досягнень, необхідних для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.

СК2. Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних проблем.

СК4. Здатність застосовувати нові підходи до аналізу та прогнозування складних явищ, критичного осмислення проблем у професійній діяльності.

СК7. Здатність до організації робіт, пов'язаних з оцінкою екологічного стану, захистом довкілля та оптимізацією природокористування, в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.

СК9. Здатність самостійно розробляти екологічні проекти шляхом творчого застосування існуючих та генерування нових ідей.

СК10. Здатність оцінювати рівень негативного впливу природних та антропогенних факторів екологічної небезпеки на довкілля та людину.

Програмні результати навчання

ПР02. Уміти використовувати концептуальні екологічні закономірності у професійній діяльності.

ПР06. Знати новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень, у тому числі методи та засоби математичного і геоінформаційного моделювання.

ПР10. Демонструвати обізнаність щодо новітніх принципів та методів захисту навколишнього середовища.

ПР12. Уміти оцінювати ландшафтне і біологічне різноманіття та аналізувати наслідки антропогенного впливу на природні середовища.

ПР13. Уміти оцінювати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля.

ПР17Критично осмислювати теорії, принципи, методи і поняття з різних предметних галузей для вирішення практичних задач і проблем екології.

ПР20.Володіти основами еколого-інженерного проектування та еколого-експертної оцінки впливу на довкілля.

Зміст освітньої компоненти розділено на три модулі: «Основи системного аналізу», «Природні системи» та «Прогнозування стану довкілля». Перший модуль включає в себе теми: «Система і її характеристики» та «Холічний підхід до вивчення складних систем». Другий модуль складається із двох тем: «Довкілля як система» та «Моделювання природних систем». В третьому модулі розглядається одна тема – «Методологія і практика побудови прогностичних алгоритмів» (табл. 1).

Табл. 1. Структура освітньої компоненти

Назви тем	Кількість годин										
	Денна форма						Заочна форма				
	Всього	У тому числі					У тому числі				
		Лекції	Практичні/Семінарські заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальні заняття	Всього	Лекції	Практичні/Семінарські заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота
Модуль I. Основи системного аналізу											
Тема. 1. Система і її характеристики	50	6	12		32						
Тема. 2. Холічний підхід до вивчення складних систем	54	8	14		32						
Разом за модулем 1	104	14	26		64						
Модуль II Природні системи											
Тема. 3. Довкілля як система	32	4	8		20						
Тема. 4. Моделювання природних систем	34	4	10		20						
Разом за модулем 2	66	8	18		40						
Модуль III. Прогнозування стану довкілля											
Тема. 5. Методологія і практика побудови прогностичних алгоритмів.	36	4	8		24						
	36	4	28		24						
Усього годин	210	30	52		128						

Загальні правила організації самостійної роботи

Вивчення дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» вимагає від здобувача вищої освіти не лише ґрунтовних базових знань з біології, географії та загальної екології, а й глибокого розуміння методології теорії систем, математичного моделювання, прикладної кібернетики та принципів функціонування природно-техногенних об'єктів. Самостійна робота здобувача у межах цього курсу є ключовим інструментом формування системного екологічного мислення, оскільки динаміка антропогенних трансформацій біосфери та розвиток природоохоронних інструментів випереджають будь-які статичні підручники.

Під час виконання завдань із самостійної роботи при вивченні «Системного аналізу якості навколишнього середовища» слід дотримуватися ряду правил.

1. Стратегічне планування та інформаційна гігієна

Ефективна самостійна робота починається з чіткого структурування інформаційного простору. Враховуючи міждисциплінарність системного аналізу, студент має дотримуватися таких правил:

Пріоритетність першоджерел. Оскільки методологія моніторингу та моделювання екосистем постійно вдосконалюється, покладатися лише на підручники десятирічної давнини неможливо. Робота має включати моніторинг баз даних Scopus та Web of Science, а також аналітичних ресурсів Європейського агентства з довкілля (EEA) та Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

Глосарійний підхід. Кожна тема супроводжується специфічною термінологією (ентропія екосистеми, емерджентність, гомеостаз, стійкість за Ліпуновим, фазовий простір, біоіндикація, екологічний моніторинг). Рекомендується вести власний термінологічний словник, що полегшує підготовку до підсумкового контролю.

Тайм-менеджмент. На самостійну роботу з дисципліни відводиться значний обсяг навчального часу. Розподіл часу має бути пропорційним: 30% — опрацювання лекційного матеріалу та методологічних засад; 50% — пошук, аналіз та первинна обробка екологічних даних та наукових публікацій; 20% — самоперевірка, побудова алгоритмів та синтез власних висновків.

2. Методика опрацювання теоретичного матеріалу

Самостійне вивчення теорії в системному аналізі відрізняється від класичних дисциплін необхідністю постійного переходу від описового аналізу до причинно-наслідкового моделювання.

Алгоритм роботи над темою:

Причинно-наслідкова дедукція. Розглядаючи екологічний чинник або забруднювач, спочатку вивчіть його джерело та фізико-хімічну природу, а потім змодельуйте ланцюгову реакцію його переносу та трансформації у трофічних мережах біогеоценозу.

Структурно-функціональне моделювання. Самостійно розробляйте поточкові діаграми (наприклад, діаграми Одума або ментальні карти), візуалізуйте потоки речовини, енергії та інформації всередині досліджуваної системи, виділяючи критичні вузли та зворотні зв'язки.

Критичний аналіз системних параметрів. При читанні літератури завжди ставте під сумнів лінійність екологічних процесів. Чи спрацює стандартна математична модель у разі досягнення системою точки біфуркації або катастрофічного зміщення гомеостатичної рівноваги?

3. Робота з кейсами та моделювання проєктів

Системний аналіз — це прикладна методологія, тому самостійна робота здобувача повинна мати проєктно-орієнтований характер. Студенту рекомендується обрати один «об'єкт-модель» (наприклад, конкретну річкову підбасейнову систему, урбанізовану територію чи хвостосховище) і протягом семестру самостійно наповнювати цей кейс аналітичними даними:

Структуризація системи. Визначте межі об'єкта, його елементний склад, внутрішні та зовнішні зв'язки (природно-техногенні взаємодії).

Оцінка показників якості. Застосуйте методи phyto- чи zooіндикації, комплексні індекси забруднення (ІЗА, ІВК) для кількісної оцінки стану середовища.

Прогнозування та сценарії. Змодельуйте ситуацію залпового викиду забруднюючої речовини або зміни кліматичного навантаження. Як зміниться вектор суцесії та деградація екосистеми?

4. Організація роботи з науковою періодикою

Для досягнення високого рівня професійної компетентності студент має опрацювати за семестр не менше 5–7 англомовних або фахових вітчизняних наукових публікацій із топрейтингових журналів у галузі системної екології, екологічного моделювання та аналізу довкілля.

Правила конспектування статей:

Фокус на методології. Не переписуйте статтю повністю. Випишіть лише методологічний апарат (які математичні моделі, ГІС-інструменти чи статистичні вибірки використовували автори) та підсумковий показник системного відгуку.

Співставлення даних. Якщо в статті десятирічної давнини йдеться про стабільність системи за певного рівня навантаження, перевірте свіжі публікації — можливо, виявлено приховані накопичувальні ефекти (біоаккумуляцію) чи системні ризики.

5. Самоконтроль та підготовка до атестації

Самостійна робота вважається завершеною лише тоді, коли знання трансформувалися у здатність до об'єктивної експертної оцінки та прийняття управлінських рішень.

Метод самозапитань. Замість простого заучування визначень, формулюйте проблемні системні питання. Наприклад: «Чому локальне зменшення викидів одного підприємства може не дати загального покращення якості атмосферного повітря в регіоні через ефекти синергізму та трансферу?»

Підготовка аналітичних записок та есе. При написанні письмових робіт уникайте фрагментарної копіювання текстів з інтернету. Використовуйте чітку структуру: Теза — Системний аргумент (на основі розрахунків чи джерел) — Власний аналіз/модель — Управлінський висновок. Це гарантує високу оригінальність тексту та демонструє глибоке засвоєння методологічного інструментарію.

6. Етичні та еколого-економічні аспекти самостійної роботи

Застосування системного аналізу вимагає розуміння концепції сталого розвитку та концептуальної відповідальності за наслідки прийняття екологічних рішень.

Етична рефлексія. Самостійно опрацюйте концепції екоцентризму та екологічного нормування. Де проходить межа між допустимим технологічним вилученням ресурсу та незворотною деградацією біогеоценозу?

Прогностична оцінка. Спробуйте оцінити наслідки реалізації містобудівного чи промислового проєкту на 20–50 років уперед, враховуючи концепцію екосистемних послуг та накопичений екологічний збиток.

7. Особливості виконання практично-розрахункових та експериментальних робіт

Приступати до виконання експериментальних досліджень, ГІС-моделювання чи роботи з базами екологічного моніторингу необхідно лише за погодженням із викладачем. При цьому слід чітко дотримуватися методичних вказівок та правил роботи з цифровими даними й обладнанням.

Валідація даних. Результати обробки екологічних масивів фіксуються у спеціальних протоколах розрахунків або щоденниках спостережень. Обов'язковим є оцінка статистичної достовірності вибірки.

Візуалізація перебігу дослідження. Впровадження графічного моделювання, картографічного супроводу (ГІС-карт) та візуальних блок-схем дозволяє чітко простежити динаміку системних змін та детально проаналізувати наслідки антропогенного тиску.

8. Технічні вимоги до оформлення результатів самостійної роботи

Будь-яка виконана самостійна робота повинна бути належним чином задокументована. Це дисциплінує наукове мислення та готує здобувача до написання кваліфікаційних робіт.

Посилання на джерела. Обов'язкове дотримання ДСТУ 8302:2015 або міжнародних стандартів (APA, Chicago). Кожна запозичена модель, формула чи фактичний показник повинен мати точне посилання.

Графічне представлення. Використання авторських причинно-наслідкових схем, графів, діаграм та порівняльних таблиць підвищує науковий рівень роботи й допомагає наочно розкрити складні зв'язки в природно-техногенних системах.

Академічна доброчесність. Використання інструментів штучного інтелекту дозволяється виключно як допоміжного засобу для первинного структурування даних або оптимізації програмного коду моделювання. Основний аналітичний текст має бути результатом особистих інтелектуальних зусиль здобувача, що перевіряється через глибину системного аналізу та обґрунтованість висновків.

Самостійна робота з дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» — це процес трансформації здобувача з пасивного споживача фактологічної інформації на аналітика, здатного бачити довкілля як цілісну, динамічну та взаємопов'язану систему. Дотримання цих рекомендацій дозволить не лише успішно скласти підсумкову атестацію, а й сформує фундаментальні фахові компетентності для майбутньої наукової, експертної або управлінської діяльності у сфері екології та раціонального природокористування.

Розподіл годин виділених на самостійну роботу по темах

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема. 1. Система і її характеристики	32
2	Тема. 2. Холічний підхід до вивчення складних систем	32
3	Тема. 3. Довкілля як система	20
4	Тема. 4. Моделювання природних систем	20
5	Тема. 5. Методологія і практика побудови прогностичних алгоритмів.	24
Всього:		128

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Тема 1. Система і її характеристики

Яке з наведених визначень найкраще описує поняття «система»?

а) Будь-яка випадкова сукупність об'єктів або явищ навколишнього світу

б) Сукупність взаємопов'язаних елементів, що утворюють єдине ціле і взаємодіють для досягнення певної мети

в) Відокремлена частина матеріального світу, яка не піддається зовнішнім впливам

г) Проста сума елементів, властивості якої дорівнюють сумі властивостей її складових

Як називається властивість системи, за якої її загальні властивості не зводяться до простої суми властивостей окремих елементів?

а) Емерджентність

б) Гомеостаз

в) Дивергенція

г) Структурованість

Елементи, які не належать до самої системи, але взаємодіють із нею, утворюють:

а) Внутрішню структуру системи

б) Підсистему нижчого рівня

в) Навколишнє середовище (довкілля)

г) Закриту термодинамічну зону

Яка характеристика визначає спосіб організації, характер та конфігурацію зв'язків між елементами системи?

а) Функція

б) Структура

в) Межа

г) Стан

Системи, які вільно обмінюються речовиною, енергією та інформацією з навколишнім середовищем, називаються:

а) Ізольованими

б) Закритими

в) Відкритими

г) Статичними

Що таке «гомеостаз» системи?

а) Здатність системи переходити у хаотичний стан під впливом зовнішніх чинників

б) Процес повного оновлення всіх елементів системи без збереження зв'язків

в) Здатність системи підтримувати відносну стабільність своїх параметрів і функцій при змінах у довкіллі

г) Спрямований розвиток системи від простих форм до більш складних

Зв'язок, за якого вихідний сигнал системи або її елемента впливає на вхідний сигнал, змінюючи характер подальшої роботи системи, називається:

а) Прямим зв'язком

б) Зворотним зв'язком

в) Лінійним зв'язком

г) Зовнішнім зв'язком

Який тип зворотного зв'язку зазвичай діє в системах для стабілізації їхнього стану та придушення відхилень?

а) Позитивний зворотний зв'язок

б) Негативний зворотний зв'язок

в) Нейтральний зворотний зв'язок

г) Односпрямований зворотний зв'язок

Якщо система складається з кількох частин, кожна з яких сама по собі є системою меншого масштабу, то такі частини називають:

- а) Надсистемами
- б) Елементарними частинками
- в) Підсистемами
- г) Автономними факторами

Яка характеристика описує поведінку системи та її спрямованість на виконання певного завдання або отримання результату?

- а) Об'єм системи
- б) Функція системи
- в) Ентропія системи
- г) Складність системи

Яка властивість екологічної системи відображає появу нових інтегративних якостей на рівні цілого, що відсутні у її окремих компонентів?

- А) Адаптивність
- Б) Емерджентність
- В) Гомеостаз
- Г) Ієрархічність

До якого класу систем за характером взаємодії з навколишнім середовищем належать усі природні екосистеми?

- А) Закриті системи
- Б) Ізольовані системи
- В) Відкриті системи
- Г) Статичні системи

Як у системному аналізі якості докільця називається здатність системи повертатися до стану динамічної рівноваги після зовнішнього антропогенного впливу?

- А) Синергізм
- Б) Стійкість системи
- В) Структурованість
- Г) Еволюційність

Що відбувається в екологічній системі, якщо в ній починає домінувати позитивний зворотний зв'язок після скидання забруднюючих речовин?

- А) Система стабілізує свій якісний стан
- Б) Посилюються процеси самоочищення середовища
- В) Відбувається стрімке відхилення від рівноваги та деградація системи
- Г) Система переходить у стан ізоляції

Яка характеристика визначає сукупність стійких зв'язків та взаємодій між елементами екологічної системи, що забезпечують її цілісність?

- А) Функція системи
- Б) Стан системи
- В) Поведінка системи
- Г) Структура системи

Як називається явище, коли сумарний токсичний ефект від одночасної дії кількох забруднювачів перевищує просту суму їхніх індивідуальних впливів?

- А) Гомеостаз
- Б) Синергетичний ефект
- В) Диференціація
- Г) Адитивність

Яка властивість екосистеми забезпечує її здатність підтримувати стабільність своїх внутрішніх параметрів (наприклад, хімічного складу води чи повітря) через внутрішні регуляторні механізми?

- А) Гомеостаз
- Б) Ієрархічність
- В) Нелінійність

Г) Емерджентність

Що є «входом» у системі моніторингу якості навколишнього середовища з погляду теорії систем?

А) Екологічні стандарти та нормативи (ГДК)

Б) Первинні дані вимірювань концентрацій забруднюючих речовин

В) Прогнозні моделі розвитку екологічної ситуації

Г) Управлінські рішення щодо обмеження викидів підприємств

Яка системна характеристика описує граничну здатність екосистеми витримувати антропогенне навантаження без незворотного порушення її структури та функцій?

А) Еволюційність середовища

Б) Пропускна спроможність (ємність) середовища

В) Дискретність системи

Г) Невизначеність системи

Розрахунок індексів якості води на основі спостережень за багатьма гідрохімічними показниками є прикладом реалізації якого системного принципу?

А) Декомпозиції системи

Б) Агрегування інформації

В) Ізоляції підсистем

Г) Випадкового пошуку

Тема 2. Холічний підхід до вивчення складних систем

Що є головним гаслом або фундаментальним принципом холізму (цілісності)?

а) Елементи системи завжди важливіші за саму систему

б) Ціле є більшим, ніж проста сума його частин

в) Будь-яку складну систему можна вивчити, розібравши її на найдрібніші деталі

г) Властивості системи залежать виключно від зовнішнього середовища

Який підхід до пізнання протиставляється холізму, намагаючись пояснити складні явища через властивості їхніх найпростіших компонентів?

а) Редукціонізм

б) Синергетика

в) Інтегралізм

г) Феноменологія

З погляду холічного підходу, дослідження живого організму виключно на рівні окремих хімічних молекул є:

а) Цілком достатнім для розуміння всіх життєвих процесів

б) Необхідним, але недостатнім, оскільки втрачаються системні якості організму

в) Помилковим методом, який взагалі не має наукової цінності

г) Єдиним можливим способом об'єктивного аналізу

Хто вважається автором терміна «холізм» та одним із перших дослідників, які сформулювали його філософські засади в XX столітті?

а) Людвіг фон Берталанфі

б) Ян Смутс

в) Норберт Вінер

г) Ілля Пригожин

Що відбувається з емерджентними властивостями складної системи під час її механічного розділення на окремі частини?

а) Вони зберігаються в кожній окремій частині

б) Вони зникають, оскільки руйнуються системні зв'язки

в) Вони підсилюються та стають більш вираженими

г) Вони трансформуються у фізичні константи елементів

Яка наука, що вивчає процеси самоорганізації у складних системах, тісно пов'язана з холічним підходом?

а) Синергетика

- б) Класична механіка
- в) Описова географія
- г) Лінійна алгебра

Холічний підхід у медицині (так звана холістична медицина) передбачає:

- а) Лікування виключно одного конкретного органу, де виявлено симптоми хвороби
- б) Лікування всього організму пацієнта з урахуванням його психічного, соціального та

екологічного стану

- в) Використання лише хімічно синтезованих лікарських засобів вузької дії
- г) Відмову від будь-яких діагностичних процедур на користь інтуїції

Яке поняття описує ситуацію, коли незначна зміна в одній частині складної системи через мережу взаємозв'язків призводить до масштабних наслідків усій системі?

- а) Ефект метелика
- б) Закон збереження енергії
- в) Принцип редукції
- г) Механічний детермінізм

Дослідження екосистеми з позицій холізму вимагає насамперед вивчення:

- а) Морфологічних ознак окремого виду рослин або тварин
- б) Хімічного складу поодиноких мінералів у ґрунті
- в) Кругообігу речовин, потоків енергії та трофічних зв'язків між усіма компонентами
- г) Тільки кліматичних показників регіону поза зв'язком із біотою

Що є основним обмеженням редукціоністського підходу порівняно з холічним підходом при аналізі складних систем?

- а) Висока вартість проведення експериментів
- б) Неможливість використання математичного апарату
- в) Ігнорування взаємозв'язків між елементами та контексту існування системи
- г) Надмірна увага до емерджентних властивостей

Яке головне філософсько-методологічне гасло найкраще описує сутність холічного підходу в системному аналізі?

- А) Частина завжди важливіша за ціле
- Б) Ціле є більшим, ніж проста сума його частин
- В) Будь-яку складну систему можна звести до набору простих хімічних реакцій
- Г) Взаємозв'язки між елементами не впливають на властивості системи

Який підхід до дослідження довкілля є протилежним (антагоністичним) до холістичного?

- А) Синергетичний
- Б) Екоцентричний
- В) Редукціоністський
- Г) Інтегральний

З погляду холізму, чому неможливо повністю спрогнозувати якість річкової води, вивчаючи токсичність кожної забруднюючої речовини окремо в лабораторії?

- А) Через неможливість точного вимірювання концентрацій
- Б) Через прояв емерджентних властивостей та синергетичних ефектів у реальній екосистемі
- В) Через постійну зміну об'єму річкового стоку
- Г) Через відсутність стандартизованих методик аналізу

Як холічний підхід розглядає співвідношення між цілою екосистемою та її окремими компонентами?

- А) Компоненти системи мають досліджуватися як повністю ізольовані об'єкти
- Б) Властивості цілого визначаються виключно механічним додаванням властивостей компонентів

- В) Ціле передує своїм частинам і визначає їхні функції та поведінку в системі
- Г) Стан цілої системи не залежить від змін у її структурі

Яка екологічна концепція ХХ століття, що розглядає Землю як єдиний саморегульований суперорганізм, є яскравим прикладом радикального холізму?

- А) Концепція екологічної ніші
- Б) Гіпотеза Гайї (Джеймса Лавлока)
- В) Теорія екологічного переходу
- Г) Закон мінімуму Лібіха

Що є головною перевагою застосування холістичного підходу при оцінці антропогенного впливу на навколишнє середовище?

- А) Можливість врахувати кумулятивні, запізнілі та приховані системні ефекти
- Б) Спрощення математичних розрахунків у моделях
- В) Можливість відмовитися від інструментального моніторингу довкілля
- Г) Зведення екологічного аналізу до вивчення лише одного базового показника

У чому полягає сутність «холістичного парадоксу» в системних дослідженнях якості довкілля?

- А) Екосистема одночасно є і відкритою, і повністю закритою для речовини
- Б) Для розуміння цілого потрібно знати його частини, але для розуміння частин необхідно вже знати властивості цілого
- В) Збільшення кількості інформації про систему призводить до повного зникнення зв'язків між елементами
- Г) Антропогенне навантаження одночасно підвищує і знижує біопродуктивність

Який тип мислення та організації досліджень є обов'язковим для реалізації холістичного аналізу складних соціоекологічних систем?

- А) Вузькоспеціалізований (монодисциплінарний)
- Б) Міждисциплінарний та трансдисциплінарний
- В) Суто теоретичний без залучення емпіричних даних
- Г) Спонтанний (інтуїтивний)

Як у рамках холістичної методології трактується поняття «організація системи»?

- А) Юридичний статус підприємства, що забруднює довкілля
- Б) Спосіб і характер взаємодії між елементами, що підтримує цілісність системи
- В) Проста кількість живих організмів на одиницю площі
- Г) Процес видалення пошкоджених компонентів з екосистеми

Який світоглядний принцип логічно впливає з холістичного підходу до аналізу системи «людина – техніка – довкілля»?

- А) Антропоцентризм (людина як господар природи)
- Б) Екоцентризм (людина як рівноправна частина єдиної біосфери)
- В) Технократизм (технології спроможні повністю замінити природні системи)
- Г) Споживацький підхід до природних ресурсів

Тема 3. Довкілля як система

Навколишнє середовище (довкілля) з погляду системного аналізу розглядається як:

- а) Сукупність природних умов, які існують незалежно одна від одної
- б) Складна, динамічна, відкрита система, що поєднує природні, антропогенні та соціальні компоненти
- в) Статичний простір, який слугує лише джерелом ресурсів для людини
- г) Закрита термодинамічна система, що не зазнає жодних зовнішніх змін

Яка оболонка Землі, що охоплює нижню частину атмосфери, всю гідросферу та верхню частину літосфери, є глобальною екологічною системою?

- а) Ноосфера
- б) Біосфера
- в) Магнітосфера
- г) Тропосфера

Компоненти довкілля, що мають неживу природу (світло, температура, вода, повітря), називаються:

- а) Біотичними факторами
- б) Антропогенними факторами

в) Абіотичними факторами

г) Едафічними факторами

Що є головним джерелом енергії, яке забезпечує функціонування довкілля як глобальної системи?

а) Внутрішнє тепло земного ядра (геотермальна енергія)

б) Енергія сонячного випромінювання

в) Енергія припливів і відпливів

г) Спалювання викопного палива людством

Який процес у довкіллі забезпечує багаторазове використання хімічних елементів (Кислорода, Карбону, Нітрогену тощо) і підтримує стабільність біосфери?

а) Екологічний моніторинг

б) Біогеохімічний кругообіг речовин

в) Антропогенна сукцесія

г) Радіаційний баланс

Здатність природного середовища витримувати антропогенне навантаження без порушення своїх основних системних функцій та самовідновлюватися називається:

а) Екологічною ємністю (або стійкістю) системи

б) Екологічною катастрофою

в) Екологічним слідом

г) Природною деградацією

Що є прикладом позитивного зворотного зв'язку в системі довкілля, який посилює зміни та може призвести до нестабільності?

а) Збільшення чисельності хижаків при зростанні кількості жертв, що згодом зменшує кількість жертв

б) Танення полярного льоду через потепління, що знижує альбедо (відбивну здатність) Землі та викликає ще більше потепління

в) Посилення випаровування води, що веде до утворення густих хмар, які відбивають сонячне світло і охолоджують поверхню

г) Поглинання надлишку вуглекислого газу океаном без зміни його хімічних властивостей

Як називається стан взаємодії суспільства та природи, за якого людство задовольняє свої потреби, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби?

а) Індустріалізація

б) Сталий (стабільний) розвиток

в) Техногенез

г) Екологічний ексцентризм

Будь-які зміни в структурі чи функціонуванні довкілля, спричинені діяльністю людини, класифікуються як:

а) Еволюційні чинники

б) Антропогенні зміни

в) Космічні впливи

г) Геологічні процеси

Порушення динамічної рівноваги в природній системі під впливом надмірних навантажень, що призводить до її руйнування або до якісної перебудови, називається:

а) Екологічною кризою або катастрофою

б) Кліматичним оптимумом

в) Природною адаптацією

г) Сукцесійною зрілістю

Який фундаментальний системний процес у довкіллі забезпечує безперервне повторне використання хімічних елементів та стабільність якісного стану біосфери?

А) Техногенез

Б) Кругообіг речовин (біогеохімічні цикли)

В) Екологічна сукцесія

Г) Акумуляція токсикантів

Як називається соціоприродна мегасистема, що інтегрує в собі природне середовище, людське суспільство та створену ним технічну інфраструктуру?

А) Біогеоценоз

Б) Урбоекосистема

В) Соціоекологічна система

Г) Фітоценоз

Згідно з яким системним законом довкілля, будь-яка зміна в одному з компонентів природного середовища неминуче призводить до розвитку компенсуючих або деструктивних реакцій в інших його частинах?

А) Закон внутрішньої динамічної рівноваги

Б) Закон мінімуму Лібіха

В) Закон оптимальності

Г) Закон толерантності Шелфорда

Що є основним термодинамічним показником деградації та дезорганізації довкілля як системи під впливом надмірного антропогенного тиску?

А) Зростання біомаси

Б) Зниження концентрації вуглекислого газу

В) Зростання ентропії системи

Г) Збільшення енергетичного виходу

Як у системному аналізі називається просторово-часова неоднорідність компонентів довкілля, яку необхідно враховувати при проектуванні мереж екологічного моніторингу?

А) Гетерогенність середовища

Б) Ізоляція підсистем

В) Стаціонарність системи

Г) Гомогенність середовища

Яка системна характеристика довкілля відображає його спроможність засвоювати, нейтралізувати або виводити забруднюючі речовини без зміни своєї базової структури?

А) Інформаційна ємність

Б) Асиміляційна ємність (пропускна спроможність) середовища

В) Еволюційна пластичність

Г) Емерджентність біоти

Що є головним наслідком явища екологічної декомпозиції в природних системах під дією хімічного чи фізичного забруднення?

А) Поява нових корисних зв'язків між видами

Б) Руйнування функціональних зв'язків між компонентами та розпад цілісності системи

В) Швидке зростання стійкості екосистеми до зовнішніх чинників

Г) Повне припинення дії сили тяжіння всередині ландшафту

Концепція біотичної регуляції навколишнього середовища стверджує, що стабільність клімату та хімічних параметрів планети підтримується завдяки:

А) Виключно геологічним та вулканічним процесам

Б) Керуючій та стабілізуючій функції сукупності живих організмів (біоти)

В) Космічному випромінюванню

Г) Штучним інженерним спорудам людства

Який індикатор використовується в системному аналізі для кількісного виміру сукупного тиску людства на довкілля, вираженого в площі продуктивної території, необхідної для забезпечення ресурсами та асиміляції відходів?

А) Коефіцієнт зволоження

Б) Екологічний слід (Ecological Footprint)

В) Індекс біорозформатингноманіття Шеннона

Г) Бонітет ґрунту

Стан «рухомої рівноваги» довкілля, за якого його загальні інтегральні макропараметри залишаються сталими попри постійний потік речовини та енергії через межі системи, називається:

- А) Статичним спокоєм
- Б) Квазістаціонарним (динамічно рівноважним) станом
- В) Термодинамічним хаосом
- Г) Абсолютною ізоляцією

Правильна відповідь: Б

Тема 4. Моделювання природних систем

Що таке моделювання природних систем?

- а) Процес точного і повного копіювання природного об'єкта в його реальних масштабах
- б) Метод дослідження об'єктів або явищ шляхом побудови та вивчення їхніх спрощених аналогів (моделей)

в) Опис природи виключно за допомогою художніх засобів та літературних метафор

г) Збір статистичних даних без їхнього подальшого аналізу та узагальнення

Чому при моделюванні природних систем завжди створюється спрощений образ реальності, а не повна копія?

а) Через відсутність достатньо потужних комп'ютерів у сучасній науці

б) Оскільки природні системи надто складні й містять нескінченну кількість зв'язків, які неможливо врахувати одночасно

в) Для того, щоб модель була менш точною і легше підганялася під теорію

г) Спрощення є вимогою нормативно-правових актів у сфері екології

Моделі, які описують природну систему за допомогою математичних рівнянь, формул та логічних відношень, належать до типу:

а) Фізичних (матеріальних) моделей

б) Концептуальних моделей

в) Математичних (комп'ютерних) моделей

г) Графічних моделей

Як називається модель природного процесу, яка враховує фактор часу і дозволяє спостерігати за змінами стану системи в динаміці?

а) Статична модель

б) Динамічна модель

в) Стохастична модель

г) Семіотична модель

Якщо модель природної системи базується на чітких причинно-наслідкових зв'язках і для однакових вхідних даних завжди дає однаковий результат, вона є:

а) Детермінованою

б) Імовірнісною (стохастичною)

в) Евристичною

г) Емпіричною

Створення зменшеного лабораторного макета річки чи водосховища для дослідження процесів ерозії берегів є прикладом:

а) Математичного моделювання

б) Концептуального проектування

в) Фізичного (натурного) моделювання

г) Чисельного експерименту

Що є першим і базовим етапом у процесі побудови будь-якої моделі природної системи?

а) Написання програмного коду для комп'ютера

б) Формулювання концептуальної моделі (визначення мети, елементів та зв'язків)

в) Перевірка моделі на адекватність реальним даним

г) Проведення прогнозних розрахунків

Як називається перевірка відповідності побудованої моделі реальній природній системі за допомогою порівняння результатів моделювання з фактичними спостереженнями?

- а) Ідентифікація
- б) Верифікація (валідація)
- в) Агрегація
- г) Декомпозиція

Для чого найчастіше використовують імітаційне моделювання екосистем?

- а) Для безпосереднього керування погодними умовами в реальному часі
- б) Для прогнозування поведінки екосистеми за різних сценаріїв людського впливу чи кліматичних змін

в) Для повної заміни польових досліджень кабінетними розрахунками

г) Для класифікації нових видів живих організмів

Яка помилка моделювання виникає через неправильне розуміння теоретичних закономірностей функціонування природної системи?

- а) Помилка округлення при обчисленнях
- б) Помилка вимірювання приладів
- в) Концептуальна помилка моделі
- г) Помилка введення даних

Як у системному аналізі називається процес перевірки відповідності побудованої математичної моделі реальному екологічному об'єкту або процесу за допомогою незалежних експериментальних даних?

- А) Верифікація
- Б) Валідація (оцінка адекватності)
- В) Декомпозиція
- Г) Агрегування

Які моделі природних систем обов'язково враховують випадкові чинники, ймовірнісні розподіли та стохастичну природу екологічних процесів?

- А) Детерміновані моделі
- Б) Статичні моделі
- В) Стохастичні моделі
- Г) Лінійні аналітичні моделі

Перенесення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, яке зумовлене виключно упорядкованим горизонтальним рухом повітряних мас (вітром), описується за допомогою моделі:

- А) Моделі адвекції
- Б) Моделі молекулярної дифузії
- В) Моделі Стрітера-Фелпса
- Г) Балансової моделі біоти

Для моделювання яких процесів у річкових екосистемах традиційно застосовується класична двокритеріальна модель Стрітера-Фелпса?

- А) Поширення радіонуклідів у донних відкладах
- Б) Динаміки біохімічного споживання кисню (БСК) та розчиненого кисню
- В) іграції важких металів по трофічних ланцюгах
- Г) Процесів ерозії берегової лінії

Який метод моделювання екологічних систем базується на багаторазовому чисельному моделюванні з використанням випадкових величин для оцінки ризиків та невизначеностей?

- А) Метод нечіткої логіки
- Б) Метод штучних нейронних мереж
- В) Метод Монте-Карло
- Г) Метод аналітичної екстраполяції

Який інструмент інтелектуального моделювання найкраще використовувати для прогнозування якості довкілля за наявності великих масивів даних, але за повної відсутності точних аналітичних формул чи фізичних законів зв'язку між параметрами?

- А) Рівняння матеріального балансу
- Б) Штучні нейронні мережі (ШНМ)

В) Концептуальні матричні моделі

Г) Лінійне програмування

Інтеграція математичних моделей просторового поширення токсикантів із геоінформаційними системами (ГІС) дозволяє створювати:

А) Текстові реферативні звіти

Б) Цифрові прогностичні карти-схеми забруднення

В) Стаціонарні таблиці нормативів ГДК

Г) Тільки експертні опитувальні листи

Якщо екологічна модель оперує якісними лінгвістичними змінними (наприклад: «високий рівень забруднення», «помірна стійкість»), то математичним апаратом для її побудови є:

А) Диференціальні рівняння вищих порядків

Б) Нечітка логіка (Fuzzy Logic)

В) Теорія ймовірностей часових рядів

Г) Матрична алгебра Леслі

Як у теорії моделювання складних нелінійних систем називається висока чутливість прогностичних моделей до найменших змін початкових умов, що робить довгостроковий екологічний прогноз неможливим?

А) Ефект синергізму

Б) Закон оптимуму

В) Ефект метелика (детермінований хаос)

Г) Принцип емерджентності

Робота з якою моделлю полягає у дослідженні балансу речовини чи енергії на «вході» та «виході» системи, без детального математичного опису складних внутрішніх біохімічних процесів самого об'єкта (принцип «чорної скриньки»)?

А) Імітаційна динамічна модель

Б) Модель матеріального балансу

В) Просторово-розподілена тривимірна модель

Г) Нейромережева модель класифікації

Тема 5. Методологія і практика побудови прогностичних алгоритмів

Що таке прогностичний алгоритм у контексті системних досліджень?

а) Набір інструкцій для випадкового вибору варіантів розвитку подій

б) Чітка послідовність математичних і логічних операцій, що дозволяє на основі вхідних даних розрахувати майбутній стан системи

в) Опис минулих станів системи без спроб зазирнути в майбутнє

г) Програма, яка автоматично виправляє помилки у роботі природної системи

Який метод прогнозування базується на поширенні тенденцій, виявлених у минулому та сьогодні, на майбутній період?

а) Екстраполяція

б) Експертне оцінювання

в) Інтуїтивне передбачення

г) Дедуктивне виведення

Сукупність відомостей про поведінку системи у минулому, яка використовується для розробки та навчання прогностичного алгоритму, називається:

а) Прогнозним фоном

б) Ретроспективною інформацією (історичними даними)

в) Цільовою функцією

г) Керуючим впливом

Як називається етап налаштування параметрів прогностичного алгоритму, під час якого мінімізується похибка між розрахованими та реальними історичними даними?

а) Навчання (або калібрування) алгоритму

б) Тестування надійності

в) Формалізація задачі

г) Візуалізація результатів

Який підхід до побудови прогностичних алгоритмів базується на використанні штучних нейронних мереж та аналізі великих масивів даних (Big Data)?

- а) Класичний аналітичний підхід
- б) Машинне навчання (Machine Learning)
- в) Метод експертних панелей (Дельфі)
- г) Номографічний метод

Часовий інтервал, на який розробляється прогноз (наприклад, доба, місяць, рік, десятиліття), має назву:

- а) Період попередження (горизонт прогнозування)
- б) Крок дискретизації
- в) Час запізнення сигналу
- г) Тривалість ретроспекції

Яка похибка прогнозу виникає внаслідок того, що в алгоритмі не враховано раптові випадкові збурення або форс-мажорні фактори довкілля?

- а) Систематична похибка
- б) Стохастична (випадкова) похибка
- в) Інструментальна похибка
- г) Обчислювальна похибка

Якщо прогностичний алгоритм показує відмінні результати на даних, на яких він навчався, але дає дуже велику помилку на нових даних, це явище називається:

- а) Перенавчанням (overfitting)
- б) Недонавчанням (underfitting)
- в) Оптимізацією алгоритму
- г) Конвергенцією моделі

Метод прогнозування, що полягає в опитуванні незалежної групи експертів у кілька турів із анонімним обговоренням результатів для досягнення консенсусу, називається:

- а) Методом Монте-Карло
- б) Методом Дельфі
- в) Методом найменших квадратів
- г) Сценарним аналізом

Для чого під час оцінювання якості прогностичного алгоритму використовують метрики RMSE (середньоквадратична помилка) або MAE (середня абсолютна помилка)?

- а) Для визначення швидкості роботи комп'ютерної програми
- б) Для кількісного вимірювання точності прогнозу та порівняння різних алгоритмів
- в) Для автоматичного виправлення вхідних даних алгоритму
- г) Для графічного відображення структури системи

Як у методології прогнозування часових рядів називається екологічний показник, статистичні характеристики якого (середнє значення, дисперсія) не змінюються з часом?

- А) Трендовий часовий ряд
- Б) Стаціонарний часовий ряд
- В) Мультиплікативний процес
- Г) Нелінійний стохастичний тренд

Який метод прогнозування стану довкілля доцільно обрати, якщо аналітичний опис системи повністю відсутній, а історичні статистичні дані замінені суб'єктивними оцінками висококваліфікованих фахівців?

- А) Авторегресійне моделювання
- Б) Метод екстраполяції найменших квадратів
- В) Експертні (інтуїтивні) методи прогнозування
- Г) Алгоритми регресії дерев рішень

Прогнозування за допомогою математичних моделей класу ARIMA (авторегресія інтегрованого рухомого середнього) найчастіше застосовується для оцінки:

- А) Просторово-розподіленого вимивання ґрунтів
- Б) Динаміки екологічних показників у вигляді послідовних часових рядів
- В) Генетичних мутацій рослин в інвазійних вогнищах
- Г) Кумулятивного ефекту від раптового хімічного викиду

Для чого при розробці прогностичних алгоритмів на основі машинного навчання вихідний масив екологічних даних обов'язково розділяють на навчальну (training) та тестову (testing) вибірки?

- А) Для штучного збільшення об'єму зібраної інформації
- Б) Для навчання алгоритму на одних даних та незалежної перевірки його прогностичної точності на інших
- В) Для автоматичного видалення помилок вимірювання екологічних приладів
- Г) Для приведення всіх екологічних показників до єдиної розмірності

Як називається негативне явище в моделюванні, коли прогностичний алгоритм занадто підлаштувався під специфічні шуми навчальної вибірки, через що показує високу точність на навчальних даних, але повністю втрачає здатність до прогнозування на нових реальних показниках довкілля?

- А) Перенавчання (overfitting)
- Б) Недонавчання (underfitting)
- В) Мультиколінеарність
- Г) Автокореляція залишків

Сценарне прогнозування екологічних процесів (інструментарій «що, якщо...») розробляється аналітиками насамперед для:

- А) Точного визначення дати настання конкретної екологічної катастрофи
- Б) Оцінки можливих варіантів розвитку стану довкілля залежно від прийняття різних управлінських рішень
- В) Спрощення структури прогностичного алгоритму до лінійного вигляду
- Г) Повного виключення математичного апарату з процесу моделювання

Яка метрика найчастіше використовується для оцінки похибки прогностичного алгоритму та розраховується як корінь квадратний із середнього значення квадратів різниць між прогнозованими та фактичними параметрами якості середовища?

- А) MAE (Середня абсолютна похибка)
- Б) MAPE (Середня абсолютна відсоткова похибка)
- В) RMSE (Середньоквадратична помилка)
- Г) Коефіцієнт детермінації R-квадрат

Який алгоритм машинного навчання, що базується на ансамблі безлічі незалежних дерев рішень, ефективно застосовується для прогнозування складних нелінійних екологічних ризиків?

- А) Проста лінійна регресія
- Б) Випадковий ліс (Random Forest)
- В) Метод експоненціального згладжування
- Г) Алгоритм найближчих сусідів без навчання

У чому полягає суть проблеми «прокляття розмірності» при побудові прогностичних алгоритмів екологічного моніторингу?

- А) У повній відсутності географічних координат пунктів спостереження
- Б) У стрімкому зростанні вимог до обсягу даних та складності моделі при збільшенні кількості контрольованих факторів довкілля
- В) У використанні застарілих одиниць вимірювання концентрації речовин
- Г) У неможливості округлення розрахованих прогнозних значень

Поєднання прогностичних алгоритмів динаміки забруднювачів із геоінформаційними системами (ГІС) дає можливість аналітику:

- А) Візуалізувати майбутні зміни екологічної ситуації у вигляді динамічних карт просторового розподілу
- Б) Повністю відмовитися від комп'ютерних обчислень
- В) Автоматично скасувати дію державних екологічних нормативів
- Г) Зменшити кількість хімічних елементів у періодичній системі Менделєєва

СИТУАТИВНІ ЗАДАЧІ

Тема 1. Система і її характеристики

Задача 1 (Емерджентність та компоненти). Під час дослідження впливу промислових стічних вод на річкову екосистему лаборанти окремо проаналізували токсичність чистого кадмію, концентрацію фосфатів та рівень рН води. Проте після скидання цих речовин у річку реальний рівень деградації біоти (масовий замор риби) виявився значно вищим, ніж прогнозована сума окремих шкідливих ефектів.

Завдання: Поясніть це явище з позицій системного аналізу. Яку базову властивість системи не було враховано при ізольованому аналізі компонентів? Опишіть, як взаємодія елементів створює нову системну якість.

Задача 2 (Зворотні зв'язки у стабілізації). У лісовому заказнику внаслідок незаконного полювання різко скоротилася популяція вовка (верхівкового хижака). Протягом перших двох років спостерігалася стрімке зростання чисельності козуль, що призвело до майже повного знищення підросту головних лісоутворюючих порід. На третій рік серед козуль спалахнула епізоотія, і їхня чисельність упала нижче початкового рівня.

Завдання: Визначте типи зворотних зв'язків (позитивний чи негативний), які діяли на кожному етапі розвитку цієї ситуації. Намалюйте принципову блок-схему контурів регулювання цієї підсистеми.

Задача 3 (Відкритість та межі системи). Для захисту орної землі від вітрової ерозії навколо поля було створено мережу лісосмуг. Екологи розглядають це поле як агроєкосистему. Через 5 років фермери помітили зміни не лише у структурі ґрунту, а й у рівні залягання ґрунтових вод та видовому складі комах-запилювачів на сусідніх ділянках.

Завдання: Обґрунтуйте, чому агроєкосистема є відкритою системою. Де проходять її просторові та функціональні межі і як обмін речовиною та енергією впливає на надсистему (навколишній ландшафт)?

Задача 4. На промисловому підприємстві модернізували очисні споруди, встановивши новітні фільтри для вловлювання конкретного газоподібного забруднювача. Однак за кілька місяців з'ясувалося, що загальний екологічний тиск на місцеву екосистему не зменшився, оскільки уловлена речовина у процесі утилізації почала потрапляти у стічні води у більш токсичній формі. Поясніть цей результат з позицій властивості цілісності системи та ефекту перенесення проблеми між підсистемами довкілля.

Задача 5. Екологічна інспекція зафіксувала одночасне скидання у водойму відходів від деревообробного заводу та хімічного комбінату. Окремо кожен із цих видів стоків у наявних концентраціях не викликав масової загибелі гідробіонтів під час лабораторних тестів, але їхнє змішування у річці призвело до екологічної катастрофи. Яку властивість системи та який специфічний системний ефект ілюструє ця ситуація?

Задача 6. Гірська лісова екосистема протягом тривалого часу зазнавала впливу атмосферних викидів металургійного підприємства, проте її зовнішній вигляд, видовий склад та ключові функції залишалися візуально незмінними. Проте після незначного літнього паводку відбулося раптове і масштабне всихання дерев та руйнування ґрунтового покриву. Опишіть поведінку системи, використовуючи поняття гомеостазу, внутрішнього резерву стійкості та критичної точки (порогу) переходу системи в новий стан.

Задача 7. У степовому заповіднику з метою охорони рідкісних видів рослин повністю заборонили випас копитних тварин та будь-яке втручання людини. Замість очікуваного розквіту біорізноманіття, через кілька років заповідна ділянка заросла чагарниками та агресивними бур'янами, що призвело до зникнення тих самих охоронюваних видів. Проаналізуйте помилку в управлінні екосистемою з погляду ігнорування її властивості як відкритої системи та порушення природних зв'язків між підсистемами.

Задача 8. Під час проектування нового водосховища автори проекту врахували лише гідрологічні та геологічні параметри території. Після наповнення чаші водосховища піднявся рівень ґрунтових вод, що викликало підтоплення навколишніх сіл, зміну мікроклімату регіону та

масове розмноження синьо-зелених водоростей. Який принцип системного аналізу щодо визначення меж системи та врахування зв'язків із навколишнім середовищем було порушено?

Задача 9. Державна служба моніторингу аналізує якість атмосферного повітря великого міста. Для цього використовуються дані постів спостереження, інформація про інтенсивність руху автотранспорту, метеорологічні умови та технологічні звіти фабрик. Усі ці розрізнені дані об'єднуються в єдину інформаційну мережу для прийняття рішень мерією. Визначте, що в цій системі управління якістю середовища виступає як «вхід», «структура», «процес» та «вихід».

Задача 10. Озеро, що розташоване поруч із аграрними угіддями, регулярно отримує змиви мінеральних добрив. Спочатку екосистема успішно компенсувала цей вплив за рахунок розростання вищої водної рослинності. Проте згодом процес набув лавиноподібного характеру: розмноження мікроводоростей спричинило дефіцит кисню, загибель риби, загнивання біомаси, що ще більше погіршило якість води. Охарактеризуйте зміну типу зворотного зв'язку в системі (від негативного до позитивного) у процесі її деградації.

Задача 11. Для боротьби зі шкідником лісу в екосистему штучно завезли новий вид комахоїдних птахів. Новий вид успішно знищив шкідника, але згодом витіснив корінних співочих птахів, переключився на поїдання корисних комах-запилювачів і спричинив спалах хвороб серед лісової фауни. Поясніть, чому спроба точкового керування складною природною системою без урахування її емерджентних властивостей призвела до непередбачуваної поведінки об'єкта.

Задача 12. Науковці досліджують вплив глобального потепління на зону тундри. Вони виявили, що танення вічної мерзлоти призводить до виділення парникових газів, які, потрапляючи в атмосферу, посилюють парниковий ефект, що викликає ще більш інтенсивне танення мерзлоти. Визначте архітектуру цього процесу з позицій теорії систем та опишіть роль цього контуру взаємодії у втраті стійкості екосистеми.

Задача 13. Регіональний ландшафтний парк поділений на кілька зон: заповідну, рекреаційну та господарську. Кожна зона функціонує за своїми правилами, але разом вони забезпечують збереження біорізноманіття всього регіону та сталий розвиток місцевих громад. Охарактеризуйте цю структуру за допомогою принципу ієрархічності та поясніть, чому якість функціонування всього парку не тотожна функціонуванню лише однієї з його зон.

Тема 2. Холічний підхід до вивчення складних систем

Задача 1 (Редукціонізм проти холізму в лісівництві). З метою підвищення продуктивності лісового господарства природний мішаний ліс було замінено на одновидову штучну плантацію сосни звичайної (*Pinus sylvestris*). На етапі проектування враховували лише швидкість росту деревини та оптимальну схему посадки. Через 10 років плантація зазнала масового ураження кореневою губкою та шкідниками, що призвело до масштабного всихання.

Завдання: Проаналізуйте помилку менеджерів з точки зору протиставлення редукціоністського та холістичного підходів. Які зв'язки та екосистемні функції було проігноровано заради оптимізації одного параметра?

Задача 2 (Ефект метелика в інвазійній біології). Під час благоустрою прибережної зони міського озера для зміцнення схилів було висаджено кілька кущів немісцевого виду рослин. Через кілька років ця рослина поширилася водотоками, витіснила аборигенну флору, що призвело до зникнення специфічних видів комах, зміни раціону місцевих птахів і, зрештою, до замулення та зміни гідрологічного режиму всієї річкової підсистеми регіону.

Завдання: Опишіть цей процес через призму холічного принципу загального зв'язку. Як мікрозміна на рівні одного елемента зумовила трансформацію системи глобального масштабу?

Задача 3 (Синергетичний ефект забруднення). У водосховищі одночасно потрапляють змиви азотних добрив із полів та теплові води від охолоджувальних контурів підприємства. Окремо кожен із цих чинників перебуває в межах гранично допустимих скидів (ГДС). Проте їхнє поєднання викликало бурхливе «цвітіння» води, дефіцит кисню та вторинне токсичне забруднення водойми.

Завдання: Сформулюйте холістичний висновок щодо якості середовища. Чому оцінка екологічної безпеки за ізольованими показниками нормування виявилася неефективною у складній системі?

Задача 4. Науково-дослідний інститут отримав завдання оцінити екологічний стан річкового басейну. Лабораторія гідрохімії детально вивчила хімічний склад води в усіх притоках, а лабораторія гідробіології – видовий склад риб. Коли звіти об'єднали, виявилось, що загальна екологічна траєкторія розвитку річки та причини її замулення залишилися незрозумілими. Обґрунтуйте з позицій холізму, чому механічне додавання результатів двох ізольованих редукціоністських досліджень не дозволило отримати адекватне уявлення про якість річкової системи як єдиного цілого.

Задача 5. Для ліквідації наслідків розливу нафтопродуктів на узбережжі екологи вирішили використати потужні хімічні детергенти, які пройшли успішні випробування у закритих акваріумах і показали високу ефективність у розщепленні плівки. Після масштабного застосування речовини на узбережжі нафта дійсно зникла, але це спровокувало повне вимирання донних безхребетних і колапс місцевого рибного промислу. Поясніть цю управлінську помилку через призму холістичного принципу взаємозв'язку та емерджентності складних природних об'єктів.

Задача 6. Екологічний аудитор намагається оцінити якість навколишнього середовища в місті, аналізуючи виключно звіти промислових підприємств про обсяги їхніх технологічних викидів у повітря. При цьому він ігнорує особливості міської забудови, специфіку локальних вітрових потоків та реакцію зелених насаджень. Використовуючи холістичну тезу «ціле передусе своїм частинам», поясніть, чому такий ізольований аналіз окремих джерел тиску не здатний відобразити реальну екологічну якість міського простору.

Задача 7. У лісовому масиві, що зазнає хронічного впливу кислотних дощів, ботаніки почали досліджувати стійкість головної лісоутворюючої породи дерев. Вони вивчали окремо листя, кору та кореневу систему в контрольованих умовах теплиці. Проте в реальному лісі дерева почали гинути значно швидше через руйнування мікоризних зв'язків із грибами та зміну кислотності ґрунту під дією мікроорганізмів. Опишіть, як «холістичний парадокс» проявляється у даному дослідженні та як аналітику розв'язати проблему вивчення цієї системи.

Задача 8. Міжнародна комісія розробляє стратегію збереження унікального водно-болотного угіддя. Частина експертів пропонує зосередити всі фінансові ресурси на охороні одного рідкісного виду птахів, який є символом цієї території. Інша група наполягає на фінансуванні збереження гідрологічного режиму та рослинних асоціацій усього регіону. Порівняйте ці два підходи (редукціоністський та холістичний) і докажіть перевагу екоцентричного холістичного мислення для забезпечення довгострокової якості середовища.

Задача 9. Під час оцінки впливу на довкілля майбутнього гірничо-збагачувального комбінату розробники проекту детально описали окремо вплив на повітря, окремо на підземні води та окремо на локальну флору. Проте вони не врахували кумулятивний синергетичний ефект, коли одночасне зниження рівня ґрунтових вод і запилення атмосферного повітря запускає нелінійний процес деградації всього регіонального ландшафту. Сформулюйте зауваження до цього проекту з позицій холістичної методології системного аналізу.

Задача 10. Кліматологи та екологи обговорюють гіпотезу Джеймса Лавлока про те, що жива речовина планети активно регулює стан атмосфери та океану, підтримуючи оптимальні умови для життя. Один із критиків стверджує, що глобальний клімат є результатом суто геологічних і фізико-хімічних процесів взаємодії газів. Спростуйте позицію критика, спираючись на організмичний (холістичний) погляд на біосферу як на єдину складну саморегульовану систему.

Задача 11. Управління екологічної безпеки зіткнулося з проблемою деградації великого озера через масове розмноження водоростей. Адміністрація вирішила застосувати метод механічного очищення плеса від біомаси. З погляду холістичного підходу, поведінка озера визначається не просто наявністю водоростей, а глибинною структурою зв'язків у системі «водозбірний басейн – агроландшафт – озеро». Чому точкове усунення симптому без холістичного аналізу причин не покращить якість водного об'єкта в майбутньому?

Задача 12. Наукова група розробляє комп'ютерну модель соціоекологічної системи регіону для прогнозування її сталого розвитку. Розробники вагаються: будувати модель як простий набір лінійних рівнянь для кожного екологічного фактора окремо чи використовувати апарат імітаційного моделювання складних мереж із нелінійними зворотними зв'язками. Який вибір

відповідає принципам холізму і чому саме він дозволить уникнути непередбачуваної поведінки моделі?

Задача 13. У промисловому регіоні спостерігається погіршення здоров'я населення. Медичні служби звинувачують у цьому хімічний завод, соціологи – низький рівень життя, а екологи – загальну деградацію екосистем. Жодна з груп не може запропонувати ефективну програму дій. Як холістичний підхід та залучення трансдисциплінарної методології системного аналізу можуть допомогти об'єднати ці розрізнені погляди для покращення якості життєвого середовища людини?

Тема 3. Довкілля як система

Задача 1 (Порушення біогеохімічного кругообігу). Тривале та інтенсивне внесення кислих мінеральних добрив на значній площі водозбору призвело до вимивання кальцію та магнію з ґрунту. Через систему підземного стоку це спричинило закислення малих річок, змінило розчинність важких металів у донних відкладах і порушило процеси самоочищення води.

Завдання: Розгляньте описану територію як геосистему. Визначте, як збій у кругообігу речовин в одній геосфері (літосфері) ланцюговою реакцією дестабілізував процеси в іншій (гідросфері).

Задача 2 (Екологічна ємність та антропогенний тиск). Навколо природного озера почалося стрімке будівництво відпочинкових комплексів. Очищення стічних вод здійснюється частково. Протягом перших років система озера «справлялася» із навантаженням завдяки природній фільтрації очеретом, але після перевищення певної кількості туристів прозорість води різко впала, зникли цінні види риб, а плесо затягнуло ряскою.

Завдання: Поясніть концепцію «екологічної ємності системи» на цьому прикладі. Що відбулося із точкою рівноваги екосистеми і чи є цей процес зворотним без зовнішнього втручання?

Задача 3 (Кліматичні зворотні зв'язки в масштабі ландшафту). У регіоні Полісся внаслідок масштабної осушувальної меліорації було осушено велике торфовище. Це призвело до зниження рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях, зниження локальної вологості повітря, почастищення посух та масштабних лісових пожеж, які викидають у повітря додатковий вуглекислий газ.

Завдання: Охарактеризуйте довкілля регіону як систему. Які механізми саморегуляції було зруйновано і який контур зворотного зв'язку (стабілізуючий чи деструктивний) тут увімкнувся?

Задача 4. У регіоні інтенсивного ведення сільського господарства тривалий час застосовували стійкі пестициди для захисту посівів. Через кілька років хімічний аналіз показав, що концентрація цих речовин у тканинах хижих птахів та рибоїдних ссавців місцевих водойм виявилася у багато разів вищою, ніж у самій воді чи ґрунті агроландшафту. Опишіть цей процес з погляду функціонування довкілля як системи, використовуючи поняття потоків речовини та акумуляції токсикантів у трофічних ланцюгах.

Задача 5. На околиці лісового масиву збудували широку швидкісну автомагістраль із суцільним асфальтним покриттям та високими захисними екранами. Екологи помітили, що це призвело не лише до загибелі тварин під колесами, а й до поступової деградації рослинного покриву вглиб лісу, зміни гідрологічного режиму та припинення природного поновлення лісоутворюючих порід. Яку системну роль відіграють бар'єри та штучні межі в геосистемах і які наслідки це має для цілісності довкілля?

Задача 6. Велике промислове місто розташоване в улоговині, оточеній пагорбами. У періоди тривалої безвітряної погоди над містом формується стійкий смог, який не розсіюється, попри те, що заводи працюють у звичному режимі й не перевищують установлені нормативи викидів. Проаналізуйте цю ситуацію з позицій концепції просторово-часової гетерогенності довкілля та поясніть, чому метеорологічні чинники можуть трансформувати поведінку урбоекосистеми.

Задача 7. Металургійний комбінат здійснює постійне хронічне скидання стічних вод у велике озеро. Протягом багатьох років якість води в озері залишалася задовільною завдяки активній роботі донних мікроорганізмів та водної рослинності. Однак після того, як поруч відкрили невеликий цех гальванопластики, екосистема озера миттєво зруйнувалася, вода стала токсичною, а процеси самоочищення повністю припинилися. Поясніть це явище за допомогою

понять асиміляційної ємності середовища та екологічної декомпозиції системи під дією критичного навантаження.

Задача 8. У результаті вирубки заплавних лісів уздовж русла річки відбулася кардинальна зміна місцевого мікроклімату: літні температури повітря зросли, почастишали засухи, а рівень води в річці під час паводків почав критично підніматися, викликаючи масштабні руйнування. Охарактеризуйте взаємозв'язок між біотичним та абіотичним компонентами довкілля і поясніть, як закон внутрішньої динамічної рівноваги системи описує реакцію ландшафту на втрату лісового покриву.

Задача 9. В екосистему Полісся активно впроваджується інвазійний вид рослин – рейнуртія японська, яка утворює густі одновидові зарості на порушених землях. Це призводить до витіснення аборигенних видів трав і чагарників, зміни структури комах-запилювачів та прискорення ерозії берегів водойм. Опишіть цей процес як системну трансформацію довкілля, де поява одного нового елемента змінює вектор динаміки та якісні характеристики всієї підсистеми.

Задача 10. Науковці порівнюють стан двох природних систем: незайманого заповідного степу та монокультурного кукурудзяного поля. Під час тривалої посухи поле практично повністю висохло і потребувало штучного відновлення, тоді як заповідний степ зберіг свою структуру та швидко відновився після перших дощів. Порівняйте ці системи за допомогою термодинамічного показника ентропії та поясніть, як рівень різноманітності зв'язків впливає на загальну стійкість довкілля.

Задача 11. При аналізі соціоекологічної системи промислового регіону виявилось, що кошти, які виділяються на лікування хронічних захворювань населення, значно перевищують витрати, необхідні для встановлення сучасних очисних фільтрів на місцевих фабриках. Проаналізуйте цю ситуацію з позицій теорії систем і докажіть необхідність урахування прямих та зворотних зв'язків між підсистемою охорони здоров'я та підсистемою промислового виробництва для оптимізації якості життєвого середовища.

Задача 12. У великому місті реалізували проект масового вертикального озеленення фасадів будівель та створення «зелених дахів». За кілька років спостережень з'ясувалося, що це не лише покращило естетичний вигляд, а й знизило середню температуру повітря на вулицях у літню спеку, зменшило навантаження на дощову каналізацію під час злив та знизило рівень шуму. Які системні властивості довкілля (зокрема емерджентність) проявилися внаслідок інтеграції природних елементів у технічну інфраструктуру міста?

Задача 13. Дослідники помітили, що тривалий помірний випас диких копитних тварин на луках стимулює ріст травостою та підтримує стабільний хімічний склад ґрунту. Однак повне вилучення тварин із системи призводить до накопичення відмерлої органіки, загнивання коріння та зниження якості лучної екосистеми. Охарактеризуйте стан «рухомої рівноваги» або квазістаціонарного стану довкілля та поясніть роль біотичних сигналів у підтримці стабільності макропараметрів системи.

Тема 4. Моделювання природних систем

Задача 1 (Розробка концептуальної моделі сукцесії). На місці покинутого гранітного кар'єру починається природне відновлення рослинного покриву (первинна сукцесія). На оголеному субстраті з'являються перші накипні лишайники, згодом мохи, поодинокі трав'янисті рослини, а з часом – піонерні види дерев (береза, осика).

Завдання: Побудуйте текстову або блок-схемну концептуальну модель цього процесу. Виділіть ключові змінні стану, вхідні параметри (клімат, насіння) та внутрішні оператори (взаємодія рослин із субстратом), які необхідно врахувати для подальшого математичного моделювання.

Задача 2 (Валідація моделі міграції забруднюючих речовин). Науковці створили детерміновану математичну модель поширення викидів оксиду азоту від автомагістралі. Модель бездоганно працювала під час комп'ютерних тестів, але під час порівняння з реальними замірами на місцевості (в умовах пересіченого рельєфу та наявності лісосмуги) похибка становила понад 45%.

Завдання: У чому полягає проблема верифікації та валідації цієї моделі? Які фактори реальної природної системи було проігноровано (принцип спрощення) і як модернізувати модель для підвищення її адекватності?

Задача 3 (Імітаційне моделювання «Хижак – жертва» в інвазіях). У лісову екосистему проник небезпечний інвазійний шкідник комах, який знищує листя дуба. Для боротьби з ним планують інтродукувати спеціалізованого ентомофага (хижу комаху). Перед випуском у природу необхідно прорахувати ризики, щоб хижак після знищення шкідника не перекинувся на корисні аборигенні види.

Завдання: Який тип моделювання (статичний чи динамічний, детермінований чи стохастичний) слід обрати для вирішення цієї задачі? Опишіть структуру імітаційного експерименту.

Задача 4. Регіональне екологічне управління використовує комп'ютерну модель для прогнозування поширення викидів новозбудованого сміттєспалювального заводу. Модель бездоганно пройшла перевірку на відповідність законам аеродинаміки за допомогою тестових математичних рівнянь у лабораторних умовах. Проте під час першої реальної пилової бурі прогноз повністю розійшовся з фактичними замірами на місцевості. Проаналізуйте цю ситуацію з позицій відмінностей між верифікацією та валідацією екологічних моделей і поясніть, чому математична коректність не гарантує адекватність моделі.

Задача 5. Аналітики розробляють модель прогнозування якості води у водосховищі, яка має враховувати як закономірні сезонні зміни температури та сонячної радіації, так і випадкові фактори, як-от аварійні залпові скиди стічних вод чи раптові зливи. Поясніть, які методологічні обмеження виникнуть у дослідників, якщо вони спробують побудувати виключно детерміновану модель, і чому в даному випадку необхідне залучення стохастичного моделювання.

Задача 6. У місті, оточеному промисловою зоною, зафіксовано постійний сильний вітер, що дме в одному напрямку. Екологи помітили, що хмара забруднюючих речовин від заводу рухається чітким шлейфом уздовж міських кварталів практично без розсіювання в бокові сторони. Опишіть, який саме процес перенесення домінує в атмосфері за таких умов, та яку базову модель фізики середовища (адвекції чи молекулярної дифузії) слід обрати за основу для комп'ютерного моделювання цієї ситуації.

Задача 7. На річці, що протікає через великий промисловий центр, зафіксовано різке падіння рівня розчиненого кисню нижче за течією від місця випуску комунальних стічних вод, багатих на органічні сполуки. Згодом, на значній відстані від міста, показники кисню самостійно повернулися до норми. Яку класичну екологічну модель динаміки біохімічного споживання кисню слід застосувати для математичного опису цього процесу самоочищення річки та які ключові протилежні процеси вона має балансувати?

Задача 8. Дослідницька група намагається змоделювати потенційні екологічні ризики від підземного захоронення токсичних відходів у регіоні з надзвичайно складною і неоднорідною геологічною структурою, де точні фізичні параметри пластів неможливо виміряти безпосередньо. Які переваги надасть використання методів моделювання Монте-Карло у цій ситуації та як випадковий пошук допомагає подолати брак точних вихідних даних?

Задача 9. Перед науковцями стоїть завдання спрогнозувати рівень забруднення приземного шару повітря озonom у мегаполісі. У них є колосальний масив історичних даних щохвилинних спостережень за багато років, але хімічні реакції утворення озону під дією сонячного світла за участю вихлопних газів є занадто складними, нелінійними і до кінця не вивченими. Обґрунтуйте, чому в таких умовах доцільно відмовитися від класичних аналітичних моделей і застосувати штучні нейронні мережі.

Задача 10. Команда програмістів створила модель поширення нафтової плями в морі, але вона існує лише у вигляді набору диференціальних рівнянь у текстовому редакторі, що ускладнює роботу рятувальних служб. Як інтеграція цієї математичної моделі з геоінформаційними системами (ГІС) змінить якість сприйняття інформації та які нові можливості з'являться для управління кризовою ситуацією в режимі реального часу?

Задача 11. Для оцінки екологічного стану лісового масиву, що межує з хімічним підприємством, експерти використовують лінгвістичні описи місцевих лісників, такі як «стан хвої переважно пригнічений», «вплив викидів помірний» або «густота крони близька до норми». Поясніть, за допомогою якого математичного апарату теорії моделювання можна перевести ці якісні, суб'єктивні експертні висловлювання у чіткий алгоритм для прийняття рішень щодо екологічної безпеки.

Задача 12. Еколог-моделіст намагається створити довгостроковий прогноз динаміки глобальних кліматичних параметрів на століття вперед. Навіть після врахування всіх відомих факторів, найменша зміна початкової температури океану в моделі всього на мікроскопічну частку призводить до кардинально протилежних результатів прогнозу (від повного вимерзання до екстремального потепління). Яку властивість складних нелінійних природних систем ілюструє цей випадок і як детермінований хаос обмежує можливості екологічного прогнозування?

Задача 13. На підприємстві необхідно оцінити, яка кількість важких металів потрапляє в навколишнє середовище з димовими газами. Внутрішня будова печей та хімічні перетворення всередині камери згоряння є комерційною таємницею виробника і невідомі екологам. Опишіть, як за допомогою принципу «чорної скриньки» та побудови моделі матеріального балансу між сировиною на вході та готовою продукцією і відходами на виході можна розв'язати цю задачу без вивчення внутрішніх процесів агрегату.

Тема 5. Методологія і практика побудови прогностичних алгоритмів

Задача 1 (Проблема екстраполяції в умовах кліматичних змін). Гідролог розробляє алгоритм для прогнозування весняного водопілля на річці протягом наступних 20 років. Як ретроспективну інформацію він використав лінійну екстраполяцію даних спостережень за період з 1960 по 1990 роки. Проте прогнози на 2020-ті роки виявилися абсолютно невірними через різку зміну режиму зимових опадів та температур останнім часом.

Завдання: Яку методологічну помилку було допущено при побудові прогностичного алгоритму? Чому метод простої екстраполяції часових рядів неефективний для динамічних систем у стані нелінійних змін?

Задача 2 (Перенавчання алгоритму штучного інтелекту). Для прогнозування спалахів розмноження короєда в соснових лісах було навчено нейромережу. Навчання проводили на дуже детальних даних одного конкретного лісництва за 2024 рік. Алгоритм показав точність прогнозу 99% на цих даних. Однак, коли цей самий алгоритм застосували для прогнозування ситуації в сусідньому регіоні на 2026 рік, точність упала до 40%.

Завдання: Діагностуйте проблему алгоритму. Що таке «перенавчання» (overfitting) і які критерії формування вибірки даних (ретроспекції) потрібно виконати для побудови надійного екологічного прогнозу?

Задача 3 (Сценарний аналіз якості повітря). Муніципалітет міста планує побудувати новий сміттєспалювальний завод. Системним аналітикам доручено розробити прогностичний алгоритм для оцінки якості атмосферного повітря навколо міста на 10 років уперед. Алгоритм повинен враховувати різні варіанти: відсутність очисних споруд, встановлення сучасних фільтрів, зміну рози вітрів та можливе зростання кількості автомобілів.

Завдання: Опишіть практику побудови такого алгоритму на основі методів сценарного аналізу (Scenario Analysis). Що виступатиме як «прогностичний фон», а що – як «керовані змінні» у вашій прогностичній системі?

Задача 4. Студент-еколог розробляє алгоритм для прогнозування концентрації діоксиду сірки в атмосферному повітрі міста на основі багаторічних щоденних спостережень. Перед початком моделювання він помітив, що середнє значення та розмах коливань цього показника суттєво змінюються від року до року через закриття одних фабрик та відкриття інших. Охарактеризуйте цей часовий ряд за критерієм стаціонарності та поясніть, які труднощі виникнуть при спробі застосувати класичні методи лінійної екстракції тренду без попередньої трансформації даних.

Задача 5. На території Центрального Полісся необхідно терміново оцінити ризики та спрогнозувати швидкість поширення інвазійного виду рослин – рейнутрії японської – у за

заплавах річок після масштабної повені. Оскільки детальний моніторинг цього виду раніше не проводився і статистична база даних повністю відсутня, аналітики вирішили залучити провідних ботаніків та екологів регіону для побудови прогнозу. До якої групи методів належить такий підхід, які його головні переваги та обмеження в умовах дефіциту часу та інформації?

Задача 6. Наукова група будує прогнозний алгоритм для оцінки рівня кисню у воді озера, використовуючи математичні моделі класу авторегресії рухомого середнього. Під час аналізу вихідних даних з'ясувалося, що поточний стан екосистеми критично залежить від її параметрів у попередні дні, тижні та сезони. Поясніть, яке явище в аналізі часових рядів ілюструє ця залежність і чому неврахування внутрішньої пам'яті системи призведе до повної втрати точності прогнозу.

Задача 7. Для побудови прогностичного алгоритму машинного навчання, що оцінює якість підземних вод навколо хімічного полігону, дослідники зібрали великий масив даних. Перед запуском навчання вони розділили всю інформацію на дві нерівні частини: на більшій частині алгоритм підбирав внутрішні коефіцієнти, а на меншій – перевірялася його здатність видавати правильні результати на незнайомих об'єктах. Опишіть методологічний сенс такого розділення вибірки та поясніть, чому не можна тестувати якість прогнозу на тих самих даних, де алгоритм навчався.

Задача 8. Інженер-еколог створив складну неймережеву модель для прогнозування появи смогу в мегаполісі. Під час тестування на архівних даних, які використовувалися для її налаштування, модель показала абсолютну точність і безпомилково вгадувала кожне коливання. Однак, коли модель спробували використати для прогнозу на наступний місяць у реальному часі, вона почала видавати хаотичні результати з величезними помилками. Яку класичну проблему методології побудови прогностичних алгоритмів ілюструє цей випадок і як її уникнути?

Задача 9. Регіональне міністерство екології замовляє розробку прогностичної системи для оцінки стану лісових масивів Словечансько-Овруцького кряжу в умовах глобальних кліматичних змін. Розробники пропонують створити кілька варіантів прогнозу: за умови збереження поточних тенденцій, за умови посилення засух та за умови впровадження активних лісотехнічних заходів підсіву стійких порід. Як у системному аналізі називається такий підхід до прогнозування та яка його роль у прийнятті стратегічних управлінських рішень?

Задача 10. Еколог-аналітик порівнює два алгоритми прогнозування середньодобової концентрації пилу в робочій зоні кар'єру. Для оцінки їхньої ефективності він використовує метрику, що обчислює корінь квадратний із середнього значення квадратів відхилень прогнозованих значень від фактичних, отриманих із датчиків. Поясніть, яку саме сторону похибки оцінює ця метрика та чому вона сильніше реагує на поодинокі великі промахи в прогнозі, ніж на часті, але дрібні неточності.

Задача 11. Команда дослідників розробляє систему раннього попередження про спалахи розмноження комах-шкідників лісу. Вони вирішили побудувати алгоритм на основі ансамблю дерев рішень, де кожне окреме дерево голосує за певну ймовірність екологічної загрози на основі температури, вологості та віку насаджень, а остаточний прогноз формується як усереднений результат усього «лісу». Який сучасний метод машинного навчання реалізовано в цьому алгоритмі та в чому його перевага при аналізі нелінійних природних процесів?

Задача 12. Під час розробки алгоритму прогнозування якості поверхневих вод для великого річкового басейну науковці намагалися врахувати абсолютно всі можливі фактори: від хімічного складу опадів та швидкості течії до щільності населення в кожному селі та поголів'я худоби. У результаті алгоритм став настільки громіздким, що комп'ютерні потужності перестали справлятися з обчисленнями, а точність прогнозу впала через накопичення дрібних помилок у другорядних параметрах. Яку методологічну проблему, відому як «прокляття розмірності», ілюструє ця ситуація і як виконати оптимізацію моделі?

Задача 13. Муніципальна екологічна служба інтегрувала прогностичний алгоритм поширення вихлопних газів транспорту з цифровою картою міста. Тепер система здатна не просто видавати графік майбутніх концентрацій речовин, а й візуально відображати кольором зони найбільшого екологічного ризику на кожній вулиці залежно від часу доби та напрямку вітру.

Опишіть переваги інтеграції прогностичних алгоритмів із геоінформаційними системами (ГІС) для практичного управління якістю навколишнього середовища.

Загальні ситуаційні задачі.

Задача 1.

На основі даних про водні екосистеми встановіть їхню динамічну спорідненість.

11. Водні природні екосистеми. Поверхневі водойми на території кряжу займають незначну площу (усього близько 3 %). Більшість із них представлена, переважно залежними від атмосферних опадів і підземних вод, струмками та малими річками з невеликим поперечним перерізом (0,1-0,5 м) та швидкою течією. Велику роль в регулюванні їх рівня води мають низинні та перехідні болота вздовж русла. Вони займають території тектонічних розломів або знижені частини великих лесових балок і дуже рідко заглиблення на плакорних ділянках (старичні водойми). Великі за площею водойми – результат людської діяльності (створення ставків). Це створює високу різноманітність умов, і як результат високу ценотичну різноманітність. Тому на території кряжу можна спостерігати близько половини водних екосистем Житомирського Полісся.

Важливою ознакою для характеристики водних екосистем є швидкість течії. Вона впливає на трофічний статус водойм, на здатність рослинних угруповань до існування та розвитку. В зв'язку з цим на третьому рівні ми виділяємо 11.1 Стоячі поверхневі води.

Водойми з повільною швидкістю течії найчастіше зустрічаються на околицях кряжу або долинах основних річкових систем. Абсолютна висота їх в порівнянні з територією, яка оточує кряж невелика і не перевищує 10 м (200-210м над рівнем моря). Їхньому утворенню сприяла різноманітна людська діяльність – утворення ставків, прокладання меліоративних каналів, загачування течій при виконанні дорожньо-будівельних робіт (Андриєнко Т.Л. 1988).

Фітоценозна складова представлена переважно угрупованнями класу *Lemnetea* R.Tx.1955 та *Utricularietea intermedio-minoris* Pietsch 1965 або *Potametea* Klika in Klika et Novak 1941. Присутність цих угруповань характеризує напрям і стадію розвитку екосистем (Дубина Д.В. 1996). Перші представлені на наступних рівнях представлена екосистемами: 11.11. Постійні озера з вільноплаваючою рослинністю, 11.11.1 Постійні оліготрофні та мезотрофні озера з вільноплаваючою рослинністю, 11.11.1.1 Постійні оліготрофні озера з плаваючою на поверхні рослинністю (Рубцов Н.И., Котова И.Н., Махаева Л.В. 1966; Дубина Д.В. 1996).

11.11.1.1 Водойми з Ряскою малою.

Екотоп. Екосистема включає в себе мезо-, евтрофні водойми з слабкою течією або без неї. Дно мулисте або мулисто-піщане. Протягом вегетації рослин спостерігаються коливання рівня води. Глибина водойм від 0,05 до 2 м. Екосистема представлена частинами озер, ставків, заплав, заглибин в руслах пересихаючих чи колишніх річок, старичних водойм та старих меліоративних канавах. В більшості випадків вона розміщена в прибережній, частіше затінений, смузі.

Фітоценоз: *Lemnetum minoris* R.Tx.1955.et (Oberd. 1957) Th.Mull. et Gors 1960. Угруповання переважно монодомінантні з доміантом *Lemna minor* L. Інколи не більше 5-10% примішуються *Riccia fluitans*, *Hydrocharis morsus-ranae* L, *Polygonum amphibium* L, *Potamogeton natans* L. Часто угруповання проникає в сусідні, формуючи екотонні утворення де зустрічаються представники флори різних фітоценозів.

Поширення. Екосистема зустрічається по всій території кряжу в долинах річок. Найчастіше ближче до окраїн кряжу де швидкість течії нижча та більше водойм з необхідними умовами. При цьому її площі незначні від 100 м² до 10 м² і менше. Найбільші масиви спостерігаються в долині річки Норинь (особливо в районі села Черевки). В скелястій частині кряжу носить фрагментарний характер (в Районі сіл Нова Рудня, Усово, Переброди, Червонка).

Охорона. Созологічна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Охорони не потребує.

11.11.1.2. Водойми з Ряскою горбатою

Екотоп. Екосистема включає в себе мезо-, евтрофні водойми з слабкою свіжою течією. Дно мулисте або мулисто-піщане. Вода тверда насичена мінералами Протягом вегетації рослин коливання рівня води майже не спостерігається. Глибина водойм від 0,05 до 1 м. Екосистема представлена частинами ставка неподалеку від впадання струмка, який починається за 7м з

підземного джерела та в меліоративній канавах, які прокладені в місцевості з рівнем залягання ґрунтових вод менше 1 метра та численними джерелами. В більшості випадків вона розміщена в прибережній, частіше затіненій, смузі.

Фітоценоз. Рослинне угруповання екосистеми *Lemnetum gibbae* Miyawaki et J.Tx. 1960 переважно монодомінантне з домінантом *Lemna gibba* L. Інколи не більше 10% примішуються *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza* Schleid. Рослинність розміщена в один ярус – надводний. Проективне покриття високе до 90-98%.

Поширення. Екосистема зустрічається території кряжу долинах річки Словечна (район села Тхорин) та Норинь (район сіл Черевки і Велідники).

Охорона. Созологічна категорія 3. Екосистема на території кряжу не охороняється але вона рекомендована до внесення в червоний список угруповань водних макрофітів (D.V. Dubyna 2003).

11.11.11.3 Рясково-Спіроделові водойми

Екотоп. Екосистема включає в себе евтрофні водойми з слабкою течією або без неї. Дно мулисте або мулисто-піщане. Протягом вегетації рослин можуть спостерігатися коливання рівня води. Глибина водойм від 0,1 до 3 м.

Екосистема представлена частинами озер, ставків, заплав, заглибин в руслах пересихаючих та старих меліоративних канавах. В більшості випадків вона розміщена в прибережній затіненій смузі.

Фітоценоз. Домінування *Spirodela polyrhiza* в угрупованні *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* W.Koch. 1954 або *Spirodeletum polyrhizae* W.Koch. 1954 може бути більше чи менше виражене – від 50% до 90%. *Lemna minor* займає відповідно 50%-10%. В деяких випадках фітоценози повністю монодомінантні.

Поширення. Екосистема зустрічається території кряжу в долинах річок Селівониха, Норинь, Полохачевка, Желонь. У всіх місцезнаходженнях крім розміщеного в районі села Нові Велідники спостерігається субдомінант *Lemna minor*. На території скелястої частини кряжу за винятком району річки Селівониха екосистема не виявлена.

Охорона. Созологічна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Охорони не потребує.

11.11.12. Постійні мезотрофні озера з зануреною в воду рослинністю з союзом *Hydrocharition* Rubel 1933.

11.11.12.1. Водойми з Жабурником звичайним

Екотоп. Екосистема включає в себе евтрофні водойми з дуже слабкою течією або без неї. Дно мулисте або мулисто-піщане. Протягом вегетації рослин спостерігаються коливання рівня води. Глибина водойм від 0,25 до 1,5 м.

Екосистема представлена частинами ставків, заплав малих річок, та старих меліоративних каналів (віком 20-25 років). В більшості випадків вона розміщена в прибережній смузі. В невеликих ставках вона може займати до половини площі відкритого плеса.

Фітоценоз. *Hydrocharitetum morsus-ranae* van Langendonck 1935 Для цієї екосистеми характерна присутність інших видів класу *Lemnetea* при домінуванні *Hydrocharii morsus-ranae* L. Рослинність інколи розташована в два яруси. Наводний утворює *Hydrocharii morsus-ranae* L. 75-90% *Lemna minor* L., *Spirodela polyrhiza* до 5%, підводний *Elodea canadensis* Michx. (до 5-10 %). Екосистема часто проникає в сусідні особливо представлені асоціаціями *Typhetum angustifoliae* *Typhetum latifoliae* *Caricetum acutae* та іншими представниками класу *Phragmiti-Magnocaricetea*, утворюючи екотонні угруповання .

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається по всій території кряжу в долинах річок: верхів'я, Желонь і середня течія Норинь. На півдні кряжу вона займає меліоративні канали та малі річки, що впадають в річку Норинь в районі села Черевки. В центрі (в районі села Городець) і північному сході невеличкі лісові ставки (в районі села Піщаниця.). В західній частині кряжу екосистема не спостерігалася.

Охорона. Созологічна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів охорони не потребує.

11.11.12.2 Рясково-Жабурникові водойми

Екотоп. Екосистема включає в себе евтрофні та мезотрофні водойми з дуже слабкою течією або без неї. Дно мулисте або мулисто-піщане інколи з невеликим вмістом торф'яних відкладів. Протягом вегетації рослин може спостерігатися коливання рівня води. Глибина водойм від 0,25 до 1,5 м.

Екосистема представлена частинами ставків, заплав малих річок. В більшості випадків вона розміщена в прибережній смузі.

Фітоценоз. *Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* Oberd. 1957. Домінантом в фітоценозі виступає *Hydrocharis morsus-ranae* 60-90% при значній присутності *Lemna minor* 5-15%.

Рослинність розташована в два яруси. Наводний утворює, *Spirodela polyrhiza* до 5 %, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, а підводний *Elodea canadensis* (до 5%) та *Ceratophyllum demersum* L. (5-10%).

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається території кряжу по окраїнах його лесової частини (в районі сіл Піщаниця, Кошечки та Гаєвичи.) найбільш типовими є угруповання описані на північ від Піщаниця.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Особливих заходів щодо охорони не потребує.

11.11.13. Постійні дистрофні та оліготрофні з незакріпленою рослинністю представлені на сьомому однією соцією.

11.11.13.1. Сфагнумово-пухирникові водойми.

Екотоп. Екосистема включає в себе оліготрофні слабо заболочені водойми з слабкою течією або без неї. Глибина 0,15-0,4 м.

Фітоценоз. *Sphagno-Utricularietum intermediae* Fijalkowski 1960. Домінують *Utricularia intermedia* L. 45-60% та різні види мохів - *Sphagnum fallax*, та *S. magellanicum*. В екотонній зоні зустрічаються типові болотні осоки - *Carex rostrata* Stoces., *C. limosa* L., *C. chordorrhiza* Ehrh., а також *Drosera rotundifolia* L., *Ledum palustre* L., *Andromeda polifolia* L., *Oxycoccus palustris* Pers.

Поширення. Екосистема зрідка зустрічається в заболочених елементах дна річкових долин Норині, Селівонихи та Червонки.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Потребує постійного моніторингу, як місце зростання рідкісних видів водно-болотної флори.

Спорадично на території кряжу зустрічаються угруповання вільноплаваючої рослинності, які можна віднести до порядку *Lemno-Utricularietalia* Passarge 1978, союзу *Utricularion vulgaris* Passarge 1964, асоціації *Lemno-Utricularietum vulgaris* Soó 1928. Вони представлені *Spirodela polyrhiza* (50%) *Utricularietum vulgaris* (50%)

В прибережній зоні мілкої заплави лісової річки, зарегульованої побудовою дороги, на південний захід від села Листвин, знаходиться рослинне угруповання, яке за своїм флористичним складом близьке до *Scorpidio-Utricularietum minoris* Th. Müll. Et Gcrs 1960 (Matuszkiewicz 2001). Переважають *Utricularia minoris* L. 60% та різні види мохів - *Sphagnum fallax*, та *S. magellanicum* (50%)

Ці екосистеми разом із попередньою можна віднести, як до екосистем водойм так і до екосистем літоралей.

До другої групи екосистем малорухливих поверхневих вод на рівні домінацену знаходяться 11.12. Постійні озера з прикріпленою рослинністю. На наступних рівнях вони представлені такими екосистемами, як 11.12.1 Постійні евтрофних та мезотрофних озера з прикріпленою рослинністю, 11.12.11 Постійні озера із прикріпленими рослинами з плаваючим на поверхні листям.

11.12.11.1 Водойми з рдесником плаваючим

Екотоп. Екосистема займає слабопроточні або непроточні водойми – ставки, заводи, дрібні лісові озерця. Донні відкладення мулисті або мулисто-піщані. Глибина водойм 0,3-1,5 м.

Фітоценоз. Фітоценоз – *Potametum natantis* Soó 1927. Домінантом в фітоценозі виступає *Potamogeton natans* L (Дубина Д.В. 1987).. Рослинність частіше двохярусна. Перший надводний утворюється включеннями класу *Phragmiti-Magnocaricetea* Potametea Klika in Klika et Novak 1941 (*Typha latifolia* L, *Sparganium erectum* L). Другий водний утворений домінуючим діагностичним

видом угруповання та представниками класу Lemnetae (*Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Hydrocharis morsus-ranae*).

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається по всій території кряжу. Найчастіше їх можна спостерігати в районі сіл Листвин та Черевки, де вони приурочені до басейну річки Норинь.

Охорона. Созологічна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів охорони не потребує.

11.12.11.2. Лататтєві водойми

Екотоп. Екосистема займає мілководдя, що заростають прісноводних замкнутих і малопроточних евтрофних водоймищ з товщею води 150—200 (300) см і мулисто-піщаними, мулисто-торф'янистими донними відкладеннями. pH 6,5-7.

Фітоценоз. *Nymphaea lutea*-*Nymphaea alba* Tomasz 1977. Густа рослинність складається з трьох підярусів (надводного, наводного і підводного). Перший, розріджений заввишки до 250 см утворюють *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., *Scirpus lacustris* L., *Phragmites australis* Trin. ex Steud. В другому переважають *Myriophyllum spicatum* L., *M. verticillatum* L., *Potamogeton berchtoldii* Fieb., *P. crispus* L., *P. natans*, *Batrachium carinatum* Schur, *Hippuris lanceolata* Retz а також *Lemna gibba*, *L. minor*, *Spirodela polyrhiza*

Поширення. Екосистема займає ставки, озера, широкі та глибокі меліоративні канали з повільною течією по всій території кряжу. Відмічено що в більш кислих водах переважає *Nymphaea lutea* L. а в менш кислих (лесова частина кряжу) – *Nymphaea alba* L.

Охорона. Созологічна категорія 2. На території кряжу не охороняється. Рекомендується до внесення до червоного списку рослинних угруповань. В річці Норинь в районі села Листвин зустрічається *Triturus cristatus* (Дубина Д.В 1982)

В районі села Листвин в притоках річки Норинь зустрічаються рослинні угруповання з домінуванням *Potamogeton. crispus* (50-75%), які можна віднести до асоціації *Potamogeton crispus* Soó 1927. Монодомінантні угруповання *Ceratophyllum demersum* (70%) зі значною присутністю *Elodea canadensis* *Hydrocharis morsus-ranae* *Spirodela polyrhiza* можна віднести до асоціації *Ceratophylletum demersi* Egger 1933.

11.12.12 Постійні озера із зануреними у воду прикріпленими рослинами з союзу Potamion.

11.12.12.1 Водойми з елодеєю канадською

Екотоп. Екосистема займає малопроточні малі річки (зони заплав), меліоративні канали, непроточні ставки. Дно мулисто-піщане, піщане, торф'янисто-піщане. Глибина 0,2-1,0 м.

Фітоценоз. *Elodea canadensis* Egger 1933. Угруповання найчастіше монодомінантне. Зрідка зустрічаються в наводному ярусі *Hydrocharis morsus-ranae*, *Spirodela polyrhiza*, *Lemna minor*

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається по всій території кряжу. Вона відмічена в басейні річок Червонка, Словечна, Норинь, Желонь.

Охорона. Созологічна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребують.

Спорадично на території кряжу в басейні річки Норинь зустрічаються монодомінантні угруповання *Myriophyllum verticillatum* (75%) з невеликою присутністю *Lemna minor* *Spirodela polyrhiza*, які можна віднести до асоціації *Myriophylletum verticillatum* Soó 1927.

11.12.12.2. Водойми з водяним жовтецем

11.44.1. Вкорінена рослинність евтрофних водойм з плаваючим на поверхні води листям сформована багаторічниками (КЕЖП) (CORINE).

Екотоп. Екосистема займає частини евтрофних мало проточних та непроточних водойм з широкою амплітудою екологічних умов. Донні відклади мулисто-піщані з достатньою кількістю органічних речовин.

За антропогенною трансформацією відноситься до мезо- та еугемеробних. На території кряжу за генезисом її можна віднести до класу гідромеліоративних секції трансформованих.

Фітоценоз. *Ranunculus circinatus* Segal 1965. Переважно монодомінантні угруповання. Інколи мають надводний ярус із представників асоціацій *Typhetum latifoliae*, *Phragmitetum australis* (до 5%). В підводному ярусі часом спостерігаються: *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum*

verticillati L., *Elodea canadensis* (до 5%) з домінуванням *Batrachium foeniculaceum* V. Krecz. (70%-90%). З затінених окраїн території яку займає екосистема в наводному ярусі зустрічаються *Lemna minor* і *Spirodela polyrhiza* (до 5-10%).

Поширення. Екосистема зрідка зустрічається території кряжу. Була відмічена лише біля його південної околиці в басейні річки Норинь. Оскільки вона пов'язана з водоймами, які мають значні площі відкритого плеса та значні глибини. На території кряжу її можна зустріти лише після виході основних річок на рівнину (села Листвин, Хайча, Бондарі)

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Оскільки вона раніше не наводилась для території Полісся, то потребує посиленого постійного моніторингу для визначення її стану і розвитку, а також можливо охорони.

11.12.13. Виринницеві водойми представлені територіями зайнятими союзом *Hottonion*.

11.12.13.1. Виринничево-плавушникові водойми

Екотоп. Екосистема займає непроточні або малопроточні водойми. Глибина до 15-20 см. Дно мулисте інколи мулисто-торф'яне. Протягом сезону вегетації відмічаються значні коливання рівня води та його залежність від атмосферних опадів.

На території лесової частини кряжу екосистема займає наповнені водою мулисті пониження на дні великих балок.

Фітоценоз. Фітоценоз представлений асоціацією *Hottonietum palustris* R.Tx. 1937. відрізняється від інших типових описаних для Полісся. Дане угруповання можна ідентифікувати лише за набором діагностичних видів наведених Матюшкевичем для території Польщі (Matuszkiewicz 2001). Тут переважають види роду *Callitriche* L. особливо *Callitriche verna* L. (60-80%) в той же час *Batrachium aquatile* Dumort., *Hottonia palustris* L. (до 5%) представлена поодинокими рослинами. Серед інших видів в прибережній зоні трапляються представники угруповань *Catabroso-Polygonetum hydropiperis*, *Polygono-Bidentetum* та союзу *Lemnion minoris*.

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається по своїй території кряжу. Площі, які вони займають не перевищують 0,02 га. Найбільш типові угруповання зустрічаються в на дні широких балок півдня лесової частини кряжу. На півночі та сході в угрупованнях переважають представники роду *Callitriche*.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Особливих заходів з охорони не потребує але повинна бути в процесі постійного моніторингу.

11.2 Проточні поверхневі води найчастіше мало пов'язані з рослинними угрупованнями вищих судинних рослин. Причиною цього є нездатність більшості організмів зафіксувати на субстраті дна річок та струмків з значною течією своє насіння чи інші елементи що сприяють поширенню. Крім цього більшість із них не здатні в таких умовах захоплювати елементи мінерального живлення. Тому рослинність в цих угрупованнях представлена кількома видами мохів та водоростей прикріплених до дна чи берегів. Однак ці екосистеми є надзвичайно важливим елементом природи кряжу.

11.21 Струмки та річки на наступних рівнях розділяються за джерелами надходження води та їх сталістю. 11.21.1 Струмки з непостійним наповненням водою характеризуються зв'язком між наповненням водою та атмосферними опадами. В залежності від сезонних характеристик наповнення, вони представлені такими одиницями: 11.21.11 Тимчасові струмки; 11.21.11.1 Після дощові струмки; 11.21.11.2 Весняні струмки.

Для 11.21.2 Струмків з постійним наповненням водою частка опадів в загальному запасі води менша або надходження її регулюється болотними чи ставковими системами. В залежності від характеру дна та руху течії вони представлені: 11.21.21 Постійні річки та струмки з швидкою течією; 11.21.21.1 Водойми з порогами; 11.21.21.2 Неприливні водойми з бурхливою течією.

Територію 11.21.11. Тимчасових струмків можна розділити на дві зони, які вирізняються після спаду рівня води. Це заповнені водою заглибини та схили з оголеними гірськими породами. В першій зоні інколи можна спостерігати водну та вологолюбну рослинність: *Potamogeton crispus* L., *Athyrium filix-femina* Roth., *Carex vesicaria* L., *Juncus effusus* L., *Glyceria maxima* Holmb. за умов достатньої освітленості. В другій зоні вищі судинні рослини не зустрічаються. Вона представляє

собою піонерно-агломератну стадію сукцесії за моделлю інгібітування (Миркин 2001), де інгібітором є періодичні стрімкі потоки води.

Розподіл на 11.21.11.1 Післядошові струмки і 11.21.11.2 Весняні струмки дещо умовний. Провести чітку межу між ними не завжди можливо, так як більшість із них наповнюється водою, як з дощів так і при таненні снігу. Винятком є весняні струмки приплакорних заглиблень, які не мають змоги зібрати достатнього об'єму води при випадінні дощу але за умови тривалого не розмерзання весною верхніх шарів ґрунту, здатні акумулювати в себе талі води.

Весняні струмки спостерігаються на лесових породах і стають причиною періодичної водяної ерозії. Рослинність на їх території розріджена або відсутня через вимивання родючих шарів ґрунту. Лише в екотонній зоні можна спостерігати окремих представників піонерної асоціації *Poo-Tussilaginietum farfarae* R.Tx. 1931.

11.21.21.1 Водойми з порогами і 11.21.21.2 Неприливні водойми з бурхливою течією. Висока швидкість течії та пороги викликані різким перепадом висот та виходами кристалічних порід на денну поверхню. Ці екосистеми не мають у своєму складі рослинних угруповань вищих рослин, але легко ідентифікуються за екотіпними ознаками. В екотонах зустрічається рослинність із сусідніх угруповань частіше класів *Potametea* та *Phragmiti-Magnocaricetea*.

В скелястій частині кряжу 11.21.11.1 Після дощові струмки існують більш тривалий час (протягом 5-10 днів) в лесовій (1-2 дні). Так як і 11.21.11.2 Весняні струмки на скелястій частині кряжу (12-15 днів) а на лесовій (5-7 днів). При цьому потужність дощових струмків на скелястій частині вища а весняних нижча. Причиною цьому є регуляція переміщення води та танення снігу лісовими та болотними угрупованнями на заході кряжу і їх мала присутність на сході. Крім цього тимчасові потоки лесової частини кряжу швидко концентруються в балках в той час, як це не можливо в скелястій.

Задача 2.

На основі даних про літоральні екосистеми Словечансько-Овруцького кряжу проаналізувати їхній екотонний характер.

Виходячи з концепції відносного континууму Р.Маргалєфа (Margalef 1994) до перехідних екотопів між водним та наземно-повітряним середовищем існування буде віднесено 12. Літоральні природні екосистеми (Шеляг–Сосонко Ю.Р., Соломаха В.А., Сипайлова Л.М. 1985). В залежності від постійності присутності води їх можна розділити на 12.1 Літоралі з постійною присутністю води та 12.2. Літоралі з непостійним затопленням. Перші представлені екотопами із представниками угруповань класу *Phragmiti-Magnocaricetea* (Шеляг–Сосонко Ю.Р., Соломаха В.А., Сипайлова Л.М. 1986). На наступних рівнях вони розділяються на 12.11 Високотравні і осокові літоралі; 12.11.1 Монодомінантні високотравні літоралі; 12.11.11. Літоралі з вкоріненим в ґрунт високотрав'ям залитим водою.

12.11.11.1. Літоралі з Рогозом широколистим

Екотоп. Екосистема представлена прибережними зонами та мілководдям непроточних або слабопроточних евтрофних водойм з глибокомулистим та мулистопіщаним дном. Рівень води коливається але для більшості території характерне постійне затоплення (крім коротких періодів літньої засух)

Фітоценоз. *Typhetum latifoliae* SOÓ 1927. Угруповання маловидове з домінуванням *Typha latifolia* (покриття більше 95%). В відкритих водяних блюдцях зустрічається *Lemna minor* та *Spirodela polyrrhiza*. Інколи до домінуючого виду домішуються інші представники класу *Phragmiti-Magnocaricetea* – *Equisetum fluviatile* L., *Typha angustifolia*, *Glyceria maxima*, *Iris pseudocorus* L., *Glyceria fluitans* R.Br., *Phragmites australis*.

Можливо, що угруповання, в яких субдомінантою виступає *Typha angustifolia* відноситься до асоціацій рослинності *Typhetum latifolia-angustifolia* Schmale 1939. Найбільш яскраво це виражено в ставку на північ від села Пішаниця. Оскільки за іншими ознаками даний екотоп не вдалося диференціювати його віднесено до описуваної одиниці шостого рівня.

Поширення. Екосистема зустрічається на всій території кряжу. Приурочена до долин річок. Більш типові рослинні угруповання екосистеми зустрічаються в лесовій частині кряжу. Тоді, як в скелястій, спостерігаємо комбінації із іншими видами класу.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.11.2. Літоралі з рогозом вузьколистим.

Екотоп. Екосистема представлена прибережними зонами та мілководдям непроточних або слабопроточних евтрофних водойм з мулисто-піщаним дном. Рівень води коливається незначною мірою і для більшості території характерне постійне затоплення

Фітоценоз. *Typhetum angustifolia* SOO 1927. Угрупування монодомінантне з домінуванням *Typha angustifolia* (покриття 70-80%). В відкритих водяних блюдцях зустрічається, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor* та *Spirodela polyrrhiza*. Інколи до домінуючого виду домішуються інші представники класу *Phragmiti-Magnocaricetea* - *Equisetum fluviatile*, *Typha latifolia*, *Glyceria maxima*, *Iris pseudocorus*, *Glyceria fluitans*.

Поширення. Екосистема розміщена в річках на північних та південних околицях кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.11.3 Літоралі з Очеретом звичайним

Екотоп. Екосистема представлена евтрофними, мезо-евтрофними та мезотрофними водоймами з глибиною до 1.0 м. протягом вегетації спостерігаються значні коливання рівня води. Вода має нейтральну або слабо кислу реакцію.

Фітоценоз. *Phragmitetum australis* Schmale 1939. Угрупування з невеликою кількістю видів або лише з одним домінантом *Phragmites australis*. В екотонній зоні угрупування зустрічаються поодинокі представники класу *Phragmiti-Magnocaricetea* (*Iris pseudocorus*, *Glyceria fluitans*) а також *Comarum palustre* L., *Carex vesicaria* (Григора І.М. 1976).

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається території по всій території кряжу, як в долинах річок так і на заплавних болотах. В долині річки Норинь (В районі сіл Листвин і Черевки) зустрічається дуже часто і займає великі площі.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.11.4. Літоралі з Лепешняком великим

Екотоп. Екосистема представлена водоймами глибиною до 30-50 см. Дно не оторфоване.

Фітоценоз. *Glycerietum maxima* Hueck 1931. Домінантом виступає *Glyceria maxima* 60-90%. Часто зустрічаються *Equisetum fluviatile*, *Typha latifolia*, *Iris pseudocorus*. В заповнених водою ділянках з розрідженою рослинністю часто зустрічаються представники класу *Lemnetea*.

Поширення. Екосистема приурочена до заплав річок, лісових канав тощо. Найбільші масиви пов'язані із річкою Норинь і її притоками.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.11.5. Літоралі з хвощем плаваючим.

Екотоп. Екосистема представлена еулітораліями евтрофних, мезо-евтрофних та мезотрофних водойм з глибиною до 1.0 м. Протягом вегетації спостерігаються значні коливання рівня води. Вода має нейтральну або слабо кислу реакцію.

Фітоценоз. *Equisetetum fluviatilis* Steffen 1931. В угрупуванні домінує *Equisetum fluviatilis* (80-90%). Інколи примішуються види класу *Phragmiti-Magnocaricetea* (*Typha angustifolia*, *Galium palustre* L. до 5-10%) також (*Juncus effusus*, *Scirpus sylvaticus* L, *Equisetum palustre* L. до 5%).

Поширення. Частіше зустрічається в прибережних зонах приток Норині. Найбільші масиви розташовані в центральній частині кряжу

Охорона. Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.2 Осокові та високотравні літоралі представлені екотопами з угрупуваннями порядку *Magnocaricetalia* Pign 1953. та 12.11.21. Осоковими літораліями з союзом *Caricion gracilis* Neuhäusl 1959.

12.11.21.1 Літораль з осокою пухирчастою.

Екотоп. Екосистема представлена евтрофними заболоченими літорлями з намитими лучними легкосуглинковими ґрунтами в долинах річок. Середовище слабокисле. Часто спостерігається підвищений вміст заліза в субстраті та виходи залізної руди (лімоніту). Вологість едафотопу 16-19 балів.

Інколи піддаються викошуванню, випасанню та витоптуванню при русі тварин до водопою. Належить до мезогеміробних екосистем.

Фітоценоз. *Caricetum vesicariae* Br.-Bl. et Denis 1926. В угрупованні домінує *Carex vesicaria* (80-95%). До неї інколи примішуються види класу *Phragmiti-Magnocaricetea* (*Typha angustifolia*, *Galium palustre* до 10%) та інші вологолюбиві види (*Juncus effusus*, *Scirpus sylvestris*, *Equisetum palustre* до 2-5%). Дуже рідко трапляються поодинокі фанерофіти (*Betula pubescens* Ehrh., *Pinus sylvestris* L., *Alnus glutinosa* Gaertn. менше 5%) та велика кількість печіночних мохів (Зеров Д.К. 1964).

Поширення. Екосистема зустрічається на всій території кряжу. В західній частині утворює невеликі за площею монодомінантні угруповання. На сході до 5%-10% включає в себе інші види. Що можливо пов'язано із більш інтенсивною діяльністю людини.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Але має бути під постійним наглядом, так як дуже часто вміщує в себе рідкісні види орхідних, особливо із родів *Dactylorhiza* Nevski., *Orchis* L (Бумар Г.И. 1988; Бумар Г.И. 2001).

12.11.21.2 Літораль з осокою побережною.

Екотоп. Екосистема представлена евтрофними заболоченими літорлями з намитими лучними легкосуглинковими або опідзоленими ґрунтами в долинах річок. Середовище слабокисле. Вологість едафотопу 16-19 балів. Оліго- та мезогеміробні – піддаються викошуванню, випасанню та витоптуванню при русі тварин до водопою.

Фітоценоз. *Caricetum ripariae*. В угрупованні домінує *Carex ripariae* Curt. (75-80%). До неї інколи примішуються *Typha angustifolia*, *Galium palustre*, *Scirpus sylvestris*, *Equisetum palustre* (до 5-15%). Рідко в екстоні трапляються поодинокі *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* менше 10-15%

Поширення. Екосистема зустрічається на всій території кряжу. На сході і в центрі кряжу займає менші за площею ділянки

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Але має бути під постійним наглядом, так як дуже часто вміщує в себе рідкісні види орхідних, особливо із родів *Dactylorhiza* Nevski., *Orchis* L (Бумар Г.И. 1988; Бумар Г.И. 2001).

12.11.21.3. Літораль з осокою гострою

Екотоп. Екосистема представлена евтрофними заболоченими літорлями з намитими лучними легкосуглинковими ґрунтами заплавліх річок та старих меліоративних каналів. Середовище слабокисле. Вологість едафотопу 17-20 балів. Оліго- та мезогеміробні – піддаються викошуванню та випасанню.

Фітоценоз. *Caricetum acutae* Tx. 1937. Домінантом виступає *Carex acuta* L. (80-95%). Частка домішок осок і інших представників класу *Phragmiti-Magnocaricetea* дуже висока – до 20%. Часто зустрічаються *Glyceria fluitans* (до 10%), *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Carex vesicaria*, *Carex acutiformis* Ehrh.

Поширення. Найчастіше зустрічається на півдні Центральної частини кряжу в долині річки Норинь.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.22 Осоково-півнікові літоралі представлені екотопами з угрупованнями союзу *Magnocaricion elatae* W.Koch 1926.

12.11.22.1 Літораль з півниками болотними

Екотоп. Екосистема представлена евтрофними заболоченими літораліями з намитими лучними супіщаними ґрунтами в долинах річок. Середовище слабокисле. Вологість едафотопу 16-19 балів. Належить до оліго- та мезогеміорних екосистем.

Фітоценоз. *Iridetum pseudocori* Egger 1933. Домінантом виступає *Iris pseudocorus* (60-80%). Домішки осок і інших представників класу *Phragmiti-Magnocaricetea* дуже висока – до 40%. Субдомінантами частіше виступають *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Glyceria fluitans*, *Phragmites australis*, *Carex vesicaria*, *Carex acutiformis*. Флористичний склад угруповання підтверджує його проміжне становище між порядками *Magnocaricetalia* і *Phragmitetalia*.

Поширення. Екосистема локально зустрічається території кряжу в зоні формування річки Норинь, на південь від села Листвин. За межами цієї зони *Iris pseudocorus* входить до складу інших угруповань. На решті території кряжу його домінування не відмічалось.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.21.4 Літораль з Осокою гостроподібною

Екотоп. Екосистема представлена евтрофними заболоченими літораліями з намитими лучними легкосуглинковими намитими лучними супіщаними ґрунтами заплави річок та старих меліоративних каналів. Середовище слабокисле. Вологість едафотопу 17-20 балів. Оліго- та мезогеміорні – піддаються викошуванню та випасанню.

Домінантом виступає *Carex acutiformis* L. (80-95%). Частка домішок осок і інших представників класу *Phragmiti-Magnocaricetea* висока – до 20%. Часто зустрічаються *Glyceria fluitans* (до 10%), *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Carex vesicaria*, *Carex acutiformis*.

Поширення. Найчастіше зустрічається на півдні Центральної частини кряжу в долині річки Норинь.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.3 Літораль з зануреними у воду низькорослими рослинами із порядком *Oenanthetalia aquatica* Hejny in Kopecky et Hejny 1956. включають 12.11.31 Літораль поглиблень мілководних заток з замуленим дном із союзом рослинності *Oenanthion aquatica* Hejny 1948 ex Neüchaüsl 1959.

12.11.31.1 Літораль з Стрілолистом стрілолистим

Екотоп. Екосистема представлена заплавами річок. Розташована на мілководній прибережній смузі глибиною до 0,5м. субстрат дна мулистопіщаний слабо торфовий.

Фітоценоз. *Sagittario-Sparganietum emersi* R. Tx 1953. Угруповання моновидове з домінуванням *Sagittaria sagittifolia* L. (40-50%). Проективне покриття рослинності невисоке до 60%. Крім домінанта зустрічаються *Glyceria maxima*, *Typha angustifolia*, *Lemna minor*, *Hydrocharis morsus-reanae* (не більше 5-10%).

Поширення. Екосистема зустрічається на річці Норинь, нижче за течією від села Хайча. На решті території великих угруповань з домінуванням *Sagittaria sagittifolia* не виявлено, хоча вона часто зустрічається в складі асоціації *Nymphaeae lutei-Nymphaetum albae*.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Вимагає постійного моніторингу на території кряжу.

12.11.4 Заплавні постійно затоплені луки з гідрофільною рослинністю з порядком *Nasturcio-Glycerietalia Pignatti* 1953 em. Kopecky in Kopecky et Hejny 1965.

12.11.41 Заплавні луки з гідрофільною рослинністю із різкими змінами рівня води з фітоценозом *Sparganio-Glycerion fluitans* Br.-Bl. et Siss. in Boer 1942.

12.11.41.1. Літораль з Їжачою голівкою зринувщою

Екотоп. Прибережні ділянки мілководь прісноводних замкнених і слабопроточних мезотрофних водоймищ (рН 6,8-7,8) з товщею води 5-30 (інколи до 50 см) і піщаними, мулистопіщаними донними відкладеннями

Фітоценоз. *Sparganietum emersi* Roll 1938. Рослинність з трьох ярусів надводного, наводного і підводного. Перший, густий заввишки до 70 см утворює едіфікатор за участю *Sagittaria sagittifolia* (I-20%), *Eleocharis palustris* Roem. Et Schult. (1-30%), *Myosotis palustris* L.,

Agrostis stolonifera L, (всі від 1-5 %). Другий, розріджений під'ярус утворюють *Potamogeton natans* L. (1-20 %), *Spirodela polyrrhiza*, *Lemna minor*, *Hydrocharis morsus-ranae* (всі від 1-5 %). Третій, підводний, під'ярус розріджений. Його утворюють, *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*.

Поширення. Екосистема відмічається по озерах на околицях території кряжу. Від села Пішаниця до села Переброди.

Охорона. Созологічна категорія 4. На – території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує але вимагає постійного моніторингу.

12.11.41.2 Літоралі з Лепешняком плаваючим

Екотоп. Екосистема представлена неглибокими водоймами або прибережними ділянками заплав річок та ставків, зрідка в меліоративних канавах або по зниженнях вздовж доріг, де переважно постійно присутня вода. Ґрунти дерново-підзолисті глинисті або намиті суглинкові. Вологість 16-18 балів. Середовище з слабо кислою реакцією. Мезогемеробні, піддаються частковому викошуванню і випасанню.

Фітоценоз. *Glycerietum fluitantis* Wilczek 1935. Багатовидові угруповання з домінуванням *Glyceria fluitans* (більше 75%). Разом з нею присутні *Equisetum fluviatile* (2-5%), *Carex vesicaria* (1-5%), *Juncus effusus* (5%), *Typha angustifolia* (5%), *Scirpus sylvaticus* (до 5%).

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається по всій території кряжу. Найчастіше на межі між лесовою та скелястою частиною кряжу.

Охорона. Созологічна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.11.41.3. Літоралі з Ситнягом болотним

Екотоп. Екосистема представлена прибережними ділянками непроточних та слабопроточних водойм. Рівень води нестабільний з амплітудою коливань 30 см. при глибині 5-30 см. Ґрунти намиті лучні легкосуглинкові. Мезогемеробні, піддаються частковому викошуванню і випасанню.

Фітоценоз. *Eleocharitetum palustris* Schánnikov 1919. Переважно моновидові угруповання з домінуванням *Eleocharis palustris*. Інколи в залежності від інтенсивності коливання води та трофності зустрічаються представники класів *Phragmiti-Magnocaricetea* (з інтенсивними коливаннями рівня води) *Lemnetea* (з малою амплітудою коливання рівня води та відносно великою глибиною) або *Bidentea tripartiti* (на багатих Нітрогеном субстратах)

Поширення. Екосистема локально зустрічається території кряжу. Місцезнаходження приурочено до басейну річки Іллімка та Карпової долини. На решті території кряжу значні представництва угруповання не спостерігалися.

Охорона. Созологічна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.2. Літоралі з непостійним затопленням включають в себе екотопи заселені угрупованнями класу *Isoëto-Nanojuncetea* та деякими із класу *Bidentalia tripartiti*. Вони включають в себе 12.21 Літоралі тимчасових водойм 12.21.1 Літоралі дрібних калюж; 12.21.11 Літоралі дрібних після дощових калюж.

12.21.11.1 Літоралі з Ситником жаб'ячим

Екотоп. Екосистема представлена ділянками на дні висихаючих калюж по лісових дорогах та дорогах в річкових долинах. Основними екологічними факторами які сприяють утворенню і існуванню екосистеми є надмірна волога (15-16 балів) та витоштування. Ґрунти частіше дерново-підзолисті супіщані і дуже рідко ясно-сірі і сірі опідзолені. Коливання води пов'язані з атмосферними опадами. Субстрат піщаний помірно порушений.

Фітоценоз. *Juncetum bufonii* Felföldy 1942. Характерною рисою є присутність флористичних елементів класів *Bidentea tripartiti* (*Polygonum hydropiper* L, *Bidens tripartita* L.) та *Plantegenetea majoris* (*Plantago major* L., *Roa annua* L). Ступінь їх присутності залежить від двох факторів: насиченості ґрунту мінеральними сполуками Нітрогену і степені витоштування (ущільнення) ґрунту. В першому випадку переважає *Bidentea tripartiti* в другому *Plantegenetea majoris*, але в обох випадках домінує *Juncus bufonii* L. (60%). Рослинний покрив розріджений.

Поширення. Екосистема поширена по всій території кряжу. Зустрічається досить часто.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.22. Літоралі з непостійними затопленням. Включають до себе 12.22.1 Нітрофіковані літоралі з непостійними затопленням із порядком рослинності *Bidentalia tripartiti* Br.-Bl et Tx. 1943 та 12.22.11. Літоралі з угрупованнями де домінують однорічники нітрофіли із союзом *Bidentation tripartiti* Nodhagen 1940 (Якушенко Д.М. 2004)

12.22.11.1. Катаброво-гірчакові літоралі

Екотоп. Екосистема представлена літоральними зонами невеликих водойм, та гідрофітних лук на багатих ґрунтах з високим вмістом мінеральних сполук Нітрогену(намиті лучні ґрунти легкосуглинкові; дерново-підзолисті глейові супіщані в поєднанні з болотними (30-50%) супіщані; лучно, муловато-, та торфувато-болотні осушені). Вологість 15-16 балів. Екосистема піддається значній антропогенній трансформації (витоптування, викошування, випасання).

Фітоценоз. *Catabroso-Polygonetum hydropiperis* Poli et J.Tx.1960. Трав'янистий покрив добре розвинутий. В угрупованні домінують *Catabrosa aquatica* Beauv. (50-95%) і *Polygonum hydropiper* (50-70%). Значну роль в рослинному покриві відіграє флора класу *Plantegenetea majoris*.

Поширення. Екосистема часто зустрічається території кряжу. Вона приурочена до річкових долин. Найбільше поширення має в долині річок Норинь і її притоках (річка Білка та безіменні притоки в Карповій та Черевківській долині).

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.22.11.2. Гірчаково-чередові літоралі

Екотоп. Екосистема представлена зволженими ділянками вздовж лісових доріг на берегах меліоративних каналів та малих річок. Перевага надається вологим (15 балів) супіщаним ґрунтам з високим вмістом нітратів.

Фітоценоз. *Polygono-Bidentetum* Lohm. 1950. Трав'янистий покрив добре розвинутий (до 90-95%). В угрупованні *Bidens tripartita* (50-80%) або *Polygonum hydropiper* (50-70%). Значну роль в рослинному покриві відіграє флора класу *Plantegenetea majoris* (*Plantago major*, *Poa annua*, *Prunella vulgaris* L.) (до 10%). Часто зустрічається *Deschampsia caespitosa* Beauv (10-15%).

Поширення. Екосистема зустрічається на всій території кряжу. Її місцезнаходження пов'язані з річковими долинами, де відбувається акумуляція елементів мінерального живлення, змитих в результаті ерозії.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

12.22.11.3. Морсько-щавлеві літоралі.

Екотоп. Екосистема представлена літоральними зонами невеликих водойм, та гідрофітних лук на багатих ґрунтах з високим вмістом мінеральних сполук Нітрогену(намиті лучні ґрунти легкосуглинкові; дерново-підзолисті глейові супіщані в поєднанні з болотними (30-50%) супіщані; лучно, муловато-, та торфувато-болотні осушені). Вологість 15-16 балів. Екосистема піддається значній антропогенній трансформації (витоптування, викошування, випасання).

Фітоценоз. *Rumicetum maritime* Siss 1946. Трав'янистий покрив добре розвинутий. В угрупованні домінують *Rumex maritimi* (50-95%) і *Ranunculus sceleratus* (50-70%). Присутні види інших літоральних фітоценозів.

Поширення. Екосистема часто зустрічається території кряжу. Вона приурочена до річкових долин. Найбільше поширення має в долині річок Норинь і її притоках в районі сіл Черевки і Листвин.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

Задача 3.

На основі даних про болотні та прибережно-водні екосистеми Словечансько-Овруцького кряжу проаналізувати їхній екотонний характер.

До едафоцену 13. Перезволожені природні екосистеми належать 13.1 Заболочені ліси; 13.2. Верхові болота; 13.3. Низинні та перехідні болота. Основною диференціюючою ознакою є етап

розвитку боліт (Лопатин В.Д. 1972). Осокові болота є більш ранньою стадією розвитку а сфагнумові більш пізньою (Андриєнко Т.Л. 1982). Так як від товщини торфового шару залежить присутність видів пристосованих до проживання в цих умовах (Литвак І.П., Литвак П.В., Охрименко А.М. 1996). В болотах де тільки розпочався процес накопичення торфу переважають осоки (Смоляк Л.П., Рубан Н.Н. 1985). Коли товщина шару торфу не дозволяє корінню рослин досягати ґрунту переважають сфагнуми а також *Menyanthes trifoliata* L., *Ledum palustre* L., *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia* L. та інші види верхових боліт (Брадiс Є.М. 1969; Брадiс С.М., Бачурина Г.Ф. 1969; Брадiс Є.М., Кузьмичов А.І., Андриєнко Т.Л., Батячов Є.Б. 1973).

13.1 Заболочені ліси включають на наступних рівнях 13.11. Заболочені соснові ліси, 13.11.1. Заболочені бореальні соснові ліси (Брадiс Е.М. 1955; Григора І.М. 1976; Боч М.С., Мазинг В.В. 1979; Андриєнко Т.Л., Шеляг–Сосонко Ю.Р. 1983; Григора І.М., Воробйов С.О., Соломаха В.А. 2005)

13.11.1.1 Багново-соснові болота

Екотоп. Улоговини річкових терас і долин глибокі міжвалові депресії з лісовими оліготрофними середньо обводненими болотами з глибокими (1-3 м) перехідними верховими покладами

Фітоценоз. *Ledo-Pinetum* R. Tx. 1955. Деревостан з *Pinus sylvestris* зімкнутою 0,4-0,7, заввишки 6-9 м, IV-V бонітету. Трав'янисто-чагарничковий ярус густий (80—90%), диференційований на два під'яруси. Основний під'ярус заввишки 60-65 см утворюють *Vaccinium uliginosum* L. *Chamaedaphne calyculata* Moench. і *Ledum palustre* з покриттям 45-70 % кожен Другий ярус заввишки 25-30 см формує *Eriophorum vaginatum* L., за участю *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*. Моховий покрив добре виражений (85-95 %), в ньому переважають *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. magellanicum*.

Основу складають бореальні болотяні види (*Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, види роду *Sphagnum*)

Поширення. Екосистема спостерігається в річкових долинах річок Норинь, Селівониха, Червонка, Пертниця, Словечна та інших на кам'янистій частині кряжу.

Охорона. Созологічна категорія 3. На території кряжу не охороняється. Потребує охорони (Андриєнко Т.Л., Прядко О.І., Попович С.Ю. 1987).

13.11.1.2 Пухівково-соснові болота.

Екотоп. Улоговини річкових терас і реліктових долин з лісовими оліготрофними середньо обводненими болотами з глибокими (1-3 м) перехідними верховими покладами.

Фітоценоз. *Eriophoro vaginati – Pinetum* Hueck 1925. Деревостан з *Pinus sylvestris* зімкнутою 0,2-0,4, заввишки 6-8 м, IV-V бонітету. Трав'янисто-чагарничковий ярус густий (80-90%), диференційований на два під'яруси. Основний під'ярус заввишки 60-65 см утворюють *Vaccinium uliginosum* *Chamaedaphne calyculata* і *Ledum palustre* з покриттям 25-40 % кожен Другий ярус заввишки 25-30 см формує *Eriophorum vaginatum*, за участю *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia* (Андриєнко Т.Л. 1977).. Моховий покрив добре виражений (85-95 %), в ньому переважають *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. magellanicum*. Основу складають бореальні болотяні види (*Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, види роду *Sphagnum*) (Григора І.М. 1969).

Поширення. Екосистема спостерігається в річкових долинах річок Норинь, Селівониха, Червонка, Пертниця невеликими ділянками посеред заболочених соснових лісів.

Охорона. Созологічна категорія 3. На території кряжу не охороняється. Потребує охорони (Андриєнко Т.Л., Прядко О.І., Попович С.Ю. 1987).

До морфоцену 13.2. Верхові болота належать 13.21 Журавлиново-сфагнумові болота з фітоценозом *Oxycocco-Sphagnetes*, 13.21.1 Дрібноосокові болота з домінуванням сфагнумів з фітоценозом *Sphagnetalia magellanici* Moore 1968 та 13.21.11. Дрібноосокові болота з домінуванням сфагнумів на болотних ґрунтах з фітоценозом *Sphagnion magellanici* Kästner et Flössner 1933 (Бачурина Г.Ф. 1964).

13.21.11.1. Болота з домінуванням *Sphagnum megellanici*

Екотоп. Улоговини річкових терас і реліктових долин з лісовими оліготрофними середньо обводненими болотами з глибокими (1-3 м) перехідними верховими покладами

Фітоценоз. *Sphagnetum megellanici* Kästner et Flössner 1933. Комплексні угруповання з трясовин та купин. Купини із *Eriophorum vaginatum* з пагорбками із *Pinus sylvestris*. (0,1-0,2). Покриття мохів до 90%. Основу складають бореальні болотяні види *Eriophorum vaginatum*, *Carex rostrata* Stokes., *C. limosa* L., *C. chordorrhiza* Ehrh., *Drosera rotundifolia*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*, види роду *Sphagnum*.

Поширення. Екосистема спостерігається в річкових долинах річок Норинь, Червонка, Пертниця невеликими ділянками посеред осокових боліт.

Охорона. Созологічна категорія 3. На території кряжу не охороняється. Потребує охорони (Андрієнко Т.Л., Прядко О.І., Попович С.Ю. 1987).

13.21.11.2. Болота з домінуванням *Sphagnum fuscum*.

Екотоп. Заболочені улоговини річкових терас і дно долин з лісовими оліготрофними середньо-обводненими болотами з глибокими (1-2 м) перехідними верховими покладами торфу.

Фітоценоз. *Sphagnetum fuscum*. В трясовині домінує *Sphagnum fuscum* при наявності інших сфагнумових мохів. Купини із *Eriophorum vaginatum* займають до 15-20% від загальної площі присутні типові бореальні болотяні види, *Carex rostrata*, *C. limosa*, *C. chordorrhiza*, *Drosera rotundifolia*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*,

Поширення. Екосистема спостерігається в річкових долинах річок Норинь, Червонка, Пертниця в західній частині кряжу.

Охорона. Созологічна категорія. На території кряжу не охороняється Потребує охорони (Андрієнко Т.Л., Прядко О.І., Попович С.Ю. 1987).

13.21.11.3. Пухівково-сфагнумові болота

Екотоп. Улоговини річкових терас і реліктових долин з лісовими оліготрофними середньо обводненими болотами з глибокими (1-3 м) перехідними верховими покладами

Фітоценоз. *Eriophoro vaginati-Sphagnetum fallax* Hueck 1928. Деревостан з *Pinus sylvestris* зімкнутою 0,1-0,2, заввишки 3-5 м, IV-V бонітету. Трав'янисто-чагарничковий ярус густий (80-90%), диференційований на два під'яруси. Основний під'ярус заввишки 60-65 см утворюють *Chamaedaphne calyculata* і *Ledum palustre* з покриттям 20-25 % кожен Другий ярус заввишки 25-30 см формує *Eriophorum vaginatum*, за участю *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*. Моховий покрив добре виражений (85-95 %), в ньому переважають *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. magellanicum*.

Поширення. Екосистема спостерігається в річкових долинах річок Норинь, Червонка, Пертниця невеликими ділянками посеред осокових боліт.

Охорона. Созологічна категорія 3. На території кряжу не охороняється. Потребує охорони (Андрієнко Т.Л., Прядко О.І., Попович С.Ю. 1987).

13.21.11.4. Пухівково-сонові болота

Екотоп. Екосистема займає улоговини річкових долин з лісовими оліготрофними середньо обводненими болотами з глибокими (1-2 м) перехідними верховими покладами.

Фітоценоз. *Eriophoro vaginati- Pinetum sylvestris* Hueck 1925. Деревостан з *Pinus sylvestris* зімкнутою 0,2-0,3, заввишки 3-6 м, IV-V бонітету. В трав'янисто-чагарничковому ярусі домінує *Eriophorum vaginatum* (30%). Трав'янисто-чагарничковий ярус густий (80-90%), диференційований на два під'яруси. Основний під'ярус заввишки 60-65 см утворюють *Chamaedaphne calyculata* і *Ledum palustre* з покриттям 20-25 % кожен Другий ярус заввишки 25-30 см формують *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*. Моховий покрив добре виражений (85-95 %), в ньому переважають *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. magellanicum*.

Поширення. Екосистема спостерігається в річкових долинах річок Норинь, Червонка, Пертниця невеликими ділянками посеред осокових боліт.

Охорона. Созологічна категорія 3. На території кряжу не охороняється. Потребує охорони (Андрієнко Т.Л., Прядко О.І., Попович С.Ю. 1987).

13.3. Низинні та перехідні болота включають в себе 13.31 Осокові болота з фітоценозом *Scheichzerio-Caricetea nigrae*, 13.31.1. Мезотрофні осокові болота з фітоценозом *Scheichzerietalia*

palustris Nordh. 1937 та 13.31.11 Мезотрофні осокові болота на неглибоких торф'яних ґрунтах з фітоценозом *Caricion lasiocarpae* Venden Bergh. ap. Lebrun et .all. 1949 (Брадис Е.М., Андриенко Т.Л. 1974)

13.31.11.1. Болота з Осокою пухнатоплодою

Екотоп. Улоговини терас і реліктові долини з обводнюючими оліготрофними і мезотрофними болотами з перехідними і змішаними верховими торф'яними покладами, часто в низовинах з кислим субстратом.

Фітоценоз. *Caricetum lasiocarpae* Koch 1926. Деревний і чагарниковий яруси відсутні. Трав'яний ярус розріджений (45-50%). У монодомінантних співтовариствах одноярусний, утворений домінантою (20-40 %), а також субдомінантними *Menyanthes trifoliata* і *Oxycoccus palustris* (по 10-15 %). У осокових співтовариствах є розріджений (10-15 %) верхній ярус з осок — *Carex lasiocarpa* Ehrh. або *C. limosa*, *C. rostrata*. *Sphagnum. fallax*, іноді *S. palustre*, *S. obtusum*. Основу складають бореальні види сфагнових боліт (*Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. rostrata*, *C. chordorrhiza*, *Rhynchospora alba* Vahl., *Menyanthes trifoliata*).

Поширення. Рівномірно поширені по річковим долинам всього кряжу.

Охорона. Созологічна категорія 3. Екосистема на території кряжу охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує (Балашев Л.С., Андриенко Т.Л., Кузьмичев А.И., Григора И.М. 1982).

До 13.31.1. Мезотрофних осокових боліт належать 13.31.12 Мезотрофні осокові болота на глибоких торф'яних ґрунтах з фітоценозом *Rhyncosporion albae* Koch 1926.

13.31.12.1 Болота з Осокою Багновою

Екотоп. Екосистема представлена улоговинами терас і реліктовими долинами з обводнюючими оліготрофними і мезотрофними болотами із перехідними і змішаними верховими торф'яними покладами, часто в низовинах з кислим субстратом. Торфи не розкладені або слабо розкладені.

Фітоценоз. *Caricetum limosae* Br.-Bl. 1921. Деревний і чагарниковий яруси відсутні. Трав'яний ярус розріджений (45—50%). У монодомінантних осокових угрупованнях одноярусний, утворений домінантою (20— 40 %), а також субдомінантними %). У осокових співтовариствах є розріджений (10—15 %) верхній ярус з осок — *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*. *Sphagnum. fallax*, іноді *S. palustre*, *S. obtusum* (по 10—15 %).

Поширення. Екосистема зустрічається в південно-західній частині кряжу. Займає долини річок Норинь, Селівониха, Пертниця. Площі екосистем невеликі не більше 0,1-0,2 га.

Охорона. Созологічна категорія 3. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Необхідне проведення постійного моніторингу стану екосистеми на території кряжу (Балашев Л.С., Андриенко Т.Л., Кузьмичев А.И., Григора И.М. 1982).

До 13.31 Осокових боліт належать 13.31.2 Осокові болота понижень рельєфу із слабо кислою реакцією ґрунту з фітоценозом *Caricetalia nigra* Koch 1926 em Nordh. 1937 та 13.31.21 Осокові болота на намитому ґрунті із слабо кислою реакцією з фітоценозом *Caricion nigrae* Koch 1926 em Klika 1934.

13.31.21.1 Болота з Осокою чорною та Ситником жаб'ячим

Екотоп. Екосистема представлена улоговинами річкових терас і долин, глибокими міжваловими депресіями з лісовими оліготрофними середньо обводненими болотами з глибокими (1—3 м) перехідними верховими покладами. Середовище субстрату кисле. Вологість едафотопу 17-19 балів.

Фітоценоз. *Caricetum nigrae* Br.-Bl. 1915. В багатовидовому угрупованні домінує *Carex nigra* Reichard. (50-75%) субдомінантою є *Juncus effusus* (15-25%) (Андриенко Т.Л. 1983). Види союзу *Caricion nigrae*: *Ranunculus flammula* L. і *Stellaria palustris* Retz. займають 5-10%. Серед видів класу *Scheichzerio-Caricetea nigrae* зрідка зустрічається *Eriophorum polystachyon* L. (менше 2-5%). Серед інших часто зустрічаються *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens* та *Molinia caerulea* Moench. (до 15-20%). Це пов'язано з тим що екосистема розміщується в заглиблення посеред соснового лісу представленого асоціацією *Molinia-Pinetum*.

Деревний ярус створює *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, трав'янисто-чагарничковий - *Carex nigra*, *Juncus effusus*, *Molinia caerulea*, *Juncus conglomeratus* L. та зрідка *Vaccinium uliginosum*. Моховий ярус представлений *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. tagellanicum* з домішками мохів роду *Polytrichum*.

Поширення. Екосистема зустрічається території скелястої частини кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 3. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Вимагає постійного моніторингу як місце зростання рідкісних видів (Андрієнко Т.Л.1975; Балашев Л.С., Андриенко Т.Л., Кузьмичев А.И., Григора И.М. 1982).

Задача 4.

На основі даних про лісові та чагарникові екосистеми зробити аналіз їхнього динамічного стану.

14.1 Ліси і чагарники на четвертому рівні розділяються на 14.11. Вологі листяні ліси з фітоценозом *Alnetea glutinosae*, 14.12. Широколистяні ліси з фітоценозом *Querceto-Fagetea*, 14.13. Мішані ліси з фітоценозом *Quercetea robori-petraeae*, 14.14.. Хвойні ліси з фітоценозом *Vaccinio-Piceetea*, 14.15. Чагарники на лесових ґрунтах з фітоценозом з фітоценозом *Rhamno-Prunetea*, 14.16. Напівприродні екосистеми лісів і чагарників створені під впливом антропогенних чинників з фітоценозом *Robinitea*, 14.17. Ліси на початкових сукцесійних стадіях відновлення, 14.18. Вторинні післялісові ліси та чагарники з фітоценозами *Epilobietea angustifolia* та *Urtico-Sambucetea* (Сукачев В.И. 1957; 1972; Поварніцин В.О. 1959; Анучин Н.П. 1977).

14.11. Вологі листяні ліси (*Alnetea glutinosae*), представляють на нижчих рівнях 14.11.1. Гігрофітні та гігромезофітні листяні ліси з фітоценозом *Alnetalia glutinosae* R.Tx. 1937, 14.11.11. Вільхові ліси з фітоценозом *Alnion glutinosae* Meijer Drees 1936 (Поварніцин В.О. 1971).

14.11.11.1. Вільхові ліси на багатих ґрунтах

Екотоп. Екосистема представлена пониженими ділянками річкових долин, прибережними ділянками, міжваловими депресіями за умови наявності водонепроникного горизонту. Ґрунти намиті лучні легкосуглинкові, намиті опідзолені та дерново-підзолисті супіщані, дерново-підзолисті сильноглейові піщані. Вологість 16-19 балів. Середовище слабокисле (рН 4,2-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5-1,0% та гумусу 1,2-1,5 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається витоптуванню, викошуванню, і випасанню.

Фітоценоз. *Ribeso nigri-Alnetum* SOL.-GORN. 1987. Деревостан сформований *Alnus glutinosa* (75-90 %) зрідка трапляється *Betula pendula* Roth., *Pinus sylvestris*, *Carpinus betulus* L. В підліску зімкненістю 30% переважають *Salix pentandra* L., *Frangula alnus* Mill. та зрідка трапляється *Salix caprea* L. Травостан зімкненістю 90-100% сформований *Urtica dioica* L. (5-15%), *Galium rivale* Griseb. (5-10%) *Poa trivialis* L. (5%), *Geum rivale* L. (5%) та рядом представників класу *Molinio-Arrhenatheretea* та *Phragmiti-Magnocaricetea*.

Поширення. Екосистема зустрічається по всій території кряжу. Найчастіше вона зустрічається в межах річкових долин лесової частини кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.11.11.2. Вільхові ліси на бідних ґрунтах

Екотоп. Екосистема представлена пониженнями річкових долин. Ґрунти лучно, муловато-, та торфувато-болотні осушені, намиті опідзолені та дерново-підзолисті супіщані. Вологість 14-18 балів. Середовище слабокисле (рН 4,0-4,3), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5-1,0% та гумусу 1,1-6,5 млн. Мдж/га. Мезо- олігогемеробна екосистема що піддається витоптуванню, збору рослин і випасанню.

Фітоценоз. *Sphagno squarrosi-Alnetum* SOL.-GORN. 1987. Деревостан сформований *Alnus glutinosa* (40%), *Betula pubescens* (5%), *Pinus sylvestris* (5%). В підліску зімкненістю 20 % переважають *Betula pubescens* і *Frangula alnus*. Травостан зімкненістю 50% сформований *Carex elongata* L., *Carex vesicaria*, *Scirpus sylvaticus*. Моховий покрив (40%) складається переважно з *Sphagnum squarrosum* (25%).

Поширення. Екосистема зустрічається на скелястій частині території кряжу. Частіше вона знаходиться за 1-3 км від витоку річок і до їх виходу на рівнину.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Вимагає постійного моніторингу так як має важливе значення для підтримання водного балансу річок і прирічкових територій.

14.11.11.3. Комишово-вільхові ліси

Екотоп. Екосистема представлена заболоченими пониженнями річкових долин. Ґрунти лучно, муловато-, та торфувато-болотні осушені, намиті опідзолені та дерново-підзолисті ґрунти супіщані. Вологість 14-18 балів. Середовище слабокисле (pH 4,0-4,3), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 0,5-1,0% та гумусу 1,1-6,5 млн. Мдж\га. Мезо- олігогемеробна екосистема що піддається витоπτуванню, збору рослин і випасанню.

Фітоценоз. com. *Scyrpus sylvestris*-*Alnus glutinosa*. Деревостан сформований *Alnus glutinosa* (80%) дуже рідко з поодинокими особинами *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* L., *Betula pubescens*, *Betula pendula*. В підліску зімкненістю 20% переважають *Frangula alnus* (5-10%) та *Salix pentandra* (1-5%). Травостан зімкненістю 90-100% сформований *Scirpus sylvaticus* (75-90%), *Thelypteris palustris* Schott. (1%) *Carex elongata* (1%), *Carex vesicaria* (2%), *Galium rivale* (1%), *Poa trivialis* (3%), *Geum rivale* (1%) (Григора І.М. 1971).

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається по всій території кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.11.11.4. Гостровидно-осоково вільхові ліси

Екотоп. Екосистема представлена заболоченими пониженнями річкових долин. Ґрунти лучно, муловато-, та торфувато-болотні осушені. Вологість 15-18 балів. Середовище слабокисле (pH 4,0-4,3), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 0,5-1,0% та гумусу 1,1-6,5 млн. Мдж\га. Мезо-олігогемеробна екосистема що піддається викошуванню, витоπτуванню та випасанню.

Фітоценоз. *Carici acutiformis*-*Alnetum Scamoni* 1935. Деревний ярус розріджений монодомінантний із *Alnus glutinosa* (40-75%), зрідка зустрічаються чагарники із видів роду *Salix* L (Андриєнко Т.Л. 1980). Травостан зімкненістю 90-95% сформований із домінуючої *Carex acutiformis* (більше 80%). Зрідка трапляються *Scirpus sylvaticus* (до 5%), *Carex elongata* (2-3%), *Carex vesicaria* (2%), *Galium rivale* (2%), *Poa trivialis* (1%), *Geum rivale* (1%).

Поширення. Екосистема займає декілька локалітетів на північному березі річки Норинь.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.11.11.5. Видовжено осоково-дубові ліси

Екотоп. . Екосистема представлена заболоченими пониженнями річкових долин. Ґрунти лучно, та торфувато-болотні. Вологість 14-16 балів. Середовище слабокисле (pH 4,0-4,3), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 0,5-1,0% та гумусу 1,1-6,5 млн. Мдж\га. Олігогемеробна екосистема, що піддається низькому рекреаційному тиску.

Фітоценоз. *Carici elongatae*-*Quercetum Socol*. 1972. В деревному ярусі домінують *Alnus glutinosa* (40-50%) і *Quercus robur* L. (50-60%). Зрідка трапляється *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Betula pubescens*, *Betula pendula*. В трав'янисто-чагарничковому ярусі домінує *Carex elongata* (більше 80%). Часто зустрічаються бореальні види *Vaccinium myrtillu* (до 20%), *Trientalis europaea* L. (1-2%), *Luzula pilosa* Willd., *Pyrola rotundifolia* L., *Maianthemum bifolium* F. W. Schmidt. Також постійно присутній *Chrysosplenium alternifolium* L. (до 5%) (Григора І.М. 1972).

Поширення. Зустрічається в кількох локалітетах біля витоків ріки Норинь. Найбільш характерні ділянки розташовані на захід від села Листвин.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Потребує постійного моніторингу і може претендувати на включення до списку екосистем (біотопів), що потребують охорони.

14.11.11.6. Болотно-папоротево березові ліси

Екотоп. Екосистема представлена пониженнями річкових долин. Ґрунти лучно, торфувато-болотні, супіщані. Вологість 14-18 балів. Середовище слабокисле (pH 4,0-4,3), карбонатів (CaCO₃,

MgCO₃) 0,5-1,0% та гумусу 1,1-6,5 млн. Мдж\га. Мезо- олігогемеробна екосистема що піддається витоπτуванню, збору рослин і випасанню.

Фітоценоз. *Betula pubescens*-*Thelypteris palustris* Czerw 1972. Деревостан розріджений, сформований, *Betula pubescens* (30-50%) із *Alnus glutinosa* (5%) *Pinus sylvestris* (5%). В підліску зімкненістю 20 % переважають *Betula pubescens* і *Frangula alnus*. Травостан зімкненістю 50% сформований *Carex elongata*, *Carex vesicaria*, *Scirpus sylvaticus*. Моховий покрив (40%) складається переважно з *Sphagnum tagellanicum* S. fallax, *S. squarrosum* (Григора І.М. 1972).

Поширення. Екосистема поширена в західній частині кряжу та на його північній околиці.

Охорона. Созологіна категорія 3. Екосистема на території кряжу не охороняється. Потребує постійного моніторингу через присутність великої кількості рідкісних видів.

14.11.2. Вологі листяні ліси і чагарники з фітоценозом *Salicetalia aurite* Doing 1962 представлені на шостому рівні 14.11.21. Гігрозоміофітними чагарниками з фітоценозом *Salicion cinereae* Th. Müller et Görs ex Passarge 1961.

14.11.21.Верболози з верб п'ятитичинкової та попелястої

Екотоп. Екосистема представлена дном річкових долин та лесових балок. Ґрунти намиті лучні ґрунти легкосуглинкові та намиті опідзолені та дерново-підзолисті ґрунти супіщані. Вологість 14-17 балів. Середовище слабокисле (рН 4,3-4,7), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 1-2% та гумусу 1,3-1,7 млн. Мдж\га. Мезогемеробна екосистема що піддається витоπτуванню, частковій рубці і випасанню.

Фітоценоз. *Salicetum pentandro-cinereae* Passarge 1961. В чагарниковому ярусі зімкненістю 80% переважають *Salix pentandra*, *Salix cinerea* рідше *Acer negundo* L., *Salix mirsinifolia* L. Травостан зімкненістю 75% сформований *Juncus effusus* (10-20%), *Lysimachia vulgaris* L. (5-25%), *Deschampsia caespitosa* (10-25%).

Поширення. Екосистема зустрічається по всій території кряжу. В балках домінантом частіше стає *Salix mirsinifolia*.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.12. Широколистяні ліси з ектопами заселеними угрупованнями класу *Quercus-Fagetalia* далі розділяються за флористичними ознаками (Шеляг–Сосонко Ю.Р. 1974; 1982; Клеопов Ю.Д. 1990). На п'ятому рівні вони включають 14.12.1. Мезогірофітні і мезофітні широколистяні ліси на багатих та середньо багатих ґрунтах з фітоценозом *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski 1928. 14.12.2. Термофільні освітлені діброви з фітоценозом *Quercetalia pubescenti-petreae* Klika 1933 (Якушенко Д.М. 2002). Перші на шостому розділяються на 14.12.11. Мезогірофітні широколистяні ліси на багатих ґрунтах з фітоценозом у вигляді союзу рослинності *Alno-Ulmion* Br.-Bl. et R.Tx. 1943 та 14.12.12. Мезофітні широколистяні ліси на багатих та середньо багатих ґрунтах з фітоценозом *Carpinion betuli* Issier 1931.

14.12.11.1. Широколистяні вологі зірочниково-вільхові ліси

Екотоп. Екосистема розміщена на дні балки на намитих лучних ґрунтах легкосуглинкових. Вологість 14-16 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5-5,6), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-4 % та гумусу 1,5-1,7 млн. Мдж\га. А- олігогемеробна екосистема.

Фітоценоз. *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae* Lohm 1957. Одноярусний або двох'ярусний деревостан утворює *Quercus robur*, а в другому, якщо він виражений, *Carpinus betulus* і *Tilia cordata* Mill. У невеликій кількості зустрічаються також *Acer platanoides* L, *Ulmus glabra* Huds.. У віці 70-140 років має зімкнуту крону 0,8-1,0, висоту 20-32 м і I або II бонітет. Підлісок дуже розріджений і представлений окремими кущами звичайних неморальних видів (*Corylus avellana* L., *Swida sanguinea* Oriz., *Euonymus europaea* L.). Трав'янистий ярус густий (50-70 %).

Поширення. Екосистема зустрічається на заході лесової частини території кряжу. Відмічається дві зони поширення – Городецько-Антоновицька та Білківсько-Листвинська

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Вимагає режиму постійного моніторингу.

14.12.11.2. Широколистяні вологі зірочникові-вільхові ліси з цибулею ведмежою.

Екотоп. Екосистема розміщена на дні балки на намитих лучних ґрунтах легкосуглинкових. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезогігрофітні, мезогуміфільні, та від нітрофільні, , олігогамеобні.

Фітоценоз. *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae* var. *Allium ursinum*. Одноярусний або двох'ярусний деревостан утворює *Quercus robur*, а в другому, якщо він виражений, *Carpinus betulus* і *Tilia cordata*. У невеликій кількості зустрічаються також *Acer platanoides*, *Ulmus glabra*. У віці 70-140 років має зімкнуту крону 0,8-1,0, висоту 20-32 м і I або II бонітет. Підлісок дуже рідкісний і представлений окремими кущами звичайних неморальних видів (*Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*). Трав'янистий ярус густий (50-70 %) з *Allium ursinum* L. з незначною домішкою звичайних видів широколистяних лісів.

Поширення. Екосистема відмічена в балці на дні яру в 1,5 км на схід від села Городець.

Охорона. Созологічна категорія 3. Екосистема на території кряжу не охороняється.

14.12.11.3. Широколистяні вологі вільхові трясунковидноосокові ліси.

Екотоп. Екосистема представлена пониженими ділянками річкових долин, прибережними ділянками, міжваловими депресіями за умови наявності водонепроникного горизонту. Ґрунти намиті лучні легкосуглинкові, намиті опідзолені та дерново-підзолисті супіщані, дерново-підзолисті сильноглейові піщані. Вологість 16-19 балів. Середовище слабокисле (рН 4,2-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5-1,0% та гумусу 1,2-1,5 млн. Мдж/га. Мезогемімеробна екосистема що піддається вито́птуванню, вико́шуванню, і випасанню.

Фітоценоз. *com. Carici brizoides-Alnus glutinosa*. Деревостан сформований із *Alnus glutinosa* (80%). В підліску зімкненістю 20% переважають *Frangula alnus* (10-15%), *Padus avium* Mill. (5%), *Corylus avellana* (5%). Травостан зімкненістю 75-90 % сформований в основному із *Carex brizoides* L. Угрупування займає проміжне становище між союзами *Alno-Ulmion* та *Alnion glutinosae*.

Поширення. Екосистема зустрічається на сході скелястої частини території кряжу

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.12.11.4 Широколистяні вологі калюжницево-вільхові ліси

Екотоп. Екосистема представлена пониженими ділянками річкових долин та прибережними ділянками. Ґрунти намиті лучні легкосуглинкові, намиті опідзолені та дерново-підзолисті супіщані, дерново-підзолисті сильноглейові піщані. Вологість 16-19 балів. Середовище слабокисле (рН 4,2-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5-1,0% та гумусу 1,2-1,5 млн. Мдж/га. Мезогемімеробна екосистема що піддається вито́птуванню, вико́шуванню, і випасанню.

Фітоценоз. *Caltho laetiae-Alnetum* Stuchlik 1968. Деревостан сформований із *Alnus glutinosa* (80%). В підліску зімкненістю 20% переважають *Frangula alnus* (10-15%), *Padus avium* Mill. (5%), *Corylus avellana* (5%). Травостан зімкненістю 75-90 % сформований в основному із *Caltha palustris* L. Часто зустрічаються *Cardamine pratensis*, *Equisetum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Myosotis palustris*. В моховому ярусі переважає *Sphagnum squarrosum*. Угрупування займає проміжне становище між союзами *Alno-Ulmion* та *Alnion glutinosae*.

Поширення. Екосистема зустрічається на сході скелястої частини території кряжу

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

Спорадично по лесовій території кряжу зустрічаються угруповання, які можна вважати близькими до асоціації *Fraxino-Alnetum* W. Mat. 1952. Деревостан складається із *Fraxinus excelsior* (10-30%), *Quercus robur* (10-25%), *Populus tremula* (10%), *Carpinus betulus* (5-10%). Чагарниковий ярус представлений *Padus avium*, *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosa*, *Viburnum opulus*. Травостан з проективним покриттям (30-40%) складається із *Aegopodium podagraria*, *Pulmonaria obscura*, *Anemone nemorosa*, *Stellaria nemorum*. Через невеликі площі угруповань (40-100 м²) розкиданих по території кряжу (на північний захід від села Велідники, на південь від села Можари, на північний захід від села Кобилин) екотопи із цими угрупованнями не виділені, як окрема екосистема.

14.12.12. Мезофітні широколистяні ліси на багатих та середньо багатих ґрунтах представлені великою різноманітністю екосистем на сьомому рівні (Якушенко Д.М. 2001).

14.12.12.1 Широколистяні грабово-липові ліси

Екотоп. Екосистема розміщена на схилах лесових балках з виходами рихлих супіщаних та легко суглинистих порід. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних мезогуміфільні, та субнітрофільні, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогамеобні.

Фітоценоз. *Tilio cordatae-Carpinetum* Iss. 1931 em. Oberd. 1953. ДЕРЕВОСТАН ДВОХ'ЯРУСНИЙ. Перший ярус утворює незначною участю *Acer platanoides* у віці 80-100 років має зімкнуту крону 0,8-1,0, висоту 22-30 м і I або II бонітет. Другий ярус *Carpinus betulus*. У прорідженому підліску зустрічаються *Corylus avellana* (0,1-0,2), *Euonymus verrucosa* Scop., *E. europaea*, *Tilia cordata*. У середньогустому травостої (35-55 %) переважають *Carex pilosa* Scop. або *Aegopodium podagraria* L., 3 супутніх видів з проектним покриттям до 5 % звичайні *Stellaria holostea* L., *Asarum europaeum* L., *Galeobdolon luteum* Huds., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Stellaria nemorum* L.

Поширення. Екосистема розміщена від балок на захід від лінії Оленичи-Кобилин до лінії Бігунь-Городець.

Охорона. Созологічна категорія 4. На території краю екосистема не охороняється.

14.12.12.2. Широколистяні липово-кленові ліси

Екотоп. Екосистема займає схили різної експозиції і крутизни горбів, балок річкових долин, а також плакорні ділянки. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті супіщані, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних від субгумільних до мезогуміфільних, та від субнітрофільних до гемінитрофільних, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогамеобні.

Фітоценоз. *com. Acer platanoides-Tilia cordatae*. ДЕРЕВОСТАН сформований *Tilia cordatae* (10-20%), *Acer platanoides* (5-20%), *Carpinus betulus* (5-15%), *Quercus robur* (5%), *Populus tremula* (1-2%). В підліску зімкненістю 40-60% переважають *Corylus avellana* (20-30%), *Euonymus verrucosus* (5%) зрідка трапляється *Lonicera xilostemum* L. Травостан зімкненістю 20% сформований *Pulmonaria obscura* (1-5%), *Stellaria holostea* (1-5%), *Galeobdolon luteum* (2%), *Carex pilosa* (1-5%), *Anemona nemorosa* L. (10%) *Hepatica nobilis* Mill. (1-3%).

Поширення. Екосистема зустрічається на території краю в районі сіл Городець, Антоновичи, Задорожок.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території краю не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. (Шеляг-Сосонко Ю.Р. 1969; Якушенко Д.М. 2004)

14.12.12.3. Широколистяні грабово-перестрічкові ліси

Екотоп. Екосистема займає схили різної експозиції і крутизни горбів, балок річкових долин, а також плакорні ділянки. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті супіщані, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних від субгумільних до мезогуміфільних, та від субнітрофільних до гемінитрофільних, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогамеобні.

Фітоценоз. *Melampyrum nemorosi-Carpinetum* Pass. 1957. Одноярусний деревостан утворює *Quercus robur* або *Carpinus betulus* з участю *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Populus tremula*. У підліску (0,2—0,4) переважає, *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*, *Frangula alnus* за участю *Euonymus verrucosa*. Трав'янистий ярус, проектне покриття якого в різних асоціаціях коливається від 25 до 60 %, складений із неморальних тінюлюбивих видів *Melampyrum nemorosum* L. (5-10%), *Stellaria holostea* (5%), *Anemona nemorosa* (5-10%), *Carex pilosa* (1%), *C. brizoides* (до 10%).

Поширення. Екосистема зустрічається території краю на місці відновлення лісу природним шляхом після вирубки (через 15-30 років) освітлених старих дубових лісів.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території краю не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Вимагає процесу постійного моніторингу.

14.12.12.4. Широколистяні грабово-зеленчукові ліси

Екотоп. Екосистема займає схили різної експозиції і крутизни горбів, балок річкових долин, а також плакорні ділянки. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті супіщані, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані. Кислотність рН

4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних від субгумільних до мезогуміфільних, та від субнітрофільних до гемінітрофільних, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогамеробні.

Фітоценоз. *Galeobdolon luteae-Carpinetum* Shevchyk et al. 1996. Одноярусний деревостан утворює *Carpinus betulus* з участю *Quercus robur* *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* L., *Populus tremula*. У віці 50-100 років він має зімкнуту крону 0,8-1,0, висоту 15-25 м і I-II. У підліску (0,2-0,6) переважає *Euonymus verrucosa*, *E. europaea*, *Sorbus aucuparia* L., *Corylus avellana*, за участю *Frangula alnus* і *Swida sanguinea*. Трав'янистий ярус, проектне покриття якого в різних асоціаціях коливається від 25 до 60 %, складений із неморальних тіньолюбивих видів *Galeobdolon luteum*, *Asarum europium*, *Stellaria holostea*, *Anemona nemorosa*, *Aegopodium podagraria*, *Carex breviculosa* DC., *C. pilosa*, *C. brizoides*.

Поширення. Екосистема утворює дві територіальні одиниці локально зосереджені в районі сіл Городець, Антоновичи та Задорожок і характеризують межу двох геоботанічних районів. Перша одиниця знаходиться на лінії Городець-Задорожок і пов'язана із дерново-підзолистими кам'янистими ґрунтами, друга – в зоні між вищевказаними населеними пунктами пов'язана з балками в лесових осадових породах.

Охорона. Созологічна категорія 4. На території кряжу екосистема не охороняється.

14.12.12.5. Широколистяні грабово-дубові волосистоосокові ліси

Екотоп. Рівнинні ділянки нешироких плакорів, а також схили різної крутизни і експозиції горбів, річкових долин і балок з ясно-сірими і сірими опідзоленими сильнозмитими супіщаними свіжими вологими ґрунтами на лесах. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних мезогуміфільні та субнітрофільні, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогамеробні.

Фітоценоз. *Carici pilosae-Carpinetum* R. Neuhausl et Z. Neuhauslova 1964 Деревостан двох'ярусний. Перший ярус утворює *Quercus robur* за участю *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* *Ulmus glabra*. Другий, як правило густіший, ярус формує *Carpinus betulus* за участю *Tilia cordata*, *Acer platanoides*. Загальна зімкнута крона рівна 0,9-1,0, висота у віці 70-90 років досягає 22-26 м при I або II бонітеті. Підлісок самостійний ярус не формує. Він представлений окремими екземплярами *Euonymus verrucosa*, *E. europaea*, *Corylus avellana*. Трав'янистий ярус, як правило, рідкий (20-30%). У ньому переважають *Carex pilosa*, а у вологіших умовах злегка понижених ділянок або нижньої частини схилів *Aegopodium podagraria*. Окрім них з проектним покриттям 1-5 % зустрічаються *Stellaria holostea*, *Asarum europaeum*, *Galeobdolon luteum*, *Viola reichenbachiana* Jord. Ex. Boreau., і з меншим – *Convallaria majalis* L., *Geum urbanum* L., *Pulmonaria obscura*, *Scrophularia nodosa* L., *Campanula rapunculoides* L., *Polygonatum multiflorum* All., *Ranunculus cassubicus* L.

Поширення. Екосистема локально розміщена в балках між населеними пунктами Городець і Антоновичи.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється.

14.12.12.6. Широколистяні грабово-зірочникові ліси

Екотоп. Екосистема займає схили пагорбів, балок річкових долин, а також плакорні ділянки. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті супіщані, ясно-сірі і сірі опідзолені середньозмиті легкосуглинкові, дерново-підзолисті малорозвинені сильнокамяністі глинисто-піщані на елювії кристалічних порід, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані та виходи рихлих осадових лесових порід. Кислотність рН 4,5-5,6.

Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних від субгумільних до мезогуміфільних, та від субнітрофільних до гемінітрофільних, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогамеробні.

Фітоценоз. *Stellario-Carpinetum* Oberd 1957. Одноярусний деревостан утворює *Quercus robur* або *Carpinus betulus* з участю *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*. У віці 50-100 років він має зімкнуту крону 0,8-1,0, висоту 15-25 м і I-II. У підліску (0,2-0,6) переважає *Euonymus verrucosa*, *E. europaea*, *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*, за участю *Frangula alnus* і *Swida sanguinea*. Трав'янистий ярус, проектне покриття якого в різних асоціаціях

коливається від 25 до 60 %, складений із неморальних тіньлюбивих видів *Asarum europium*, *Stellaria holostea*, *Anemona nemorosa*, *Aegopodium podagraria*, *Carex breviculus*, *C. pilosa*, *C. brizoides*.

Поширення. Екосистема розташована на схилах вершин (переважно північної експозиції) на території Червонсько-Городецького геоботанічного району ацидофільних скельнодубових та дубових лісів та в балках західної частини Овруцького геоботанічного району дубово-грабових лісів. Найбільші масиви на кам'янистій зосереджені на південний захід від лінії Листвин-Задорожок-Городець та на північ від лінії Тхорин-Нагоряни. На лесовій частині кряжу на схід від лінії Нові Велідники-Оленичі екосистема зустрічається у вигляді невеликих локалітетів площею біля 0,01 га. Між лініями Верпа-Листвин та Велідники-Оленичі має більші площі і займає по 0,05-0,1 га вздовж дна балок. На захід від лінії Верпа-Листвин балки лесової частини (особливо борти і прибортові схили) представлені саме цією екосистемою. Характерною рисою східних територій зайнятих екосистемою є присутність на її екотонах великої кількості *Lonicera xilosteam*.

Охорона. Созологічна категорія 4. На території кряжу екосистема не охороняється

14.11.12.7. Широколистяні грабові зірочниково-плющові ліси

Екотоп. Екосистема займає плакори та схили пагорбів з дерново-підзолистими середньокам'янистими ґрунтами. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних, мезогуміфільні, гемінітрофільні, олігогеміробні та агемеробні.

Фітоценоз. *Stellario-Carpinetum* var. *Hedera helix*. Деревостан різновіковий, двох'ярусний. У першому ярусі *Quercus robur*, в другому – *Carpinus betulus*. В меншій кількості присутні *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Acer platanoides*. У наземному покриві переважає *Hedera helix* L. (50—80%) (іноді підіймається по стовбурам дерев до висоти 5 м), *Asarum europaeum*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella* L., *Stellaria holostea*, *Polygonatum odoratum* (Таргонський П.Н., Примак М.Б. 1980).

Поширення. Екосистема займає одну локальну ділянку і пролягає від плакору на висоті 265 м до схилів річкової долини 240-250 м.

Охорона. Созологічна категорія 3. Охороняється в ботанічному заказнику «Плющ» Кв 8,13. Городецького лісництва Словечанського держлісгоспу

14.11.12.8 Широколистяні грабово-дубові пальчатоосокові ліси

Екотоп. Рівнинні ділянки плакорів, а також схили малої крутизни північної експозиції горбів, річкових долин і балок з ясно-сірими і сірими опідзоленими сильнозмитими супіщаними свіжими вологими ґрунтами на лесах. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних мезогуміфільні, та від субнітрофільні, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогаміробні.

Фітоценоз. *Carici digitatae-Carpinetum* Kramarets et V.SI 1995 in V.SI. 1995. Деревостан двох'ярусний. Перший ярус утворює *Quercus robur* за участю *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus glabra*. Другий, формує *Carpinus betulus* за участю *Tilia cordata*, *Acer platanoides*. Загальна зімкнута крон рівна 0,9-1,0, висота у віці 70-90 років досягає 22-26 м при I або II бонітеті. Підлісок представлений окремими екземплярами *Corylus avellana*. Трав'янистий ярус, як правило, рідкий (20-30%). У ньому переважають *Carex digitata*, а у вологіших умовах злегка понижених ділянок або нижньої частини схилів *Aegopodium podagraria*. Окрім них з проектним покриттям 1-5 % зустрічаються *Stellaria holostea*, *Asarum europaeum*, *Galeobdolon luteum*, *Maianthemum bifolium*, і з меншим – *Convallaria majalis* L., *Geum urbanum* L., *Pulmonaria obscura*, *Scrophularia nodosa* L., *Campanula rapunculoides* L., *Polygonatum multiflorum* All., *Ranunculus cassubicus* L.

Поширення. Екосистема локально розміщена в балках між населеними пунктами Городець і Антоновичи.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється.

14.12.2. Термофільні освітлені діброви з фітоценозом *Quercetalia pubescenti-petreae* Klika 1933 corr. Moravec in Beg. et Theurill 1984 останнім часом сильно скоротили свої площі (Didukh Ya. P. 1996). З 1995 року в результаті вирубки та природної трансформації рослинності зникли дві ділянки зайняті екосистемою 14.12.21. Мезофітні освітлені кварцетальні діброви з фітоценозом *Potentillo albae-Quercion petreae* Br.-Bl. 1932 em Rivas-Martinez 1972.

14.12.21.1 Діброви з перстачем білим.

Екотоп. Екосистема розміщена на південних схилах пагорбів. Ґрунти ясно-сірі і сірі лісові. Кислотність рН 5-5,6. Едафічні умови мезофітні, мезогуміфільні, гемінитрофільні. Олігогемеробна, в умовах мезогемеробії швидко скорочує свої площі і часом зникає.

Фітоценоз. *Potentillo albae-Quercetum Libb 1933*. В деревному ярусі домінує *Populus tremula* (50-75%), часто зустрічаються *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Acer platanoides*. В травостані часто зустрічаються *Potentilla alba* L., *Betonica officinalis* L. s. l., *Campanula persicifolia* L., *Convallaria majalis* L., *Trifolium alpestre* L., *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Polygonatum odoratum*. Характерною є присутність видів класів *Querco-Fagetea*, *Trifolio-Geranietea*, *Molinio-Arrhenatheretea*. (Chytrý M., Horák J. 1997)

Поширення. Локально зустрічається в районі села Старі Велідники. На даний час відомо три локалітети. За останні роки 2 з них трансформувалися і їх неможливо ідентифікувати як такі що належать до даної соції.

Охорона. Созологічна категорія 4. На території кряжу не охороняється. Вимагає негайного введення охоронного режиму.

14.13. Мішані ліси з фітоценозом *Quercetea roburi-petraeae* представлені 14.13.1. Мезофітні та мезогігрофітні мішані ліси з фітоценозом *Quercetalia roboris* R.Tx. 1931 14.13.11. Мезофітні судіброви з фітоценозом *Quercion roburi-petraeae* Br.-Bl. 1932 (Шеляг-Сосонко Ю.Р. 1995)

14.13.11.1 Ацидофільні скельно-дубові ліси

Екотоп. Екосистема розташована на схилах та плакорах кам'янистої частини кряжу висотою від 210 до 280 м. на дерново-підзолистих середньо та сильнокам'янистих ґрунтах на елювії рожевих овруцьких кварцитів. Гідрологічні умови від мезофітних до гігромезофітних. Глибина залягання ґрунтових вод 1,5-2 м. Кислотний режим ґрунту – рН 4,5-5,5. Едафотоп також характеризується гемінитрофільними, субагумільними умовами. Сукупність факторів антропогенного впливу характеризує екосистему, як мезо- та олігогамеробну.

Фітоценоз. *Calamagrostio arundinacea-Quercetum petraea* Scam. et Pass. 1959. Деревостан утворений домінуванням *Quercus petraea* Liebl. віком 60-100 років III-IV бонітету з поодинокими домішками *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*. Другий ярус (0,1-0,2) *Populus tremula*, *Pyrus communis* L., *Malus sylvestris* L., *Sorbus aucuparia*. В підліску зустрічаються *Quercus petraea*, *Alnus glutinosa* *Pinus sylvestris* (20%). Серед чагарників переважає *Rhododendron luteum* Sweet (0,7) а також зустрічаються *Frangula alnus*, *Genista tinctoria* L., *Salix cinerea*, *Rubus nessensis* W. Hall., *Sorothamnus scorpiarius* Koch. В трав'янисто-моховому ярусі переважають *Festuca ovina* L., *Calamagrostis arundinacea* Roth. Постійно присутні бореальні види *Vaccinium myrtillus* (30%), *Melampyrum pratense* L., *Maianthemum bifolium*, та *Pteridium aquilinum* Kuhn., *Convallaria majalis*, *Polygonatum odoratum* Druce.. Серед мохів найчастіше зустрічаються *Hypnum cupressiformis* Hedw., *Leucobryum glaucum*.

Поширення. Екосистема площею менше 10 га розташована на території Червонсько-Городецького геоботанічного району ацидофільних скельнодубових та дубових лісів. Її угруповання зосереджені в районі села Червонка. Трохи менше на західній і більше на східній околиці на схилах висоти 274.

За особливостями розташування екосистеми на Словечансько-Овруцькому кряжі можна виділити дві територіальні одиниці. Перша на західному березі річки Червонка, друга на східному. За видовим складом на чотири територіальних одиниці. Вони пов'язані з особливостями едафічних умов. В межах річкової долини субдомінантою є *Pinus sylvestris*. Поверх виходів уламкової породи овруцьких кварцитів тут розташовані дерново-підзолисті ґрунти на відносно потужній основі осадових порід. На плакорі висоти 220 (західна околиця села Червонка) зустрічається монодомінантна ділянка *Quercus petraea* з високим вмістом *Sorbus aucuparia*. На схід від Червонки на висоті 274 в чагарниковому ярусі переважає *Rhododendron luteum*. На південному схилі висоти 274 субдомінантою є *Betula pendula*.

Охорона. Созологічна категорія 3. Вся екосистема і особливо з фітоценозом *Calamagrostis arundinacea-Quercetum petraea* var. *rhododendron luteum* пропонується включити до «Червоного списку рослинних угруповань України». Охороняються в державному заказнику «Кам'яна гірка» кв.36 вид 29 Кованковського лісництва Словечанського держлісгоспу.

14.13.11.2. Дубові трясуноквидноосокові мішані ліси

Екотоп. Екосистема займає відносно рівні погано дреназовані ділянки. Ґрунти дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані та ясно-сірі і сірі опідзолені слабозмиті легкосуглинкові. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних від субгумільних до мезогуміфільних, та від субнітрофільних до гемінітрофільних, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогамеробні.

Фітоценоз. *Carici brizoidi-Quercetum roboris* Orlov, Yakushenko et Vorobyov 1999. Деревостан одноярусний з *Quercus robur* із незначною домішкою *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Acer platanoides*, *Pinus sylvestris*, *Carpinus betulus* і *Alnus glutinosa* (на вологіших ділянках). У віці 50-100 років він має зімкнуту крону 0,6-0,9, висоту 18-28 м і II-III бонітет. Густий підлісок утворює *Corylus avellana* і *Frangula alnus*. До них домішуються *Sorbus aucuparia*, *Euonymus europaea*, *E. verrucosa*, а на вологіших ділянках – *Salix cinerea*. Травянистий ярус густий з проектним покриттям 50-80 %, з яких на долю *Carex brizoides* доводиться 25-65 %. З проектним покриттям до 5 % зустрічаються *Calamagrostis arundinacea*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Stellaria holostea*, *Pteridium aquilinum* і в більш вологих місцях – *Molinia caerulea*.

Флористичне ядро складають бореальні лісові і лугові види (*Pteridium aquilinum*, *Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Molinia caerulea*, *Calamagrostis arundinacea*, *Potentilla erecta* Rausch., *Deschampsia caespitosa*, *Luzula pilosa*, *Lysimachia vulgaris* L), а також неморальні (*Carex brizoides*, *Stellaria holostea*, *Milium effusum* L, *Aegopodium podagraria*, *Pulmonaria obscura*, *Athyrium filix-femina* Roth.)

Поширення. Екосистема розташована, як на кам'янистій частині кряжу так і на лесовій. При цьому на першій вона може утворювати великі за площею масиви до кількох гектарів, як суцільні так і мозаїчні. В лесових балках це невеликої площі локальні утворення на схилах пагорбів. На кам'янистій частині кряжу дуже часто спостерігаються елементи бореальної флори (*Vaccinium myrtillus* L., *Luzula pilosa*, *Pyrola rotundifolia*, *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*).

Охорона. Созологічна категорія 3. На території кряжу екосистема не охороняється

14.13.11.3. Березово-дубові мішані ліси.

Екотоп. Екосистема розташована на схилах різної експозиції і крутизни горбів, балок, річкових долин, а також плакорів. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені змиті легкосуглинкові та супіщані на лесових породах, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах супіщані, дерново-підзолисті малорозвинені сильнокам'яністі глинисто-піщані на елювії кристалічних порід, дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні глинисто-піщані, дерново-підзолисті глейові середньокам'яністі глинисто-піщані, дерново-підзолисті сильноглейові глинисто-піщані. Кислотність рН 4,5-5,5. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних від субгумільних до мезогуміфільних, та від субнітрофільних до гемінітрофільних, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, оліго- та мезогамеробні.

Фітоценоз. *Betulo pendulo-Quercetum roboris* R.Tx 1930. Одноярусний деревостан утворює *Quercus robur* з незначною участю *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Pinus sylvestris*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Cerasus avium* Moench., *Populus tremula*. У віці 60-160 років він має зімкнуту крону 0,7-1,0, висоту 18-30 м і I-II, рідше III бонітет. У підліску (0,2-0,6) переважає *Corylus avellana* за участю *Euonymus verrucosa*, *E. europaea*, *Padus racemosa*, *Swida sanguinea*, *Frangula alnus* і *Sorbus aucuparia*. У травостої, проектне покриття якого в різних асоціаціях коливається від 25 до 60 %, окрім вже названих домінуючих видів зустрічаються *Astragalus glycyphyllos* L., *Dactylis glomerata* L., *Geum urbanum*, *Pulmonaria obscura*, *Viola mirabilis* L., *Lathyrus vernus* Bernh., *Melica nutans* L., *Brachypodium sylvaticum* Beauv., *Milium effusum* L., *Polygonatum multiflorum* і ін.

Флористичне ядро складають типові неморальні тіньюлюбиві види з широким ареалом та бореальні види, що зустрічаються в дубових лісах (*Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus saxatilis* L.).

Поширення. Територіальну диференціацію даної екосистеми необхідно проводити через властивості екотопу. Екотоп характеризується двома відмінними формами. Перша індукується високим вмістом у флорі бореальних видів і пов'язаних з комплексом дерново-підзолистих ґрунтів, друга – неморальних, пов'язаних ґрунтами на лесових осадових породах. В зв'язку з цим перша пов'язується з синфітоіндикаційними ознаками класу *Vaccinio-Piceetea* (асоціація *Quercus roboris*-*Pinetum*), а друга з ознаками класу *Quercus-Fagetum* (союз *Carpinion betuli*).

Охорона. Созологічна категорія 4. На території кряжу екосистема не охороняється

14.13.12. Мезогігрофітні судіброви виділені в окрему одиницю виходячи із потреби розділити екотопи зайняті союзом рослинності *Quercion robori-petraeae* Br.-Bl. 1932 за едафічними умовами.

14.13.12.1. Вологий дубовий мішаний ліс.

Екотоп. Екосистема займає понижені погано дреновані ділянки на дерново-підзолистих неоглеєних ґрунтах на піщаних відкладах супіщаних. Кислотність pH 4,3-5,4. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних від субгумільних до мезогуміфільних, та від субнітрофільних до гемінітрофільних, з різноманітними щодо вмісту карбонатів ґрунтами, олігогамеробні

Фітоценоз. *Molinio caeruleae-Quercetum roboris* Scam. et Pass. 1959. Деревостан одноярусний з *Quercus robur* і *Alnus glutinosa* із незначною домішкою *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Acer platanoides*, *Pinus sylvestris*, *Carpinus betulus*. У віці 50-100 років він має зімкнуту крону 0,6-0,9, висоту 18-28 м і II-III бонітет. Густий підлісок утворює *Frangula alnus*. До них домішуються *Sorbus aucuparia*, *Euonymus europaea*, *E. verrucosa*, *Padus racemosa*, *Salix cinerea*. Трав'янистий ярус густий з проектним покриттям 50-80 %, з яких на долю *Molinia caerulea* доводиться 25-50 %. З проектним покриттям до 5 % зустрічаються *Calamagrostis arundinacea*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Stellaria holostea*, *Pteridium aquilinum* і в менш вологих місцях – *Carex brizoides*.

Флористичне ядро складають бореальні лісові і лугові види (*Pteridium aquilinum*, *Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Molinia caerulea*, *Calamagrostis arundinacea*, *Potentilla erecta*, *Deschampsia caespitosa*, *Luzula pilosa*, *Lysimachia vulgaris*), а також неморальні (*Carex brizoides*, *Stellaria holostea*, *Milium effusum*, *Aegopodium podagraria*, *Athyrium filix-femina*)

Поширення. Екосистема розташована понижених ділянках на території Червонсько-Городецького геоботанічного району ацидофільних скельнодубових та дубових лісів. На захід від лінії Бігунь-Листвин-Черевки.

Охорона. Созологічна категорія 4. На території кряжу екосистема не охороняється (Brzeg A., Kasproicz M., Krotoska T. 1989)

14.14. Хвойні ліси представлені екотопами зайнятими рослинними угрупованнями класу *Vaccinio-Piceetea* (Якушенко Д.М. 2003) на п'ятому рівні представлені 14.14.1 Європейськими хвойними лісами розміщеними на південь від тайги з фітоценозом *Cladonio-Vaccinietalia* Br.-Bl. 1939 (Грибова С.А. 1980; Андриенко Т.Л. 1986; Воробйов С.О., Григора І.М., Мельник В.І. 2002). На шостому рівні екотопи ці екотопи розділяються за особливостями едафотопу, які індукуються видовим складом рослинних угруповань (Кондратюк Є.М. 1960; Бобров Е.Г. 1978).

За ряду причин соснові ліси виходять на території, які мають неморальні едафічні умови середовища. Тут вищенаведений геоцен представлений екосистемами 14.14.11. Освітлені соснові ліси на відносно багатих ґрунтах з фітоценозом *Festuco ovinae-Pinion* Vorobyov, Balasov et Solomakha 1997.

14.14.11.1. Зінов'ятно-соснові ліси

Екотоп. Екосистема представлена схилами пагорбів та освітленими бортами балок. Ґрунти дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні глинисто-піщані ясно-сірі і сірі опідзолені супіщані. Вологість 11-13 балів. Середовище слабокисле (pH 4,3-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 1,0-1,5% та гумусу 1,2 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема що піддається витоптуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню (Якушенко Д.М., Орлов О.О. 2004).

Фітоценоз. *Chamaecytiso zingeri*-Pinetum Vorobyov, Balasov et Solomakha 1997.. В угрупованні крім *Pinus sylvestris* домінує *Chamaecytiso zingeri* Kláscová (20-50). Деревостан сформований переважно *Pinus sylvestris*. Значну частку займають *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Quercus robur*. В підліску зімкненістю 10% переважають *Lonicera xilosteuum* та *Sorbus aucuparia*.

Травостан зімкненістю 50-80% сформований із видів класу *Vaccinio-Piceetea* (*Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Pyrola rotundifolia*, *Vaccinium myrtillus* та інші), *Molinio-Arrhenatheretea* (*Poa pratensis* L., *Ranunculus acris* L., *Rumex acetosa* L.), *Robinitea* (*Cheledonia majus* L., *Geum urbanum* L., *Urtica dioica*). Домінують *Veronica chamaedris* L., *Poa pratensis*, *Poa nemoralis* L.

Поширення. Екосистема зустрічається в лесовій частині території кряжу а також біля межі між лесами та скелястою частиною кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистеми на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.14.12. Сухі бори включають в себе екотопи з найнижчим рівнем вологості.

14.14.12.1. Кладонієво-соснові ліси

Екотоп. Екосистема представлена плакорами піщаних пагорбів. Ґрунт дерново-приховано підзолистий на перевіяних пісках піщаних. Вологість 7-12 балів. Середовище слабокисле (pH 3,9-4,3), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5% та гумусу 0,2 млн. Мдж/га. Оліго- мезогеміробна екосистема, що піддається витоπτуванню і випасанню (Якушенко Д.М., Орлов О.О. 2004).

Фітоценоз. *Cladonio*-Pinetum Juraszek 1927. Деревостан сформований соснами IV-V бонітету. Травостан зімкненістю 5-10 % сформований *Antennaria dioica* Gaertn., *Arctostaphylos uva-ursi* Spreng., зрідка *Festuca polesica* Zapal., *Hieracium umbellatum* L., *Nardus stricta* L., *Thymus serpyllum* L., *Veronica spicata* L. Мохово лишайниковий ярус з покриттям (50-75%) представлений *Cladonia rangiferina*, *C. deformes*, *C. gracilis* (Маслова В.Р. 1977) та іншими а також *Polytrichum piliferum*.

Поширення. Екосистема зустрічається території кряжу районі сіл Черевки та Сирниця.

Охорона. Созологіна категорія 3. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Вимагає постійного моніторингу (Мякушко В.К. 1978).

14.14.13. Мезофітні бори представлені екотопами зайнятими мезофітними угрупованнями союзу *Dicranio-Pinion* Libbert 1933 (Онищенко В.А., Андрієнко Т.Л., Прядко О.І. 2003; Панченко СМ., Онищенко В.А. 2003)

14.14.13.1 Свіжі соснові ліси

Екотоп. Екосистеми займають плоскі межиріччя і тераси річок з середньо хвилястим мезорельєфом, ґрунти дерново-підзолисті неоглесні на піщаних відкладах глинисто-піщані та супіщані або дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах супіщані, свіжі, з кислотністю pH 4,5-5,5. Едафічні умови характеризуються субгумільністю та субнітрофільністю з низьким вмістом карбонатів, мезогамеробні (Якушенко Д.М., Орлов О.О. 2004).

Фітоценоз. *Dicranio*-Pinetum Preising et Knapp 1942. Деревостан однаюрський з *Pinus sylvestris* I-II бонітету заввишки 24-26 м у віці 80-90 років і зімкнутістю крон 0,6-0,8. Підлісок не завжди виражений. Трав'янисто-чагарничковий ярус розріджений (10-20 %). Домінування звичайно не виражено. Як асектатори звичайні *Calluna vulgaris*, *Peucedanum oreoselinum*, *Melampyrum pratense*, *Trientalis europaea*, *Hieracium umbellatum*, Моховий покрив 20-50 % . Переважають *Pleurozium schreberi* і *Dicranum rugosum* з домішкою *Hylocomium splendens* та видів родів *Polytrichum* і *Sphagnum*.

Поширення. Екосистема розташована переважно на території Червонсько-Городецького геоботанічного району ацидофільних скельнодубових та дубових лісів. Найбільші її масиви зустрічаються на південний захід від лінії Червонка-Усово-Переброди, на північний захід від лінії Червонка-Бігунь-Листвин, на північ від лінії Бігунь-Словечно-Піщаниця, в долині річок Норинь, Селівониха, Червонка, Пертниця, Словечна. Зрідка невеликими масивами екосистема зустрічається на околицях лесової частини кряжу (Овруцький геоботанічний район дубово-грабових лісів) в місцях де товщина лесів мінімальна та спостерігаються активні процеси

опідзолення. За територіальними та екологічними умовами екосистему можна диференціювати на три зони: схилів околиць кряжу; долин річок; околиць лесової частини кряжу.

Охорона. Созологічна категорія 5. На території кряжу екосистема не охороняється.

14.14.13.2. Вологі соснові ліси.

Екотоп. Екосистема розташована на плоских межиріччях, міжвалових депресіях і терасах річок з середньо хвилястим мезорельєфом, ґрунти дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні глинисто-піщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах глинисто-піщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах супіщані, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані, вологі з кислотністю рН 4,5-5,5. Едафічні умови характеризуються субгумільністю та субнітрофільністю з низьким вмістом карбонатів, мезогамеробні (Якушенко Д.М., Орлов О.О. 2004).

Фітоценоз. *Molinia caeruleae*-Pinetum W.Mat. et J. Mat. 1973. Деревостан однарусний з *Pinus sylvestris* I-II бонітету заввишки 24-26 м у віці 80-90 років і зімкнутістю крон 0,6-0,8. Як домішка зустрічається *Betula pubescens*. Підлісок не виражений. Трав'яний-чагарничковий ярус 40-70%. Домінантом виступає частіше всього *Vaccinium myrtillus* з покриттям 30-60%, іноді *Rhodococcum vitis-idaea* Avrор., як субдомінант -*Molinia caerulea*. Як асекатори звичайні *Ledum palustre*, *Calamagrostis arundinacea*, *Vaccinium uliginosum*, *Carex nigra*. Моховий покрив 20-50%. Переважають *Pleurozium schreberi* і *Dicranum rugosum* з домішкою *Hylocomium splendens*, *Polytrichum* і *Sphagnum*.

Основу складають бореальні види з широкими голарктичними і євразійськими ареалами *Vaccinium myrtillus*, *Rhodococcum vitis-idaea* Avrор., *V. uliginosum*, *Ledum palustre*, *Lycopodium annotinum* L., *L. clavatum* L., *Luzula pilosa*, *Trientalis europaea*, *Pyrola rotundifolia*.

Поширення. Екосистема розташована переважно на території Червонсько-Городецького геоботанічного району ацидофільних скельнодубових та дубових лісів. Зрідка в західній частині Овруцького геоботанічного району дубово-грабових лісів Найбільші її масиви зустрічаються по околицях кряжу на висотах менше 210, в верхів'ях долин річок Норинь, Селівониха, Червонка, Пертниця, Зимуха, Бігунь, Словечна, Ясенець, Полохачевка, Желонь. За територіальними та екологічними умовами екосистему можна диференціювати на дві зони: ділянок контакту схилів кряжу з болотами Поліської рівнини; верхів'я долин річок.

Охорона. Созологічна категорія 4. На території кряжу екосистема охороняється в ботанічному заказнику «Крим'є» (Городецьке лісництво кв 39, Словечанського лісгоспзагу) (Литвак П.В. 1996).

14.14.14 Світлі бори і субори займають екотопи з відносно підвищеним вмістом карбонатів.

14.14.14.1 Зимолубково-соснові субори

Екотоп. Екосистема представлена бортами і схилами балок та неглибокими міжваловими депресіями. Ґрунти дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах супіщані, ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті легкосуглинкові. Вологість 12-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,0-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5-2% та гумусу 1,1-1,2 млн. Мдж/га. Мезо- олігогемеробна екосистема, що піддається витоπτуванню, вируб'ці різного ступеня, випалюванню і випасанню (Якушенко Д.М., Орлов О.О. 2004).

Фітоценоз. *Peucedano*-Pinetum W.Mat (1962) 1973. Деревостан сформований *Pinus sylvestris* (20-50%), *Quercus robur* (10-15%), *Betula pendula* (20-30%), *Populus tremula* (10-75%). В підліску зімкненістю 10-40% переважають *Frangula alnus* (5%), *Sorbus aucuparia* (5%), *Corilus avelana* (1-3%). Травостан зімкненістю 25-70% сформований *Convallaria majalis* (5-10%), *Solidago virgaurea* L. (5%), *Chimophila umbellata* W.Barton. (5-15%), *Melampyrum pratense* (1-5%), *Luzula pilosa* (1-2%).

Поширення. Екосистема зустрічається на лесовій частині території кряжу та на півдні скелястої частини кряжу.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує (Мякушко В.К. 1978).

14.14.14.2 Зимолубково-соснові субори з домінуванням Хвоща лісового

Екотоп. Екосистема представлена і схилами балок та неглибокими міжваловими депресіями. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті легкосуглинкові та виходи рихлих

легкосуглинкових порід. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 1,5-2% та гумусу 0,3-1,1 млн. Мдж\га. Мезо- олігогемеробна екосистема, що піддається витоптуванню, вирубці різного ступеня, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. *Peucedano-Pinetum* var. *Equisetum sylvaticum*. Деревостан сформований *Pinus sylvestris* (20-50%), *Quercus robur* (10-15%), *Betula pendula* (20-30%), *Populus tremula* (10-75%). В підліску зімкненістю 10-40% переважають *Frangula alnus* (5%), *Sorbus aucuparia* (5%), *Corilus avelana* (1-3%). Травостан зімкненістю 25-75% сформований домінантом *Equisetum sylvaticum* L.(25-60%), *Convallaria majalis* (5%), *Solidago virgaurea* (5%), *Chimophila umbellata* (5-15%), *Luzula pilosa* (1-2%).

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається на півдні лесової частини території кряжу.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.14.14.3 Дубово-соснові ліси

Екотоп. Плакори пагорбів, межиріччя і тераси річок, у підніжжя схилів і на вирівняних ділянках. Ґрунти свіжі дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні глинисто-піщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах супіщані, дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах супіщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах супіщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах глинисто-піщані, що формуються на флювіальних відкладеннях та ясно-сірі і сірі опідзолені середньозмиті супіщані. Кислотність рН 4,5-5,5. Едафічні умови характеризуються субгумільністю та субнітрофільністю з низьким вмістом карбонатів, оліго- та мезогамеробні (Якушенко Д.М., Орлов О.О. 2004).

Фітоценоз. *Quercus roboris-Pinetum* J.Mat 1973. Деревостан двох'ярусний із зімкнутістю крон 0,7-0,8. Верхній, перший, ярус заввишки 22-26 м утворює *Pinus sylvestris* I бонітету з домішкою *Betula pendula*. Другий ярус заввишки 16-18 м формує *Quercus robur* II-III бонітету. Підлісок зімкнутістю 0,2-0,4 заввишки 2-3 м утворений частіше *Corylus avellana*. Трав'яний-чагарничковий ярус густий (50-80%), переважає *Pteridium aquilinum* (25-60%), в більш знижених місцях – *Convallaria majalis* (30-40 %), субдомінанти *Vaccinium myrtillus* (20-40%) або *Polygonatum odoratum*. Види асекатори зазвичай *Melica nutans*, *Carex digitata* L., *Luzula pilosa*, *Peucedanum oreoselinum*, *Maianthemum bifolium*, *Convallaria majalis*, *Betonica officinalis*, *Platanthera bifolia* Rich. Моховий ярус не виражений.

Основу складають лісові бореальні (*Vaccinium myrtillus*, *Luzula pilosa*, *Pyrola rotundifolia*, *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*) і неморальні види (*Melica nutans*, *Cruciata glabra* Ehrend., *Carex digitata*, *Polygonatum odoratum*).

Поширення. Екосистема поширена по всій території кряжу. Найбільші масиви знаходяться в районі сіл Нова Рудня та Усово.

Охорона. Созологічна категорія 3. На території кряжу екосистема охороняється в ботанічному заказнику «Крим'є» (Городецьке лісництво кв 39, Словечанського лісгоспзагу) (Козьяков С.Н., Шабарова С.И. 1969)

14.14.14.4. Дубово-соснові ліси рододендронові

Екотоп. Екосистема займає плакори та схили пагорбів та річкових терас, з середньо вологими або вологими ґрунтами., глинисто-піщаними (або супіщаними) ґрунтами на флювіоглаціальних, древнеалювіальних відкладеннях. Обов'язковою умовою є наявність кам'янистої або крупнощербистої основи глибиною менше 1 м. Ґрунти дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах супіщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах глинисто-піщані, дерново-підзолисті малорозвинені сильнокам'яністі глинисто-піщані на елювії кристалічних порід. вологі з кислотністю рН 4,5-5,5. Едафічні умови характеризуються субгумільністю та субнітрофільністю з низьким вмістом карбонатів, оліго- та мезогамеробні (Бурчак–Абрамович Н.И. 1956).

Фітоценоз. *Quercus roboris-Pinetum* var. *Rhododendron luteum*. Деревостан одноярусний із зімкнутою крон 0,7-0,8, з переважанням *Pinus sylvestris* і значною участю (30%) *Quercus robur*, що мають у віці 60-70 років висоту 25-27 м і I-II бонітет. Густий (0,5-0,8) підлісок утворений

Rhododendron luteum заввишки 1,5-2 м. Трав'янисто-чагарничковий ярус розріджений (20-40%) і відрізняється мозаїчністю, він диференційований на два під'яруси. Перший, розріджений, заввишки 70-80 см утворюють *Brachypodium sylvaticum*, *Festuca gigantea* Vill., *Deschampsia cespitosa*, *Molinia caerulea*. Другий, основний, під'ярус заввишки 25-40 см формують доміанти – *Vaccinium myrtillus* або *Carex brizoides* з покриттям 15-30 %, одинично зустрічаються *Maianthemum bifolium*, *Melampyrum pratense*, *Luzula pilosa*, *Trientalis europaea*, *Veronica chamaedrys*. Іноді трав'яний-чагарничковий ярус дуже розріджений (5-10%). Моховий покрив звичайно не виражений, окремими куртинами і плямами зустрічаються *Polytrichum juniperinum*, *Pleurozium schreberi*. У рододендрово-сфагнових співтовариствах моховий покрив (40-60%), в ньому переважають *Sphagnum nemoreum*, *S. centrale*, *S. palustre*. У цих співтовариствах з'являються деякі болотяні види – *Carex nigra*, *Lysimachia vulgaris*, *Drosera rotundifolia*. Основу складають бореальні лісові види (*Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Rhodococcum vitis-idaea* Avrор., *Pyrola minor* L., *P. rotundifolia*, *Luzula pilosa*, *Trientalis europaea*, неморальні (*Quercus robur*, *Carex brizoides*, *Ajuga reptans*, *Melica nutans*, *Festuca gigantea*), а також лугово-болотні види з широкими ареалами (*Carex nigra*, *C. cinerea* Poll., *Scirpus sylvaticus*, *Lysimachia vulgaris*, *Ranunculus acris*) (Орлов О.О., Якушенко Д.М. 2000).

Поширення. Екосистема розташована на території Червонсько-Городецького геоботанічного району ацидофільних скельнодубових та дубових лісів на висоті вище 210 м.

Охорона. Созологічна категорія 3. На території кряжу екосистема охороняється в ботанічному заказнику «Крим'є» (Городецьке лісництво кв 39, Словечанського лісгоспзагу)

14.14.15. Сирі та мокрі бори представлені найвологішими угрупованнями цього геоцену.

14.14.15.1. Буяхово-соснові ліси

Екотоп. Екосистема представлена пониженими ділянками річкових долин. Ґрунти лучно, муловато-, та торфувато-болотні осушені, намиті опідзолені та дерново-підзолисті ґрунти супіщані. Вологість 15-17 балів. Середовище слабокисле (рН 4,0-4,2), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5% та гумусу 1,2 млн. Мдж/га. Олігогемеробна екосистема що піддається витоπτуванню, вирубкам різного ступеня (Якушенко Д.М., Орлов О.О. 2004).

Фітоценоз. *Vaccinio uliginosae-Pinetum* Kleist 1929. Деревостан сформований із *Pinus sylvestris* (30-50%) з домішкою *Betula pubescens* (5%), *Betula pendula* (5%), *Populus tremula* (5%). В підліску зімкненістю 30-40% переважають *Frangula alnus* (до 30%), *Sorbus aucuparia* (5-10%). Трав'янисто-чагарничковий ярус зімкненістю 50-75% сформований із *Vaccinium uliginosum* (30-40%), *Vaccinium myrtillus* (15-25%), *Molinia caerulea* (10%), *Carex nigra* (1-5%).

Поширення. Екосистема спорадично зустрічається по всій скелястій частині території кряжу. Найбільші масиви сконцентровані в долині річки Норинь.

Охорона. Созологічна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує (Мякушко В.К. 1978).

14.15. Чагарники на лесових ґрунтах представлені екотопами зайнятими рослинними угрупованнями класу *Rhamno-Prunetea*. На шостому рівні це 14.15.1. Чагарникові екосистеми на ясно-сірих і сірих лесових ґрунтах займають території заселені угрупованнями порядку *Prunetalia spinosae* R.Тх. 1952, на сьомому – 14.15.11. Чагарникові екосистеми лесових плакорів з союзом рослинності *Pruno-Rubion fruticosi* R.Тх. 1952 corr. Doing 1962 (Удра И.Ф. 1981).

14.15.11.1. Теренові чагарники.

Екотоп. Екосистема представлена сухуватими лесовими плакорами. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені середньозмиті легкосуглинкові.

Вологість 8-10 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5-4,6), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 2-3% та гумусу 1,1-1,3 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема що піддається витоπτуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. *Rubio fruticosi-Prunetum spinosae* Web. 1974 n.inv. Wittig 1976. В угрупованні з проєктивним покриттям чагарникового ярусу 50-80% трав'янистого 40-60% домінують *Prunus spinosa* L. (50-75%), *Crataegus curvisepala* (25-30%), *Rosa canina* L. (1-5%).

Поширення. Екосистема зустрічається в центрі лесової частини території кряжу. Найбільші масиви розміщені в районі села Сорокопень.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Вимагає постійного моніторингу.

Екотопи зайняті союзом рослинності *Prunion fruticosa* R.Tx. 1952. належать до 14.15.12. Чагарникових екосистем лесових схилів із змитими ясно-сірими ґрунтами.

14.15.12.1. Глодові чагарники

Екотоп. Екосистема представлена лесовими схилами річкових долин. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті супіщані. Вологість 8-12 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 1,5-2 % та гумусу 1,1-1,2 млн. Мдж\га. Мезогемеробна екосистема що піддається витоπτуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Com. *Crataegus*. В угрупованні з проективним покриттям чагарникового ярусу 50-90% трав'янистого 40-50% домінує *Crataegus pseudokyrstostila* (50-75%). Часто зустрічаються *Prunus spinosa* (10-25%), *Rubus fruticosus* (1-5%), *Rosa canina* (1-5%). Можливо дане угруповання є варіацією асоціації *Rubus fruticosus-Prunetum spinosae* пов'язаною з більш вологими умовами середовища (*Rubus fruticosus-Prunetum spinosae* var *Crataegus curvisepala*).

Поширення. Екосистема зустрічається в центрі та на півдні лесової частини території кряжу. Найбільш характерні екотопи спостерігаються біля села Сорокопень.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Вимагає постійного моніторингу.

14.16. Ліси на початкових сукцесійних стадіях відновлення. Це екосистеми що розвиваються але дослідження їх видового складу та умов існування дозволяють визначити напрям розвитку (Шеляг-Сосонко Ю.Р., Андриенко Т.Л., Осычнюк В.В., Дубына Д.В. 1984)

14.16.1. Похідні ліси утворюються на території кряжу в результаті природного процесу відновлення типової рослинності після її попереднього зникнення з природних або антропогенних причин. Відповідно до концепції моно клімаксу, за умов стабільного розвитку на їх місці утворюються типові для таких едафічних умов лісові екосистеми. Тому цей геоцен, як і ряд інших пов'язаних із початковими стадіями розвитку фітоценозів, на рівні синоцену буде розділений за провідними едафічними факторами. Насамперед до уваги було взято кислотність, вміст карбонатів і гумусу.

14.16.11. Похідні ліси на багатих ґрунтах розміщені на лесовій частині кряжу (Удра И.Ф. 1981).

14.16.11.1. Вторинні березові ліси на багатих ґрунтах.

Екотоп. Екосистема представлена лесовими схилами річкових долин. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті супіщані. Вологість 8-12 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 1,5-2 % та гумусу 1,1-1,2 млн. Мдж\га. Мезогемеробна екосистема що піддається витоπτуванню, викошуванню і випасанню.

Фітоценоз. Складається із видів класів *Molinio-Arrhenatheretea* та *Epilobietea angustifoliae*. Домінують *Betula pendula* (80-100%) і *Calamagrostis epigeios* Roth. (40-60%). Часто зустрічаються *Agrostis tenuis* Sibth. (10-20%) і *Fragaria vesca* L. (5-10%). В більш мезоксерофітних умовах присутні види класу *Koelerio-Corynephoretea*.

Поширення. Екосистема зустрічається по всій лесовій території кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.16.11.2. Вторинні осикові ліси на багатих ґрунтах.

Екотоп. Екосистема представлена лесовими схилами річкових долин, частіше схилами балок. Ґрунти ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті супіщані та виходи рихлих осадових порід. Вологість 9-12 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 1,5-2 % та гумусу 1,1-1,2 млн. Мдж\га. Мезогемеробна екосистема що піддається витоπτуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Складається із видів класів *Quercus-Fagetum* та *Epilobietea angustifoliae*. Домінують *Populus tremula* (80-95%), *Corilus avelana* (20-50%), *Driopteris filix-mas* Schott. (10-30%). часто зустрічаються *Quercus robur* (5-10%), *Sorbus aucuparia* (до 5%), *Salix caprea* (до 5%).

Поширення. Екосистема зустрічається по всій лесовій території кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує. Необхідним є контроль за вирубкою так як вона приводить до посилення водної ерозії ґрунтів.

14.16.12. Похідні ліси на бідних ґрунтах розміщені на скелястій частині кряжу та на південній околиці лесової частини.

14.16.11.1. Вторинні березові ліси на бідних ґрунтах

Екотоп. Екосистема займає плакори пагорбів, межиріччя і тераси річок. Ґрунти дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні глинисто-піщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах супіщані, дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах супіщані, дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах супіщані дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах глинисто-піщані, що формуються на флювіальних відкладеннях та ясно-сірі і сірі опідзолені середньозмиті супіщані. Кислотність рН 4,5-5,5. Едафічні умови субгумільні та субнітрофільні з низьким вмістом карбонатів, оліго- та мезогамеробні.

Фітоценоз. Включає в себе види класів *Vaccinio-Piceetea*, *Quercetea robori-petraeae*, *Epilobietea angustifolii*, *Nardo-Callunetea*. Домінують *Betula pendula* (90-95%) та *Festuca ovina* (75-80%). Трав'янисп-чагарничковий ярус 70-90%. Основу складають бореальні види з широкими голарктичними і євразійськими ареалами *Vaccinium myrtillus*, *Rhodococcum vitis-idaea* Avrор., *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *Luzula pilosa*, *Trientalis europaea* (Андриєнко Т.Л. 1982).

Поширення. Екосистема зустрічається в західній і північній частині кряжу. Найбільші масиви розміщені на околицях села Городець.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.16.11.2. Вторинні осикові ліси на бідних ґрунтах

Екотоп. Екосистема представлена міжваловими депресіями. Ґрунти дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні глинисто-піщані. Кислотність рН 4,5-5,5. Едафічні умови субгумільні та субнітрофільні з низьким вмістом карбонатів, оліго- та мезогамеробні.

Фітоценоз. Включає в себе види класів *Vaccinio-Piceetea*, *Quercetea robori-petraeae*, *Epilobietea angustifolii*, *Nardo-Callunetea*. Домінують *Populus tremula* (70-75%) та *Calluna vulgaris* Hull. (45-60%). Трав'янисп-чагарничковий ярус 50-70%. Основу складають бореальні види з широкими голарктичними і євразійськими ареалами *Vaccinium myrtillus*, *Rhodococcum vitis-idaea* Avrор., *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *Luzula pilosa*, *Trientalis europaea*. Часто зустрічаються *Festuca ovina*, *Festuca polesica*, *Chimophila umbellata* (Андриєнко Т.Л. 1982).

Поширення. Зрідка зустрічається на заході кряжу. Найбільші масиви зосереджені на південний захід від села Черевки.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.17. Напівприродні екосистеми лісів і чагарників створені під впливом антропогенних чинників включають в себе екотопи сформовані в результаті інвазії рослинних угруповань класу *Robinetea*, а також розвитку насаджень із місцевих та інтродукованих видів. Вони характеризуються нестабільністю видового складу, пов'язаною із знаходженням біоценозів на початкових стадіях сукцесійного розвитку.

14.17.1. Трансформовані лісові насадження з інтродукованих видів схильних до інвазії представлені екотопами заселеними угрупованнями порядку *Cheledonio-Robinietales* Nadač et Sofron 1980 (Дидух Я.П. 1982; Миркин Б.М., Наумова Л.Г. 2001). В умовах високої трофності розташовані 14.16.11 Робінієві ліси на багатих ґрунтах.

14.17.11.1 Робінієві ліси з Кленом ясенелистим.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок та прибортовими схилами. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної степені змитості. Вологість 12-15 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 2-4% та гумусу 1,1-1,4 млн. Мдж/га. Мезогамеробна екосистема що піддається витоптуванню, вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. *Cheledonio-Aceratum negundi* L. et A. Jsb 1989. Деревостан сформований *Robinia pseudoacacia* L. (30-50%), *Acer negundo* (40-75%). Зрідка трапляються *Pinus sylvestris* *Betula pendula*

Populus tremula. В підліску зімкненістю 50-80% домінує *Sambucus nigra* L. (20-25%). Травостан зімкненістю 40-50% сформований із типових представників класу: *Urtica dioica* (20-25%), *Cheledonium majus* (15-20%), *Geum urbanum* (5%), *Galium aparine* L. (2-5%). На освітлених узліссях проективне покриття травостану зростає до 95-100% всередині Робінієвого лісу з Кленом ясенелистим знижується до 25-30%.

Поширення. Екосистема зустрічається на лесовій частині території кряжу. Найбільш типові об'єкти розташовані в районі села Білка.

Охорона. Созологічна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

В умовах нижчої трофності знаходяться екосистеми 14.17.12. Робінієві ліси на середньо-багатих ґрунтах представлені союзом рослинності *Cheledonio-Robinion*.

14.17.12.1 Чистотіло-робінієві ліси

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок та їх схилами, зрідка плакорами чи схилами річкових долин. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості, дуже рідко (в районі сіл Черевки і Листвин) дерново-підзолисті неоглеєні на піщаних відкладах глинисто-піщані. Вологість 12-15 балів. Середовище слабокисле (pH 4,3-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 1,5-5% та гумусу 1,1-1,4 млн. Мдж/га. Мезогеміробна екосистема що піддається вито́птуванню, вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню

Фітоценоз. *Cheledonio-Robinetum Jurco* 1963. Деревостан сформований *Robinia pseudoacacia* (50-90%), зрідка трапляються *Pinus sylvestris* (до 10%), *Betula pendula* (до 5%), *Populus tremula* (до 3%), *Quercus robur* (2%). В підліску зімкненістю 50-80% домінує *Sambucus nigra* (20-25%) *Acer negundo* (10-25%), *Physocarpus opulifolius* Maxim. (до 10%). Травостан зімкненістю 50-80% сформований із типових представників класу: *Cheledonium majus* (25-50%), *Urtica dioica* (20-45%), *Geum urbanum* (5%), *Galium aparine* (2-5%).

Поширення. Екосистема зустрічається переважно на лесовій частині території кряжу

Охорона. Созологічна категорія 7. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.17.12.2 Бузиново-робінієві ліси

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок та їх схилами, зрідка придонними схилами. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості,

Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогеміробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню

Фітоценоз. *Sambuco nigrae-Robinetum Scepka* 1982. Деревостан сформований *Robinia pseudoacacia* (50-80%), зрідка трапляються *Pinus sylvestris* (до 15%), *Betula pendula* (до 5%), *Populus tremula* (до 3%), *Quercus robur* (1-5%). В підліску зімкненістю 50-90% домінує *Sambucus nigra* (50-75%) *Acer negundo* (5-10%), *Physocarpus opulifolius* (до 10%). Травостан зімкненістю 50-80% сформований із типових представників класу: *Cheledonium majus* (25-50%), *Urtica dioica* (20-75%), *Geum urbanum* (5%), *Galium aparine* (2-5%).

Поширення. Екосистема зустрічається на лесовій частині території кряжу

Охорона. Созологічна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.17.2. Трансформовані лісові насадження з місцевих видів мають високий ступень подібності із ділянками самовідновлення (Работнов Т.А. 1985). Вплив людини на їх розвиток приводить до виникнення ряду відмінностей. Частіше вони пов'язані із невідповідністю едафічних умов в місці насадження (насадження *Pinus sylvestris* в умовах сприятливих для неморальної флори) або впливом людини на хід розвитку угруповання (наприклад вирубування *Betula pendula* і *Populus tremula* при насадженнях *Pinus sylvestris*). Оскільки едафотоп впливатиме на подальший розвиток угруповань виділяємо 14.17.21. Трансформовані лісові насадження з місцевих видів в районі неморальних дібров (Удра И.Ф. 1981).

14.17.21.1. Насадження Клена платанолистого.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної степені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Домінує *Acer platanoides*. В чагарниковому ярусі часом зустрічається *Physocarpus opulifolius*. Травостан розріджений 20-30% із представників класу *Robinitea*.

Поширення. Зрідка зустрічається в центрі та на півдні лесової частини кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.17.21.2 Яворові насадження.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної степені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Домінує *Acer pseudoplatanoides* L. Травостан розріджений 20-30% із представників класу *Quercu-Fagetea* та *Robinitea*.

Поширення. На лесовій частині кряжу зустрічаються локальні ділянки насаджень. На заході відбувається інтенсивний процес розвитку в сторону утворення угруповання союзу *Carpinion betuli* на сході рослинність наближена до класу *Robinitea*.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.17.21.3 Насадження дуба звичайного на лесах.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної степені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Домінують *Quercus robur* (90-100%) *Physocarpus opulifolius* (10-50%), *Agrostis tenui* (25-30%). Часто присутні види класу *Robinitea*

Поширення. На лесовій частині кряжу дуже часто зустрічаються локальні ділянки насаджень.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.21.4. Польовицево-березові ліси.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної степені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 3-5% та гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню

Фітоценоз. *Agrostis tenui*-*Betuletum nova*. Деревостан сформований переважно *Betula pendula* (75-90%) зрідка *Robinia pseudoacacia*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*.

Підлісок мало виражений зімкненістю 5-10% переважає *Sorbus aucuparia*.

Травостан зімкненістю 75-95% сформований домінантом *Agrostis tenui* (30-50%) та *Veronica chamaedris* (10-15%), *Geum urbanum* (1-2%), *Urtica dioica* (1-3%) так і рядом видів класу *Molinio-Arrhenatheretea* (*Poa pratensis*, *P. nemoralis*).

Поширення. Екосистема зустрічається на лесовій частині території кряжу

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.21.5. Соснові насадження на багатих ґрунтах.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок а також прибортовими частинами схилів. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної степені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-4,8), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 3-5% та гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню (Рябуха Е.В. 1977)

Фітоценоз. В деревостані домінує *Pinus sylvestris* (75-95%). Трав'янисто-чагарничковий ярус представлений видами класів *Molinio-Arrhenatheretea*, *Nardo-Callunetea*, *Epilobietea angustifolii*. Флора класу *Vaccinio-Piceetea* тільки починає формуватися і її розвиток залежить від віку насадження вмісту карбонатів у ґрунті та глибини залягання водонепроникного шару глини. Це обумовлено впливом способу розкладання опаду хвойних на процеси опідзолення.

Поширення. Екосистема поширена вздовж балок лесової частини кряжу на схід від лінії Верпа-Листвин.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.21.6. Липові насадження на багатих ґрунтах

Екотоп. Екосистема представлена бортами та прибортовими плакорними ділянками лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,7-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 3-5% та енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню

Фітоценоз. В деревному ярусі домінує *Tillia cordata*. Травостан розріджений (менше 5-10%) представлений поодинокими тіньовитривалими представниками класу *Robinitea*.

Поширення. Екосистема розміщена на невеликих локалітетах (чисельністю 5 штук) на схід від лінії Левковими-Старі Велідники.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.21.7 Тонконогово-Грабові ліси.

Екотоп. Екосистема представлена бортами та прибортовими плакорними ділянками лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,7-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 3-5% та енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню

Фітоценоз. Роща *nemoralis*- *Carpinetum* Kramarets et V.Si. 1995. В деревному ярусі домінує *Carpinus betulus* і *Betula pendula*. Травостан розріджений (менше 5-10%) представлений Роща *nemoralis* (до 5%) та поодинокими тіньовитривалими представниками класу *Robinitea*.

Поширення. Екосистема розміщена на невеликих локалітетах на схід від лінії Верпа-Листвин.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує, крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.22. Трансформовані лісові насадження з місцевих видів в районі ацидофільних дібров з часом приводять до утворення типових угруповань кореальної флори або мішаних ацидофільних дібров.

14.17.22.1. Соснові насадження на бідних ґрунтах.

Екотоп. Екосистема займає плакори та схили пагорбів з дерново-підзолистими часом середньокам'янистими ґрунтами. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогірофітних, мезогуміфільні, гемінітрофільні, олігогемеробні та мезогемеробні (Рябуха Е.В. 1977).

Фітоценоз. На початкових стадіях розвитку насадження співдомінантами деревного ярусу являються *Pinus sylvestris* (50-70%) та *Betula pendula* (30-50%). Постійно присутні види класів *Quercetea robori-petraeae*, *Vaccinio-Piceetea* та *Nardo-Callunetea*. З часом в результаті санітарних рубок частка *Pinus sylvestris* зростає до 75-90% і в результаті трансформації травянисто-чагарничкова рослинність класу *Nardo-Callunetea* замінюється на рослинність класу *Vaccinio-Piceetea* (Порфирьев В.С. 1960).

Поширення. Екосистема зустрічається на скелястій частині кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує

14.17.22.2. Дубові насадження на бідних ґрунтах.

Екотоп. Екосистема займає плакори та схили пагорбів з дерново-підзолистими часом середньокам'янистими ґрунтами. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних, мезогуміфільні, гемінітрофільні, олігогемеробні та мезогемеробні.

Фітоценоз. Домінантом в деревному ярусі виступає *Quercus robur* (50-70%). Під розрідженим підліском формуються угруповання класів *Epilobietea angustifoliae* та *Nardo-Callunetea* (покриття 75-90%). Присутність типових елементів класу *Vaccinio-Piceetea* постійне (10-25%).

Поширення. Екосистема зустрічається на скелястій частині кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує

14.17.3. Трансформовані лісові насадження з інтродукованих видів не схильних до інвазії зустрічаються на бортах балок та ярів а також на різних ділянках скелястої частини кряжу. Вони представляють собою змінені з часом агротопи, які розвиваються, як лісові екосистеми. При цьому домінуючим фанерофітом продовжує виступати інтродукований вид. У відповідності до розміщення по відношенню до едафічних зон кряжу розвиток може йти як по неморальному типу так і по бореальному. 14.17.31. Насадження інтродукованих видів не схильних до інвазії лесової частини кряжу представляють угруповання які розвиваються по першому типу (Удра И.Ф. 1981).

14.17.31.1. Насадження рослин роду *Populus* L на бортах балок.

Екотоп. Екосистема представлена бортами та прибортовими плакорними ділянками лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,7-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 3-5% та енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається витоптуванню, спонтанному вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. В першому ярусі домінують інтродуковані види. Частіше *Populus nigra* L. Деревостан розріджений не більше 75%. Трав'янисту рослинність представляють види класу *Molinio-Arrhenatheretea*. Часто трапляються рудеральна рослинність класів *Agropyretea intermedio-repentis*, *Artemisietea vulgaris*.

Поширення. Екосистема зустрічається в південносхідній частині кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує

14.17.31.2. Насадження рослин роду *Padus* Mill на бортах балок.

Екотоп. Екосистема представлена бортами та прибортовими плакорними ділянками лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,7-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 3-5% та енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається витоптуванню, спонтанному вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. В першому ярусі домінують інтродуковані види. Частіше *Padus avium* Mill. або *Padus virginiana* Roem. 75-90%. Трав'янисту рослинність представляють види класу *Molinio-Arrhenatheretea*.

Поширення. Екосистема зустрічається в південносхідній частині кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує

14.17.31.3. Насадження *Quercus macrocarpa* Michx. на бортах балок.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається витоптуванню, вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Домінують *Quercus macrocarpa* (90-100%) та *Physocarpus opulifolius* (10-50%), Часто присутні види класу *Robinites*. В 2005 році відмічався інтенсивний підріст *Quercus macrocarpa* в межах території насадження та по її околицях, що може говорити про здатність даного виду до поширення та інвазії в умовах кряжу.

Поширення. На лесовій частині кряжу дуже часто зустрічаються локальні ділянки насаджень.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.31.4. Насадження *Acer rubrum* L. на бортах балок.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогеміробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Домінують *Acer rubrum* (90-100%) та *Physocarpus opulifolius* (10-50%), Часто присутні види класу *Robinitea*. В 2005 році відмічався інтенсивний підріст *Acer rubrum*, що говорить про здатність даного виду до поширення та інвазії в умовах кряжу.

Поширення. На лесовій частині кряжу зрідка зустрічаються локальні ділянки насаджень в центральній частині кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.31.5. Насадження *Acer saccharinum* L. на бортах балок.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогеміробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Домінують *Acer saccharinum* (90-100%) та *Physocarpus opulifolius* (10-50%), Часто присутні види класу *Robinitea*. Трав'янистий ярус розріджений до 10%.

Поширення. На лесовій частині кряжу зрідка зустрічаються локальні ділянки насаджень в центральній частині кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.31.6. Насадження *Pinus banksiana* Lamb. на бортах балок.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогеміробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. В деревному ярусі домінує *Pinus banksiana* (75%). Часто зустрічаються *Robinia pseudoacacia* (15-20%) *Pinus sylvestris* (5%) та *Betula pendula* (5%). В трав'янистому ярусі зустрічаються переважно види класу *Robinitea* (60-70%).

Поширення. Зустрічаються в центральній частині кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.31.7. Насадження *Picea abies* Karst. на бортах балок.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (pH 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогеміробна екосистема, що піддається вито́птуванню, вирубуванню, вико́шуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. *Picea abies* утворює монодомінантні угруповання із розрідженим травостоем (до 5%). Покриття *Picea abies* (95-100%). В травостой переважають *Micelis muralis* Dumort. (2-3%) *Veronica officinalis* L. (1-2%), на прогалинах *Rubus cespitosus* L. (2-3%). В районі села Кобилин в чагарниковому ярусі *Euonymus verrucosus* (25-30%) (Барбарич А.І. 1953).

Поширення. Спорадично зустрічається по всій території кряжу. Найбільші масиви знаходяться в районі сіл Білка, Левковичі і Кобилин.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.31.8. Насадження *Elaeagnus argentea* Pursh. на бортах балок.

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок та схилами річкових долин. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної степені змитості. Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5-5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 2-5% енергія гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж/га. Мезогемеробна екосистема, що піддається витоπτуванню, вирубуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. Рослинне угруповання представляє собою чагарники з густим травостоєм. Домінантом виступає *Elaeagnus argentea* (75-95%). Трав'янистий покрив переважно із представників класів *Molinio-Arrhenatheretea* та *Sedo-Scleranthetalia*

Поширення. Зустрічається на півдні лесової частини кряжу в районі сіл Хайча і Довгиничі.

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.32. Насадження інтродукованих видів не схильних до інвазії на плакорах скелястої частини кряжу розвиваються як екосистеми з бореальними рослинними угрупованнями.

14.17.32.1. Насадження *Pinus banksiana* скелястої частини кряжу

Екотоп. Екосистема займає схили пагорбів з дерново-підзолистими середньокам'янистими ґрунтами. Кислотність рН 4,5-5,6. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних, мезогуміфільні, гемінітрофільні, олігогемеробні та мезогемеробні.

Фітоценоз. Рослинність наближена до союзу *Dicranio-Pinion* при домінуванні в деревному ярусі *Pinus banksiana* (80-100%) і *Festuca ovina* (30-50%) в трав'янистому.

Поширення. Спонтанно зустрічається по всій скелястій частині кряжу.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.17.32.2. Насадження *Picea abies* скелястої частини кряжу

Екотоп. Екосистема займає схили пагорбів з дерново-підзолистими середньокам'янистими ґрунтами рідше з дерново-підзолисті слабоповерхнево оглеєні глинисто-піщані, дерново-підзолисті глейові середньокам'янисті глинисто-піщані. Кислотність рН 4,5-5,0. Едафічні умови від мезофітних до мезогігрофітних, мезогуміфільні, гемінітрофільні, олігогемеробні та мезогемеробні.

Фітоценоз. Рослинні угруповання наближені до класу *Vaccinio-Piceetea* при домінуванні *Picea abies* (80-100%). Можна припустити, що рослинність з часом трансформується в асоціації *Eu-Piceetum* або *Sphagno-Piceetum* в залежності від едафічних умов (Воробйов С.О. 2003).

Поширення. Поширені на захід від сіл Листвин та Черевки.

Охорона. Созологіна категорія 4. Екосистема на території кряжу не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує крім обмеження на суцільну вирубку.

14.18. Вторинні післялісові ліси та чагарники представлені екотопами зайнятими рослинними угрупованнями що належать до класів *Epilobietea angustifoliae* та *Urtico-Sambucetea*.

14.18.1. Вторинні післялісові ліси та чагарники на середньо-багатих та багатих ґрунтах включають в себе фітоценози порядку *Sambucetalia Oberd. 1957* і на шостому рівні 14.18.11. Пізні стадії розвитку вторинних похідних лісів на середньо багатих ґрунтах – фітоценози союзу *Sambuco-Salicion caprea R.Tx. et Neum 1950*.

14.18.11.1. Вторинні ліси з Вербою козячою

Екотоп. Екологічні умови наближені до екосистеми Малинові чагарники але відрізняються меншою кількістю ґрунту і більшою кількістю карбонатів.

Екосистема займає плакорні ділянки та схили балок. Ґрунти дерново-підзолисті глевкати на піщаних і супіщаних відкладах середньокам'янисті глинисто-піщані, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані та інколи ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті легкосуглинкові

Вологість 12-15 балів. Середовище слабокисле (рН 4,1-4,5), карбонатів (CaCO₃, MgCO₃) 1-3,5% та гумусу 0,3-1,1 млн. Мдж/га. Мезо- оліго гемеробна екосистема, що піддається витоπτуванню, викошуванню, вирубці, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. *Epilobio-Salicetum caprea Oberd. 1957*. Девевостан сформований *Pinus sylvestris* (5-75%), *Betula pendula* (5-75%), *Populus tremula* (5-75%). В підліску зімкненістю 15-50 % переважають *Salix caprea*, *Lonicera xilosteam*, *Corylus avelana*, *Euonymus europaea*, *Acer negundo*,

Sorbus aucuparia зрідка *Rubus idaeus* L. Травостан зімкненістю 5-40 % сформований переважно *Dryopteris felix-max* (до 30%) та *Rubus caesius* (до 25%). При цьому *Dryopteris felix-max* займає схили балок а *Rubus caesius* заглибини в схилах де сконцентровується листовий опад. На освітлених добре зволжених ділянках зустрічаються *Fragaria vesca* і *Chamaerion angustifolium* Halub. Часто зустрічаються види класів *Querco-Fagetea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Robinitea*.

Поширення. Екосистема зустрічається по всій території краю

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території краю не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.18.11.2. Жовтозілляво-знітові чагарники

Екосистема займає дно і схили балок. Ґрунти дерново-підзолисті глевкаті або намиті лесові осадові породи. Вологість 13-16 балів. Середовище слабокисле (рН 4,1-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 1-3,5% та гумусу 0,3-1,1 млн. Мдж\га. Мезогемеробна екосистема, що піддається витоπτуванню, викошуванню, вирубці, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. *Senecioni sylvatici-Epilobetum angustifoli* R.Tx. 1950. Деревостан сформований *Pinus sylvestris* (5-75%), *Betula pendula* (5-75%), *Populus tremula* (5-75%). В підліску зімкненістю 15-50 % переважають *Salix caprea*, *Lonicera xilosteam*, *Corylus avelana*, *Euonymus europaea*, *Acer negundo*, *Sorbus aucuparia* зрідка *Rubus idaeus* L. Травостан зімкненістю 5-40 % сформований переважно *Chamaerion angustifolium* (до 30%) та *Senecio sylvaticus* (до 25%). На освітлених добре зволжених ділянках зустрічаються *Fragaria vesca*. В місцях акумуляції листового опаду *Rubus caesius*. Часто зустрічаються види класів *Querco-Fagetea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Robinitea*.

Поширення. Екосистема зустрічається по всій лесовій території краю

Охорона. Созологіна категорія 5. Екосистема на території краю не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.18.12. Вторинні післялісові чагарники являють більш ранні сукцесійні етапи розвитку екосистем цього геоцену.

14.18.12.1. Малинові чагарники

Екотоп. Екосистема представлена різноманітними формами рельєфу але переважають плакорі ділянки та схили пагорбів. Ґрунти дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах середньокам'яністі глинисто-піщані, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані та інколи ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті легкосуглинкові. Вологість 12-14балів. Середовище слабокисле (рН 4,1-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5-1,5% та гумусу 1,1-1,2 млн. Мдж\га. Мезогемеробна екосистема, що піддається витоπτуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. *Rubetum idaei* Pfeiff. 1936 em. Oberd. 1973. Чагарниковий ярус зімкненістю 75-90% переважає *Rubus idaeus*. Травостан зімкненістю 25-30% сформований *Chamaerion angustifolium* (5-10%), *Erigeron canadensis* L. (5-10%). Зрідка зустрічаються *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia*, *Corylus avelana*, *Poa pratensis*, *Dryopteris felix-max*, *Viola canina* L.

Поширення. Екосистема зустрічається по всій території краю

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території краю не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.18.12.2 Червонобузинові чагарники

Екотоп. Екосистема представлена різноманітними формами рельєфу але переважають плакорі ділянки та схили пагорбів. Ґрунти дерново-підзолисті глевкаті на піщаних і супіщаних відкладах середньокам'яністі глинисто-піщані, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані та інколи ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті легкосуглинкові

Вологість 12-14балів. Середовище слабокисле (рН 4,1-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 0,5-1,5% та гумусу 1,1-1,2 млн. Мдж\га. Мезогемеробна екосистема, що піддається витоπτуванню, викошуванню, випалюванню і випасанню.

Фітоценоз. *Sambucetum racemosae* Oberd. 1973. Чагарниковий ярус зімкненістю 50-75%, переважає *Sambucus racemosa* L. Зрідка зустрічаються *Rubus idaeus*, *Sambucus nigra*.

Травостан зімкненістю 75-90% сформований видами класів *Epilobietea angustifolii*, *Molinio-Arrhenatheretea* та *Robinitea* (*Fragaria vesca*, *Myosotis sylvatica* Ehrh. et. Hoffm. , *Poa pratensis*, *Urtica dioica*, *Cheledonium majus*).

Поширення. Екосистема зустрічається по всій території краю

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території краю не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.18.12.3 Чорнобузинові чагарники

Екотоп. Екосистема представлена бортами лесових балок. Ґрунти ясно-сірі та сірі лісові різної ступені змитості,

Вологість 13-14 балів. Середовище слабокисле (рН 4,5-5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 3-5% та гумусу 1,2-1,4 млн. Мдж\га. Мезогемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, ви́рубуванню, ви́кошуванню, ви́палюванню і ви́пасанню

Фітоценоз. *Sambucetum nigrae* Oberd 1973. Чагарниковий ярус зімкненістю 50-75%, переважає *Sambucus nigra*. Зрідка зустрічаються *Rubus idaeus*, *Euonymus europaea*, *Acer negundo*. Травостан зімкненістю 75-90% сформований видами класів *Epilobietea angustifolii*, *Molinio-Arrhenatheretea* та *Robinitea* (*Fragaria vesca*, *Poa pratensis*, *Urtica dioica*, *Cheledonium majus*, *Robinia pseudoacacia*).

Поширення. Екосистема зустрічається на лесовій частині території краю

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території краю не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

14.18.2. Вторинні післялісові ліси та чагарники на багатих нітрогеном ґрунтах включають в себе екотопи заселені рослинністю порядку *Urtico-Crataegetalia* Pass 1968. На шостому рівні це 14.18.21. Вторинні післялісові ліси та чагарники лесових балок на багатих нітрогеном ґрунтах з союзом *Asperugo verticillati-Crataegion tauricae* Korzh. et Kljukin 1990

14.18.21.1. Свидиново-бузинові чагарники

Екотоп. Екологічні умови наближені до екосистеми Малинові чагарники але відрізняються меншою кількістю гумусу і більшою кількістю карбонатів.

Екосистема займає плакорні ділянки та схили балок. Ґрунти дерново-підзолисті глевкати на піщаних і супіщаних відкладах середньокам'яністі глинисто-піщані, дерново-підзолисті підстелені елювієм кристалічних порід з глибиною 0,5-1 м супіщані та інколи ясно-сірі і сірі опідзолені сильнозмиті легкосуглинкові

Вологість 12-15 балів. Середовище слабокисле (рН 4,1-4,5), карбонатів (CaCO_3 , MgCO_3) 1-3,5% та гумусу 0,3-1,1 млн. Мдж\га. Мезо- оліго гемеробна екосистема, що піддається вито́птуванню, ви́кошуванню, ви́рубці, ви́палюванню і ви́пасанню.

Фітоценоз. *Swido-Sambucetum* Korzh. et Kljukin 1990. Чагарниковий ярус зімкненістю 50-75%, переважають *Sambucus nigra* і *Swida sanguinea*. Зрідка зустрічаються *Lonicera xilosteam*, *Rubus idaeus*, *Euonymus europaea*, *Acer negundo*.

Травостан зімкненістю 75-90% сформований видами класів *Epilobietea angustifolii*, *Molinio-Arrhenatheretea* та *Robinitea* (*Fragaria vesca*, *Poa pratensis*, *Urtica dioica*, *Cheledonium majus*, *Robinia pseudoacacia*).

Поширення. Екосистема зустрічається по всій території краю

Охорона. Созологіна категорія 6. Екосистема на території краю не охороняється. Спеціальних заходів з охорони не потребує.

РОЗРАХУНКОВО-МОДЕЛЮЮЧІ ЗАДАЧІ

Тема 1. Система і її характеристики

Умова: До міського озера об'ємом $V = 100000 \text{ м}^3$ одночасно потрапляють стічні води, що містять речовину А (іони важкого металу) та речовину Б (поверхнево-активну речовину). Окремо речовина А викликає загибель 10% популяції індикаторного фітопланктону при концентрації $C_A = 2 \text{ мг/л}$. Речовина Б самостійно викликає таку ж летальність при $C_B = 5 \text{ мг/л}$.

Проте, через ефект **емерджентності** (синергізму), сумарний токсичний ефект при їхній сумісній присутності розраховується за коефіцієнтом екологічної синергії (рис.)

$$\kappa = \left(\frac{C_{fact,A}}{C_A} \right)^2 + \left(\frac{C_{fact,B}}{C_B} \right)^2 + 1.5 \cdot \left(\frac{C_{fact,A} \cdot C_{fact,B}}{C_A \cdot C_B} \right)$$

Рис. Коефіцієнтом екологічної синергії

Якщо $\kappa \geq 1.0$, критичний поріг стійкості системи перевищено. До озера скинули 150кг речовини А та 300 кг речовини Б.

Завдання: 1. Розрахуйте фактичні концентрації речовин в озері (C_{fact}), припустивши їх повне рівномірне перемішування. 2. Визначте коефіцієнт синергії κ . Оцініть, чи збереже озерна екосистема свою стійкість як цілісна система.

Тема 2. Холічний підхід до вивчення складних систем

Умова: Замість аналізу окремих ГДК (гранично допустимих концентрацій), холічний підхід вимагає оцінки інтегрального стану річки. Для цього використовують індекс екологічного дефіциту (I_{eco}), що враховує гідрологічні, хімічні та біологічні показники через вагові коефіцієнти (рис.)

$$I_{eco} = \sqrt{w_1 \cdot \left(\frac{Q_{fact}}{Q_{norm}} \right)^2 + w_2 \cdot \left(\frac{BOD_{fact}}{BOD_{norm}} \right)^2 + w_3 \cdot \left(\frac{Bio_{fact}}{Bio_{norm}} \right)^2}$$

де $w_1 = 0.3$ (гідрологія), $w_2 = 0.4$ (БСК — біохімічне споживання кисню), $w_3 = 0.3$ (індекс різноманіття Шеннона). Нормативні значення: $Q_{norm} = 25 \text{ м}^3/\text{с}$, $BOD_{norm} = 3.0 \text{ мг/л}$, $Bio_{norm} = 3.5$.

Поточні виміри в усті річки: $Q_{fact} = 15 \text{ м}^3/\text{с}$, $BOD_{fact} = 6.5 \text{ мг/л}$, $Bio_{fact} = 1.8$.

Рис. Індекс екологічного дефіциту

Поточні виміри в усті річки: $Q_{fact} = 15 \text{ м}^3/\text{с}$, $BOD_{fact} = 6.5 \text{ мг/л}$, $Bio_{fact} = 1.8$.

Завдання: 1. Розрахуйте інтегральний індекс I_{eco} .

2. Зробіть системний висновок: якщо $I_{eco} > 1.2$, система перебуває в стані антропогенного регресу і втрачає властивість самоочищення.

Тема 3. Довкілля як система

Умова: Регіональна екосистема здатна асимілювати (переробити природним шляхом без шкоди для себе) до $M_{\text{assim}} = 1200$ тонн діоксиду сірки (SO_2) на рік. У регіоні діє ТЕЦ, яка спалює 250000 тонн вугілля на рік із вмістом сірки $S = 1.2\%$. На ТЕЦ встановлені фільтри з ефективністю вловлювання сірки $\eta = 75$.

Завдання: 1. Розрахуйте фактичний річний викид SO_2 в атмосферу від ТЕЦ (врахуйте, що при згорянні 1 кг сірки утворюється 2 кг SO_2). 2. Побудуйте балансову модель «Джерело – Довкілля» та визначте, чи перевищено асиміляційний потенціал системи і на скільки відсотків.

Тема 4. Моделювання природних систем

Умова: Популяція промислової риби в замкненому лимані моделюється диференціальним рівнянням Мальтуса, модифікованим під антропогенний вплив (рис.)

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N - E \cdot N$$

де N — чисельність популяції (екз.), $r = 0.35 \text{ рік}^{-1}$ — коефіцієнт природного приросту, E — коефіцієнт промислового вилову (інтенсивність експлуатації системи). Початкова чисельність риби $N_0 = 500\,000$ екз.

Рис. Диференціальне рівняння Мальтуса

Завдання: 1. Знайдіть аналітичний розв'язок цього рівняння. 2. Змодельуйте стан популяції через $t = 5$ років для двох сценаріїв розвитку подій: Сценарій А: помірний рибний промисел ($E = 0.20 \text{ рік}^{-1}$). Сценарій Б: перевилов ($E = 0.45 \text{ рік}^{-1}$).

Тема 5. Методологія і практика побудови прогностичних алгоритмів.

Для прогнозування обсягу викидів парникових газів (CO_2 -еквівалент) підприємства використовується алгоритм експоненційного згладжування Хольта-Вінтерса (спрощений варіант для тренду). Формула прогнозу на 1 крок уперед (рис.)

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha \cdot Y_t + (1 - \alpha) \cdot \hat{Y}_t$$

де Y_t — фактичне значення у момент t , $\hat{Y}_t$ — згладжене (прогнозне) значення для моменту t , α — коефіцієнт адаптації алгоритму до змін ($\alpha = 0.3$).

Рис. Алгоритм експоненційного згладжування Хольта-Вінтерса

Фактичні викиди за останні 3 роки становили: $Y_1 = 450$ тис. т, $Y_2 = 480$ тис. т, $Y_3 = 510$ тис. т. Початкове згладжене значення приймається рівним фактичному: $\hat{Y}_1 = 450$.

Завдання: 1. Послідовно розрахуйте згладжені значення $\hat{Y}_2$ та $\hat{Y}_3$.
2. Побудуйте прогноз обсягу викидів на 4-й рік ($\hat{Y}_4$).

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Визначте поняття «критична точка» (або поріг стійкості) системи та наслідки її перетину для природного середовища.
2. Дайте визначення поняттю «межі системи» стосовно об'єктів навколишнього середовища та поясніть складнощі їх визначення.
3. Дайте оцінку поняттю «стійкість системи» та назвіть основні види стійкості біосферних систем до антропогенного навантаження.
4. Опишіть кругообіг речовин та потік енергії в довкіллі як фундаментальні системні процеси, що визначають його якісний стан.
5. Опишіть методологію побудови прогностичних алгоритмів на основі авторегресійних моделей (наприклад, ARIMA) для моніторингу водних екосистем.
6. Опишіть особливості моделювання дифузії та адвекції забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
7. Опишіть особливості побудови прогностичних алгоритмів для оцінки динаміки поширення інвазійних видів рослин під впливом кліматичних факторів.
8. Опишіть поняття структури системи та поясніть, як зміна структури впливає на функціонування природно-антропогенних комплексів.
9. Опишіть роль взаємозв'язків та синергетичних ефектів між елементами системи з погляду холістичної методології.
10. Опишіть сутність інформаційних взаємодій всередині екосистем та їхнє значення для збереження якісних характеристик біосфери.
11. Охарактеризуйте балансові моделі (моделі матеріального балансу) та їхнє значення для аналізу міграції токсикантів у трофічних ланцюгах.
12. Охарактеризуйте використання прогностичних алгоритмів на базі генетичних алгоритмів для оптимізації параметрів екологічних моделей.
13. Охарактеризуйте властивість адаптивності природних систем в умовах глобальних кліматичних змін та техногенного пресингу.
14. Охарактеризуйте властивість цілісності (емерджентності) екосистеми та наведіть приклад її прояву при оцінці якості довкілля.
15. Охарактеризуйте довкілля як динамічну систему, що перебуває в стані «рухомої рівноваги» (квазістаціонарного стану).
16. Охарактеризуйте зв'язок між холістичним мисленням та міждисциплінарним характером системного аналізу якості навколишнього середовища.
17. Охарактеризуйте концептуальне моделювання навколишнього середовища та його роль на початкових етапах дослідження.
18. Охарактеризуйте поняття «екологічний слід» як індикатор системного тиску людства на навколишнє середовище.
19. Охарактеризуйте поняття «навколишнє природне середовище» з позицій теорії систем та визначте його головні інтегративні властивості.
20. Охарактеризуйте різницю між експертними (інтуїтивними) та формалізованими методами побудови екологічних прогнозів.
21. Поясніть концепцію «організмичного» бачення складних систем і як вона трансформувалася в сучасну екологічну науку.
22. Поясніть поняття «емерджентність» як ключову характеристику холізму на прикладі функціонування природної екосистеми.
23. Поясніть поняття «пропускна спроможність системи» (ємкості середовища) як граничної характеристики екосистеми.
24. Поясніть принципи використання апарату нечіткої логіки (fuzzy logic) при моделюванні антропогенного пресингу на екосистеми.

25. Поясніть принципи формування навчальної, валідаційної та тестової вибірок екологічних даних при розробці прогностичних алгоритмів машинного навчання.
26. Поясніть різницю між поняттями «функція системи» та «поведінка системи» на прикладі моніторингу якості атмосферного повітря.
27. Поясніть роль зворотних зв'язків у підтримці цілісності та динамічної рівноваги екологічних систем у рамках холічного підходу.
28. Поясніть роль природного капіталу та екосистемних послуг як вихідних параметрів при системному моделюванні екологічної безпеки.
29. Поясніть роль та специфіку алгоритмів сценарного прогнозування (інструменти «що, якщо...») в управлінні якістю навколишнього середовища.
30. Поясніть сутність властивості гомеостазу екологічної системи та механізм її підтримання.
31. Поясніть сутність методу екстраполяції трендів при прогнозуванні динаміки забруднення атмосферного повітря та назвіть його обмеження.
32. Поясніть сутність оптимізаційного моделювання при вирішенні задач раціонального природокористування та мінімізації викидів.
33. Поясніть сутність поняття «ємність навколишнього середовища» як системного обмеження для техногенного навантаження.
34. Поясніть суть та сфери застосування імітаційного моделювання для прогнозування стану складних природно-техногенних систем.
35. Поясніть, як закон внутрішньої динамічної рівноваги системи проявляється в процесах самоочищення компонентів довкілля.
36. У чому полягає значення екоцентричного (холістичного) світогляду для розробки стратегій екологічної безпеки?
37. У чому полягає системна специфіка взаємодії між біотою та абіотичним компонентом навколишнього середовища?
38. У чому полягає системна сутність явища екологічної декомпозиції (руйнування зв'язків) у порушених антропогенною діяльністю екосистемах?
39. У чому полягає складність практичної реалізації холічного підходу в екологічному моніторингу та менеджменті?
40. У чому полягає специфіка застосування методів Монте-Карло для оцінки екологічних ризиків та невизначеностей?
41. У чому полягає сутність метрик оцінки якості прогностичних алгоритмів (наприклад, MSE, RMSE, MAE, MAPE) стосовно екологічних задач?
42. У чому полягає сутність холічного підходу в системному аналізі та яка його головна філософська теза?
43. Чим принципово відрізняються детерміновані моделі екосистем від стохастичних (імовірнісних)?
44. Чим холістичний підхід принципово відрізняється від редукціоністського при дослідженні складних екологічних об'єктів?
45. Чому вивчення окремих ізольованих компонентів довкілля є недостатнім для прогнозування загальної якості навколишнього середовища?
46. Чому холістичний підхід є обов'язковим при оцінці кумулятивного впливу багатьох джерел забруднення на навколишнє середовище?
47. Що розуміють під «холістичним парадоксом» (необхідністю знати ціле для розуміння частин і навпаки) і як він вирішується в системних дослідженнях?
48. Що розуміють під станом екологічної системи і за якими основними параметрами його оцінюють у системному аналізі?
49. Що розуміють під стійкістю довкілля до зовнішніх збурень і які внутрішні системні механізми її забезпечують?
50. Що розуміють під чутливістю екологічної моделі та як проводиться аналіз чутливості до зміни вихідних параметрів?

51. Що таке «ефект метелика» або хаотична динаміка в нелінійних екологічних моделях і як вона впливає на точність довгострокових прогнозів?
52. Що таке багатофакторний регресійний аналіз і як будується алгоритм прогнозування стану довкілля за наявності кількох джерел техногенного впливу?
53. Що таке верифікація та валідація (адекватність) екологічної моделі і якими методами вони перевіряються?
54. Що таке еволюційність системи і як природний розвиток довкілля співвідноситься з антропогенною трансформацією?
55. Що таке екологічна система в контексті системного аналізу і які її головні відмінності від технічних систем?
56. Що таке екологічне моделювання та яка його головна мета в рамках системного аналізу якості довкілля?
57. Що таке екологічне прогнозування з позицій системного аналізу та які основні етапи розробки прогностичних алгоритмів?
58. Що таке ієрархічність (багаторівневість) екологічних систем і як цей принцип враховується при моделюванні навколишнього середовища?
59. Що таке перенавчання (overfitting) прогностичного алгоритму і якими методами еколог-аналітик може його уникнути?
60. Що таке просторово-розподілене моделювання довкілля і як воно інтегрується з геоінформаційними системами (ГІС)?
61. Що таке просторово-часова гетерогенність довкілля і як вона враховується при розробці систем екологічного моніторингу?
62. Що таке синергетичний ефект у системному аналізі якості навколишнього середовища і як він проявляється при комбінованому забрудненні?
63. Що таке соціоекологічна система та які специфічні керуючі зв'язки виникають у ній при антропогенній трансформації ландшафтів?
64. Як алгоритми адаптивного прогнозування (зокрема метод експоненціального згладжування) реагують на швидкі зміни в техногенному навантаженні?
65. Як алгоритми класифікації та регресії на основі дерев рішень (Decision Trees) та випадкового лісу (Random Forest) застосовуються для прогнозування екологічних ризиків?
66. Як властивість нелінійності розвитку екологічних систем ускладнює прогнозування якості навколишнього середовища?
67. Як інтегруються прогностичні алгоритми з геоінформаційними системами (ГІС) для створення карт-прогнозів просторового розподілу токсикантів?
68. Як категорія «організація системи» розглядається в холистичній методології системного аналізу?
69. Як класична модель Стрітера-Фелпса використовується для моделювання процесів самоочищення та динаміки кисню у водних об'єктах?
70. Як концепція біотичної регуляції навколишнього середовища пояснює стабільність кліматичних параметрів планети на системному рівні?
71. Як критерії автокореляції та стаціонарності часових рядів впливають на вибір алгоритму прогнозування екологічних показників?
72. Як межі та бар'єри в геосистемах впливають на міграцію, акумуляцію та розсіювання забруднюючих речовин?
73. Як моделі «хижак – жертва» (наприклад, Лотки-Вольтерри) адаптуються для аналізу динаміки популяцій під впливом хімічного забруднення?
74. Як при розробці прогностичних алгоритмів розв'язується проблема «прокляття розмірності» (великої кількості контрольованих параметрів довкілля)?
75. Як принципи ієрархічності та емерджентності трансформуються при переході від локального до регіонального та глобального рівнів аналізу якості довкілля?
76. Як принципи холізму відображені в концепції сталого розвитку та управлінні природокористуванням?

77. Як у моделях природних систем враховується чинник часу (дискретні та безперервні моделі за часом)?
78. Як у прогностичних алгоритмах враховується чинник невизначеності вихідних екологічних даних та природної стохастичності?
79. Як у системному аналізі екологічних об'єктів трактується характеристика «складність системи»?
80. Як холістичний принцип «ціле передує своїм частинам» застосовується при моделюванні антропогенного навантаження на урбоєкосистеми?
81. Як холічний підхід враховує нелінійність та непередбачуваність поведінки складних соціоекологічних систем?
82. Як холічний підхід допомагає виявити приховані або запізнілі критичні зміни (точки перегину) в стані якості довкілля?
83. Як холічний підхід трактує поняття «цілісність» стосовно біосфери та її регіональних підсистем?
84. Як штучні нейронні мережі (ШНМ) використовуються для прогнозування якості навколишнього середовища в умовах браку точних аналітичних даних?
85. Яким чином алгоритми на основі нечітких часових рядів (Fuzzy Time Series) дозволяють прогнозувати якість середовища за умов якісних або неточних описів?
86. Яким чином інформаційні потоки та сигнали зворотного зв'язку в природних популяціях забезпечують стабільність біогеоценотичного покриву?
87. Яким чином концепція «Гайї» (Землі як живого організму) Джеймса Лавлока ілюструє крайній прояв холічного підходу в екології?
88. Яким чином результати комп'ютерного моделювання природних систем трансформуються в конкретні управлінські рішення в екологічній політиці?
89. Яким чином термодинамічні закони (зокрема закон зростання ентропії) застосовуються для аналізу деградації природних систем?
90. Яким чином цільова спрямованість (цілепокладання) використовується при управлінні якістю навколишнього природного середовища як складною системою?
91. Які етичні та методологічні ризики пов'язані з автоматичним прийняттям управлінських екологічних рішень на основі результатів роботи прогностичних алгоритмів?
92. Які існують класифікації методів прогнозування якості довкілля за термінами випередження (коротко-, середньо- та довгострокові)?
93. Які математичні та імітаційні методи системного аналізу найкраще адаптовані для збереження холістичного принципу при дослідженні якості довкілля?
94. Які методологічні підходи системного аналізу використовуються для оптимізації взаємодії в системі «суспільство – техніка – довкілля»?
95. Які обмеження та труднощі виникають при спробах моделювання глобальних біосферних процесів і кліматичних змін?
96. Які основні етапи побудови математичної моделі природної системи виділяють у системному аналізі?
97. Які основні природні та антропогенні підсистеми виділяють у структурі довкілля як глобальної мегасистеми?
98. Які системи називаються відкритими і чому всі природні екологічні системи належать саме до цього класу?
99. Які типи системних реакцій (відгуків) довкілля виникають у відповідь на хронічний та гострий техногенний пресинг?
100. Яку роль відіграють зворотні зв'язки (позитивні та негативні) у стабілізації чи деградації стану довкілля?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

Основна:

1. Коробкова Г. В., Коляда О. В., Головань Л. В., Системний аналіз якості навколишнього середовища: навчальний посібник. Харків: ДБТУ, 2025. 162 с.
2. Збірник задач з моделювання та прогнозування стану довкілля / уклад. І.В. Хом'як. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 42 с.
3. Моделювання та прогнозування стану довкілля: конспект лекцій. / уклад. І.В. Хом'як – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 72 с.
4. Хом'як І.В. Екосистемологія: Навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 235 с.
5. Дяченко-Богун М.М., Гомля Л.М. Системний аналіз якості навколишнього середовища: методичні рекомендації для виконання практичних і самостійних робіт з навчальної дисципліни. Полтава: Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, 2023. 18 с.

Додаткова:

1. Впровадження методології екологічного сліду продукту в Україні. URL: https://www.eu4environment.org/app/uploads/2024/10/PE_F-Executive-Report-Ukraine-UKR.pdf .Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення; затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 721 від 02 травня 2022 року. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> .
3. Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 1595 від 14 липня 2020 року. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>.
4. ДБН А.2.2-1:2021 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС). 2022. 26 с.
5. Державні санітарні норми і правила ДСанПіН 2.2.4-171-10«Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/trebovaniya-kachestvupitevoy-vody/> .
6. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ, 2016. 37 с.
7. ДСТУ ISO 14004:2016. Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запровадження. Київ, 2017. 60 с.
9. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.
10. Закон України «Про державні цільові програми». 1621-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1621-15#Text>.
11. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля». URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>.
11. Медведєва О., Кропивний В., Мірзак Т., Немировський Я. Системний аналіз якості навколишнього середовища: навчальний посібник для студентів спеціальності 101 Екологія. Кропивницький, 2021. 80 с. 18.
12. Методичні рекомендації із здійснення стратегічної екологічної оцінки документів державного планування. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/FN045244> .
13. Методичні рекомендації щодо змісту розроблення регіональних програм з охорони довкілля. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/486nd1.pdf>
14. Методичні рекомендації щодо змісту та порядку розроблення планів поліпшення якості атмосферного повітря та короткострокових планів і дій. URL: <https://mepr.gov.ua/wpcontent/uploads/2023/04/203ndMetodychi-rekomendatsiyi.pdf>.
15. Наказ Міністерства агрополітики та продовольства України «Про затвердження нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного

господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних 159 речовин у морських та прісних водах». №1369/21681 від 14.08.2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text>.

16. Положення про Державне агентство водних ресурсів України (затверджене Постановою КМУ № 393 від 20 серпня 2014 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/393-2014-%D0%BF#Text>.

17. Положення про державну систему моніторингу довкілля» (затверджене постановою КМУ № 391 від 30 березня 1998 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text>.

18. Порядок проведення моніторингу якості освіти (затверджене постановою КМУ № 758 від 19 вересня 2018 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF#Text>.

19. Проект Наказу «Про затвердження Порядку інформування населення про якість повітря за основними показниками з використанням індексу якості повітря в Україні». URL: (https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2025/01/Proyekt-nakazu_Indeksyakosti.pdf).

20. Системний аналіз якості навколишнього середовища : навч. посіб. / В. В. Добровольський, Є. М. Безсонов. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2018. 164 с.

21. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник /Т. А. Сафранов, Я. О. Адаменко, В. Ю. Приходько та ін. За ред. проф. Т. А. Сафранова і проф. Я. О. Адаменко. Одеса: ТЕС, 2014. 244 с.

22. Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопалов, А. А. Негадайло та ін. Суми : Сумський державний університет, 2015. 330 с.

23. Український класифікатор нормативних документів НК 004:2020. URL: <https://drive.google.com/file/d/1zOdsiQQsGoTz34Fli5R KqpbCfqB5U1Ob/view>

24. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Введення в моделювання динамічних систем: навч. посібник. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2010. 132 с.

25. Чебра О.В. Відбір екологічних показників для інтегральної оцінки антропогенного впливу на довкілля. Екологічні науки. № 3(36). URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2021/3/7.pdf>

26. Адаменко Я. О. Оцінка впливів на навколишнє середовище: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2014. – 284 с.

27. Бараннік В. О. Конспект лекцій з дисциплін “Системний аналіз довкілля”, “Системний аналіз” (для студентів 2 курсу денної і 3 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) / Бараннік В.О., Дмитренко Т.В.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 44 с.

28. Горбань О. М. Основи теорії систем і системного аналізу / О. М. Горбань, В. Є. Бахрушин. – Запоріжжя : ГУ «ЗІДМУ», 2011. – 204 с.

29. Прищепа А. М., Лико С. М., Портухай О. І. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник. / А. М. Прищепа, С. М. Лико, О. І. Портухай – Київ: Кондор-Видавництво, 2016.– 496 с.

30. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник /Т. А. Сафранов, Я. О. Адаменко, В. Ю. Приходько, Т. П. Шаніна, А. В. Чугай, А. В. Колісник. За ред. проф. Т. А. Сафранова і проф. Я. О. Адаменко. – Одеса: ТЕС, 2014. – 244 с.

31. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник /Т. А. Сафранов, Я. О. Адаменко, В. Ю. Приходько, Т. П. Шаніна, А. В. Чугай, А. В. Колісник. За ред. проф. Т. А. Сафранова і проф. Я. О. Адаменко. – Одеса: ТЕС, 2014. – 244 с.

32. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посіб. / К. О. Сорока. – Х. : ХНАМГ, 2004. – 291 с.

33. Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопалов, А. А. Негадайло та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 330 с.

34. Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопалов, А. А. Негадайло та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 330 с.

35. Артеменко І.О., Хом'як І.В. Формування природних вербових лісів в процесі рекультивації прибережної зони. Збірник тез доповідей науково-практичного семінару студентів та аспірантів «Етичні та екологічні проблеми колонізації космічного простору» (16 березня 2024 р.). Житомир : Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2024. с. 22-23
36. Біляєв М. Моделювання і прогнозування стану довкілля : підручник для студентів вищих навчальних закладів І М. М. Біляєв, В. В. Біляєва, П. С. Кіріченко; Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна МОН України. Кривий Ріг: Вид. Р. А. Козлов, 2016. 207 с.
37. Божинський В. Б., Хом'як І. В. Особливості використання клена ясенелистого в процесі рекультивації та тераформінгу. Етичні та екологічні проблеми колонізації космічного простору : зб. тез доп. наук.-практ. семінару студентів та аспірантів (Житомир, 16 берез. 2024 р.). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. С. 24.
38. Бондар С. С., Хом'як І. В. Тераформізаційні стратегії освоєння незаселених субстратів. Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції : тези Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених. Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 16.
39. Брень А. Л., Хом'як І. В. Екологічні стратегії рослин в процесі відновлення природної рослинності. Сучасні проблеми екології : тези XVIII Всеукр. наук. on-line конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнар. участю (Житомир, 06 жовт. 2022 р.). Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 23. 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 ¾ - 431 с.
40. Василенко О. М., Хом'як І. В., Тіт В. І. Моделювання динаміки асоціації *Dicrano-Pinetum* на території Житомирського Полісся. Український журнал природничих наук. 2025. № 12. С. 309-319.
41. Відьмаченко А.П., Мороженко О.В. Порівняльна планетологія. Навчальний посібник. Київ: ТОВ ДІА. 2013. 552 с.
42. Відьмаченко А.П., Стеклов О.Ф. Фізичні характеристики природних супутників планет. Монографія. Київ: НУБіП України, 2023. 198 с.
43. Гарбар О. В., Весельська Е. В., Хом'як І. В., Гарбар Д. А. Просторово-часові зміни структури земельного покриття Словечансько-Овруцького кряжу. Український журнал природничих наук. № 7 2024. с. 197-209.
44. Дзюбенко М.І. Вступ до фізики навколоземного середовища. Навчальний посібник. Київ: ІСДО, 1994. 294 с.
45. Євсюков М.М., Александров Ю.В. Хімія і геологія планет. Навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2000. 190 с.
46. Захожай В.А. Вступ до астрофізики та космогонії. Навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. 208 с.
47. Захожай В.А., Захожай О.В. Основи елементарної астрономії: навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. 232 с.
48. Золенко І., Хом'як І. В. Перспективи використання *Tusilago farfara* L. з метою тераформізації та рекультивації. Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції : тези Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених. Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 32.
49. Івченко В.М., Решетник В.М. Радіоастрономія. Начальний посібник для студентів фізичного факультету. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2021. 248 с.
50. Киселевич Л.С. К44 Порівняльна планетологія: підручник. / Л.С. Киселевич. – К.: Ніка-Центр, 2011.- 263с.
51. Климишин І.А. Основи космології. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2014. – 164 с.
52. Козак Л.В. Основи фізики планет. Навчальний посібник. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2007. 204 с.
53. Коніщук В.В., Хом'як І.В., Шумигай І.В. Антропогенна трансформація фітоценозів мезотрофних боліт Українського Полісся. Агроєкологічний журнал. 2025. № 1. С. 16-23.

54. Коніщук В.В., Хом'як І.В., Шумигай І.В., Мартиненко В.В. Інвазійний потенціал *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. на території України. *Агроекологічний журнал*. 2025 № 4. С. 29-35.
55. Коніщук В.В., Хом'як І.В., Шумигай І.В., Онищук І.П. Динаміка рослинності полезахисних лісосмуг, уражених бойовими діями, різної інтенсивності. *Агроекологічний журнал*. 2025 № 2. С. 6-13.
56. Курс загальної астрономії: підручник для студ. вузів / С. М. Андрієвський, І. А. Климишин; ОНУ ім. І.І. Мечникова, Прикарпатський нац. ун-т ім. В. Стефаника. – Одеса : Астропринт, 2010. – 475 с.
57. Лещенко Д., Хом'як І. В. Рекультиваційний та тератрансформаційний потенціал *Carex hirta* L. *Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції* : тези Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених. Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 54.
58. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум. Електронний навчальний посібник / Під ред. В.Б. Мокіна. Вінниця: ВНТУ, 2017. 84 с.
59. Новосядлий Б. С. Структура й еволюція Всесвіту. Навчальний посібник. Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 159с.
60. Онищук І. П., Хом'як І. В., Кичкирук О. Ю., Зайко Є. О. Вплив йонів свинцю (II) на посівні якості насіння озимої пшениці сорту «Ювілейна». *Український журнал природничих наук*. 2023. № 6. 69-79
61. Охорона природи: Навчальний посібник для студентів природничих спеціальностей / уклад. І.В. Хом'як, Т.В. Андрійчук. – Житомир: В - тво ЖДУ, 2022. – 245 с.
62. Панько О.О., Сергієнко О. Г. Загальна астрономія. Навчальний посібник. Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечникова, 2020. 128 с.
63. Парновський С., Парновський О. Як влаштовано Всесвіт. Вступ до сучасної космології. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. 248 с.
64. Проблеми екологічної безпеки позаземних поселень : матер. IX Житомирського астроекологічного семінару (13 березня 2026 р., м. Житомир) / за ред. І. В. Хом'яка. Житомир : Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2026. 39 с.
65. 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
66. Сікорська К. В., Хом'як І. В. Фітоценотичне різноманіття порушених оселищ з участю амброзії полинолистої на території Житомирського Полісся. Етичні та екологічні проблеми колонізації космічного простору : зб. тез доп. наук.-практ. семінару студентів та аспірантів (Житомир, 16 берез. 2024 р.). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. С. 27.
67. Стасюк Д., Костюк В. С., Хом'як І. В. Етичні та екологічні проблеми космічної експансії. Етичні та екологічні проблеми колонізації космічного простору : зб. тез доп. наук.-практ. семінару студентів та аспірантів (Житомир, 16 берез. 2024 р.). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. С. 41–43.
68. Фесюк Ю. А., Костюк В. С., Хом'як І. В. Етичні та екологічні аспекти колонізації космосу. Проблеми та перспективи. Етичні та екологічні проблеми колонізації космічного простору : зб. тез доп. наук.-практ. семінару студентів та аспірантів (Житомир, 16 берез. 2024 р.). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. С. 51–52.
69. 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.
70. Хом'як І. В. Видова різноманітність та фітоценотична приуроченість представників Orthoptera в кар'єрах Житомирського Полісся. *Український журнал природничих наук*. № 7 2024. с. 197-209.
71. Хом'як І. В. Історія екології : навчальний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2023. 310 с.
72. 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.

73. Хом'як І. В., Коніщук В. В. Прибережно-водна та болотна рослинність гірничих об'єктів Центрального Полісся. Український журнал природничих наук. 2024. № 10. С. 276-283.
74. Хом'як І. В., Онищук І. П. Інструктивно-методичні матеріали до практичних занять з освітньої компоненти «Методологія та організація наукових досліджень з екології». Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2025. 36 с.
75. Хом'як І.В., Хом'як О.І. Потенціал спонтанного тераформінгу ландшафтів суходолу з позицій сучасної теорії динаміки екосистем. Український журнал природничих наук, 2024, № 8, 289-299.
76. 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.
77. Хом'як І.В. Аналіз теорій поліклімаксу та моноклімаксу із позиції сучасної теорії динаміки екосистем. Екологічні науки. 2024. № 1(52), Том 2. 179-183.
78. Хом'як І.В. Антропогенна трансформація похідних лісів класу *Robinietaea* на території Українського Полісся Український журнал природничих наук. 2025. № 11. С. 314-324.
- 79.
80. Хом'як І. В. Відновлювана екологія та астроекологія: сталий розвиток. Соціоекологічні проблеми колонізації космосу та тераформації : матер. VIII Житомирського астроекологічного семінару (м. Житомир, 14 берез. 2025 р.). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2025. С. 48–52..
81. 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.
82. 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.
83. 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.
84. Хом'як І.В. Динаміка флори перелогів Українського Полісся. // ScienceRise:Biological Science – 2018, №1 (10). С 8-13.
85. 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.
86. Хом'як І.В. Ідеальний ландшафт та міські джунглі: вибір між щастям та успіхом. Жила, 2013. С. 14-19.
87. Хом'як І.В. Інвазії *Acer negundo* L. у порушені екосистеми гірничих об'єктів на території Українського Полісся. Український журнал природничих наук. 2025. № 13. С. 421-429.
88. Хом'як І.В. Методологія та організація наукових досліджень з екології. Житомир: Видавництво ЖДУ імені Івана Франка, 2024. 167 с.
89. 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.
90. Хом'як І.В. Нове місцезнаходження *Botrychium lunaria* (Ophioglossaceae) на території Центрального Полісся К. УБЖ №2. 2014. С. 206-208.
91. Хом'як І.В. Особливості антропогенного впливу на природну динаміку екосистем Українського Полісся. Екологічні науки. 2018. №1 (20) том 2. С. 69-73.
92. Хом'як І.В. Проблема екотону в класифікації екосистем. // Наукові записки НаУКМА. – 2011. Т119. С. 70-72.
93. 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.
94. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз передклімаксичних стадій розвитку екосистем // Питання біоіндикації та екології – 2013. Вип. 18, №1. С. 20-29
95. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз ступеня трансформації екосистем Центрального Полісся. // Питання біоіндикації та екології – 2012. Вип. 17, №1. С. 3-11

96. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз трансформаційних процесів водно-болотних угідь. // Заповідна справа в Україні. – 2013. вип. 1. Т.19., С. 38-42.
97. 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.
98. 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
99. Хом'як І.В., Василенко О.М. Фітоценотичне різноманіття в районі полігону твердих побутових відходів м. Коростень. Екологічні науки, 2025. 4(61) 117-121
100. 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.
101. Хом'як І.В., Глобальні екологічні проблеми з точки зору астроекології. Екологічні науки. 2021, № 6 (39). С 154-157.
102. 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
103. 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.
104. 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.
105. Хом'як І.В., Демчук Н.С., Коцюба І.Ю., Ястребова Я.В. Еколого-ценотична характеристика популяції *Heracleum sosnowskyi* Manden на території Центрального Полісся 2019. Екологічні науки № 1(24). Т. 2 . С. 126-129.
106. 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.
107. 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.
108. Хом'як І.В., Коростецький В.О. Соціоекологія з основами екологічної етики. (посібник для студентів класичних університетів) Житомир. 2011. ПП «Рута» с.268.
109. 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.
110. Хом'як І.В., Мшанецька В.В., Костюк В.С., Шпаковська Л.В., Демчук Н.С., Андрійчук Т.В., Онищук І.П. Оцінка екосозологічного потенціалу території за допомогою аналізу синфітоіндикаційних моделей динаміки. Екологічні науки. 2020, № 6 (33). Т. 1 . С. 178-184.
111. Хом'як І.В., Овдіюк О.М. Контрольоване самовідновлення рослинності як альтернатива лісової рекультивції. Екологічні науки. № 4(55). 2024. С. 229-233.
112. 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.
113. Хом'як І.В., Онищук І.П., Василенко О.М., Виговський І.В. Особливості складання звіту оцінки впливу на довкілля в умовах радіаційного забруднення. Екологічні науки. 2025. № 6(57). С. 216-220.
114. 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.

115. Хом'як І. В., Шамоніна М. І. Тератрансформаційний потенціал представників роду осокові (Cyperaceae). Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції : тези Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених. Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 12.
116. Хом'як О., Хом'як І. Подвійна користь астроекології. Етичні та екологічні проблеми колонізації космічного простору : зб. тез доп. наук.-практ. семінару студентів та аспірантів (Житомир, 16 берез. 2024 р.). Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. С. 11–21.
117. Хом'як І. В. Підвищення ефективності відновлення екосистем із використанням класичних методів екосистемології. Збірник тез доповідей наукової конференції викладачів та молодих науковців Житомирського державного університету імені Івана Франка з нагоди Днів науки. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2023. С. 284–288..
118. 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.
119. 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.
120. Хом'як, І. В., Коцюба, І. Ю. (2023) Видова різноманітність флори західно-глинянської ділянки Дубрівського родовища первинних каолінів. Український журнал природничих наук (1). с. 60-70.
121. Хом'як, І. В., Онищук, І. П., Медвідь, О. В., Пацева, І. Г., Хом'як, О. І. Вплив скиду зворотних вод Шамраївського родовища гранітів на фіторізноманіття долини річки Роставиця. Український журнал природничих наук. 2024. №9. С. 331-343.
122. 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.
123. Хом'як І.В. Синтаксономія відновлюваної рослинності кар'єрів Центрального Полісся. Український ботанічний журнал, 2022. 79(3): 142–153.
124. Церклевич А.Л., Фис М.М., Шило Є.О., Заяць О.С. Планетарна геодинаміка. Фігура, гравітаційне поле, внутрішня будова Землі і планет земної групи. Монографія. Львів: видавництво “Львівська політехніка, 2022. 336 с.
125. Циганенко-Дзюбенко І. Ю., Хом'як І. В., Кірейцева, Г. В. Моделювання динаміки водних і прибережно-водних рослинних угруповань у пост-мілітарних умовах. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. Вип. 2. С. 47-55.
126. 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.
127. Черняєва О.П., Золенко І.С., Лещенко Д.Є., Хом'як І.В., Відновлення природної рослинності на порушених екотопах – 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.
128. 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.
129. Шамоніна М.І. Хом'як І. В. Тератрансформаційний потенціал представників роду осокові (Cyperaceae) в процесі рекультивації. Тези XVIII Всеукраїнської наукової on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених з міжнародною участю «Сучасні проблеми екології» 06 жовтня 2022 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 101.
130. Вернадський В. І. Біосфера. Львів : Наукова думка, 2013. 192 с.
131. Гітельзон І. І., Левінських М. О. Замкнуті екологічні системи: Людина – Рослини. Красноярськ : ІБФ СО РАН, 2008. 310 с.

132. Гокінг С. Коротка історія часу / пер. з англ. Г. Лелів. Харків : Клуб Сімейного Дозвілля, 2016. 240 с.
133. Климишин І. А. Астрофізика : підручник. Івано-Франківськ : Плай, 2003. 514 с.
134. Лавлок Дж. Гея: Новий погляд на життя на Землі. Оксфорд : Oxford University Press, 2000. 176 с. (англійською мовою).
135. Мусієнко М. М. Екологія рослин : підручник. Київ : Либідь, 2005. 432 с.
136. Одум Ю. Екологія : у 2-х т. / пер. з англ. Москва : Мир, 1986. Т. 1. 328 с. ; Т. 2. 376 с.
137. Планетологія : навч. посіб. / за ред. Т. Свідзінського. Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2020. 320 с.
138. Саган К. Космос / пер. з англ. О. Овчиннікової. Харків : Клуб Сімейного Дозвілля, 2017. 352 с.
139. Тайсон Н. Д. Астрофізика для тих, хто поспішає / пер. з англ. М. Лавренюк. Київ : КМ-Букс, 2018. 192 с.
140. Шиманська Ю.П. Хом'як І.В. Використання відновлювального потенціалу похідних лісів в процесі рекультиваци та тераформінгу. Збірник тез доповідей науково-практичного семінару студентів та аспірантів «Етичні та екологічні проблеми колонізації космічного простору» (16 березня 2024 р). Житомир : Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2024. с. 25-26.
141. Adams F., Laughlin G. The Five Ages of the Universe: Inside the Physics of Eternity. New York : Touchstone Books, 1999. 251 p.
142. 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
143. Baur P. S., Clark R. S., Walkinshaw C. H., Scholes V. E. Uptake and translocation of elements from Apollo 11 lunar material by lettuce seedlings. *Phyton*. 1974. Vol. 32. P. 133–142.
144. Castro V. A., Thrasher A. N., Healy M., Ott C. M., Pierson D. L. Microbial characterization during the early habitation of the International Space Station. *Microbial ecology*. 2004. Vol. 47, no. 2. P. 119–126.
145. Crick F. H., Orgel L. E. Directed Panspermia. *Icarus*. 1973. Vol. 19, No. 3. P. 341–348. doi: 10.1016/0019-1035(73)90110-3.
146. Damage escape and repair in dried *Chroococcidiopsis* spp. from hot and cold deserts exposed to simulated space and martian conditions / D. Billi et al. *Astrobiology*. 2011. Vol. 11, No. 1. P. 65–73. doi: 10.1089/ast.2010.0530.
147. David, L. Mining Moon Ice: Prospecting Plans Starting to Take Shape. *Space.com*. 2018. 13 July. URL: <https://www.space.com/mining-moon-ice-prospecting-plans-starting-to-take-shape.html> (дата звернення: 05.10.2025)
148. Duri L. G., Caporale A. G., Roupheal Y., Vingiani S., Palladino M., De Pascale S., Adamo, P. The potential for lunar and martian regolith simulants to sustain plant growth: a multidisciplinary overview. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*. 2022. Vol. 8. P. 747821.
149. Dyson F. Infinite in All Directions: Gifford Lectures Given at Aberdeen, Scotland April–November 1985. New York : Harper & Row, 1988. 319 p.
150. Dyson F. J. Time without end: Physics and biology in an open universe. *Reviews of Modern Physics*. 1979. Vol. 51, No. 3. P. 447–460. doi: 10.1103/RevModPhys.51.447.
151. Ellery A. Supplementing closed ecological life support systems with in-situ resources on the moon. *Life*. 2021. Vol. 11, no. 8. P. 770.
152. Fackrell L. E. Humphrey S., Loureiro R., Palmer A. G., Long-Fox, J. Overview and recommendations for research on plants and microbes in regolith-based agriculture. *npj Sustainable Agriculture*. 2024. Vol. 2, no. 1. P. 15.
153. Ferl R. J., Paul A. L. Lunar Plant Biology– A Review of the Apollo Era. *Astrobiology*. 2010. Vol. 10. P. 261–274.

154. Fuchs L. H., Olsen E., Jensen K. J. Mineralogy, Mineral Chemistry and Composition of the Murchison (CM2) Meteorite. *Smithsonian Contributions to the Earth Sciences*. 1973. Vol. 10. P. 1–84. doi: 10.5479/si.00810274.10.1.
155. Gibson E. K. Volatile elements, carbon, nitrogen, sulfur, sodium, potassium and rubidium in the lunar regolith. *Phys Chem Earth*. 1977. Vol. X. P. 57–62.
156. Hart M. H. *Interstellar Migration, the Biological Revolution, and the Future of the Galaxy. Interstellar Migration and Human Experience* / ed. B. R. Finney, E. M. Jones. Berkeley : University of California Press, 1985. P. 278–291.
157. Hartmann K. W. *The Resource Base in Our Solar System. Interstellar Migration and Human Experience* / ed. B. R. Finney, E. M. Jones. Berkeley : University of California Press, 1985. P. 26–41.
158. Horneck, G., & Rettberg, P. *Complete course in astrobiology*. John Wiley & Sons. 2007. 413 p.
159. Jarosewich E. Chemical Analysis of the Murchison Meteorite. *Meteoritics*. 1971. Vol. 1, No. 1. P. 49–52. doi: 10.1111/j.1945-5100.1971.tb00406.x.
160. Jessie C. Buettel, Barry W. Brook, Andrew Cole, John Dickey, Emily J. Flies. *Astroecology? Shifting the interdisciplinary collaboration paradigm. Ecology and Evolucion*. 2018 №8: P. 9586-9589.
161. 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.
162. Keeter B. Scientists grow plants in lunar soil. Ed. Bill Keeter. NASA (National Aeronautics and Space Administration) 2025 [Електронний ресурс]. URL: <https://www.nasa.gov/feature/biological-physical/scientists-grow-plants-in-soil-from-the-moon> (дата звернення: 15.07.2025).
163. Khomiak I. V., Onyshchuk I. P., Vakerych M. M., Hasynets Y. S., Khomiak O. I., Sabadosh V. I. Change in the general aboveground phytomass as a basis for modeling dynamics of recovery of vegetative cover. *Biosystems Diversity*, 2024, 32 (2), P. 225-232.
164. Khomiak I., Onishchuk I., Demchuk N. Phytoindicators of ecosystem dynamics in Ring-banc Ukrainian Polissia *ScienceRise:Biological Science*. – 2018 №4 (13) P. 25-30.
165. Khomiak I., Onyschuk I., Khomiak O. Analysis of the relevance of astroecological research. *Екологічні науки*. 2024. № 2. с. 35-38.
166. Khomiak I.V., Onyshchuk I.P., Kychkyruk O.Y., Vakerych M. M., Hasynets Y. S., Schwartau V. V. The impact of strike UAV explosions on soil acidity and vegetation dynamics. *Biosystems Diversity*, 2025, 33 (2), P. 2530.
167. Khomiak I.V., Onyshchuk I.P., Vakerych M.M., Hasynec Y.S. Adaptation strategies of *Heracleum sosnowskyi* in Ukrainian Polissia. *Biosystems Diversity*. 2024. 32 (1), P. 99-106
168. Khomiak I.V., Onyshchuk I.P., Vasylenko O.M. Theoretical basis of classification of terraforming methods. *Ecological sciences*. 2024. 4(55) P. 234-237.
169. Khomiak I.V. Prospects and risks of using lunar regolith to form isolated ecosystems *Ukrainian Journal of Natural Sciences*. 2025. № 14. C. 270-278.
170. Khomiak Ivan, Khomiak Oksana The influence of substrate particle size on the potential for spontaneous spread of biota across the landmass of rocky planets. *Global science: prospects and innovations. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference*. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2024. P 314-319.
171. Khomiak Ivan, Khomiak Oksana The influence of substrate particle size on the potential for spontaneous spread of biota across the landmass of rocky planets. // *Global science: prospects and innovations. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference*. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. 2024. P 314-319.
172. Khomiak Ivan, Khomiak Oksana. Using artificial intelligence for express-analysis of the biotic potential of alien habitat. *Modern research in science and education. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference*. BoScience Publisher. Chicago, USA. 2024. P. 203-208.

173. Khomiak Ivan, Khomiak Oksana. Using artificial intelligence for express-analysis of the biotic potential of alien habitat. // Modern research in science and education. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. BoScience Publisher. Chicago, USA. 2024. P. 203-208.
174. Khomiak Ivan, Vasylenko Olha Using the rules of natural recovery of ecosystems for the process of revegetation and terraforming. *Ekologia i racjonalne zarządzanie przyrodą: edukacja, nauka i praktyka* [Zasób elektroniczny]: materiały z międzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej, (Łomża – Żytomierz, 15.11.2023 r. / Pod redakcją naukową Zoia Sharlovych, Janisz Lisowski, Ruslana Romaniuk. Część 1. Wydawnictwo: MANS w Łomży, 2023. S. 199-203.
175. Khomiak Ivan, 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.
176. Khomiak, I. V., Onyshchuk, I. P., Vakerych, M. M., Hasynets, Y. S., & Schwartau, V. V. (2025). Restoration of floodplains' natural vegetation of Polissia to reduce the effects of climate change. *Biosystems Diversity*, 33(4), e2551.
177. Khomiak, I., Harbar, O., Kostiuk, V., Demchuk, N., & Vasylenko, O. Synphytoindication models of the anthropogenic transformation of ecosystems. *Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici*, 2024. 33(1), P. 65-77.
178. 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*, 2016. №50(6). P. 553–556,
179. Kolb, V. M. (Ed.). *Handbook of astrobiology*. CRC Press. 2018868 p.
180. Kotsiuba I. Y., Khomiak I. V., Bren A., Shamonina M. Ecological strategies of plants in the process of restoration of disrupted natural ecosystems of Ukrainian Polissia. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*. 2023. Vol. 3. P. 186-198.
181. Kozyrovska N. O., Lutvynenko T. L., Korniiichuk O. S., Kovalchuk M. V., Voznyuk T. M., et al. Growing pioneer plants for a lunar base. *Advances in Space Research*. 2006. Vol. 37. P. 93–99.
182. Kral T. A., Bekkum C. R., McKay, C. P. Growth of methanogens on a mars soil simulant. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*. 2004. Vol. 34. P. 615–626.
183. Lewis J. S. *Mining the Sky*. Reading, Massachusetts : Helix Books, 1996. 274 p.
184. Lewis J. S. *Physics and Chemistry of the Solar System*. New York : Academic Press, 1997. 591 p.
185. Mauldin J. H. *Prospects for Interstellar Travel*. San Diego : Published for the American Astronautical Society by Univelt, 1992. 370 p. (Science and Technology Series ; vol. 80).
186. Mautner M. N. Directed Panspermia. 2. Technological Advances Toward Seeding Other Solar Systems, and the Foundations of Panbiotic Ethics. *Journal of the British Interplanetary Society*. 1997. Vol. 50. P. 93–102.
187. Mautner M. N. Life in the Cosmological Future: Resources, Biomass and Populations. *Journal of the British Interplanetary Society*. 2005. Vol. 58. P. 167–180.
188. Mautner M. N. Life-Centered Ethics, and the Human Future in Space. *Bioethics*. 2009. Vol. 23, No. 8. P. 433–440. doi: 10.1111/j.1467-8519.2008.00688.x.
189. Mautner M. N. Planetary Bioresources and Astroecology. 1. Planetary Microcosm Bioassays of Martian and Meteorite Materials: Soluble Electrolytes, Nutrients, and Algal and Plant Responses. *Icarus*. 2002. Vol. 158, No. 1. P. 72–86. doi: 10.1006/icar.2002.6841.
190. Mautner M. N. Planetary Resources and Astroecology. Electrolyte Solutions and Microbial Growth. Implications for Space Populations and Panspermia. *Astrobiology*. 2002. Vol. 2, No. 1. P. 59–76. doi: 10.1089/153110702753621349.
191. Mautner M. N. *Seeding the Universe with Life: Securing Our Cosmological Future*. Washington D. C. : Legacy Books, 2000. 376 p.
192. Mautner M. N., Matloff G. L. A Technical and Ethical Evaluation of Seeding Nearby Solar Systems. *Bulletin of the American Astronomical Society*. 1979. Vol. 32. P. 419–423.

193. Michael Noah Mautner. Astroecology, cosmo-ecology, and the future of life. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2014. №4 (83): P. 449-464.
194. Novosyadlyj B., Pelykh V., Shtanov Yu., Zhuk A. Dark Energy: Observational Evidence and Theoretical Models. Vol. 1. of the three-volume monography "Dark Energy and Dark Matter in the Universe", Ed. V.M. Shulga. Kiev: Akademperiodyka, 2013, 380 p.
195. O'Leary B. T. Mining the Apollo and Amor Asteroids. *Science*. 1977. Vol. 197, No. 4301. P. 363–366. doi: 10.1126/science.197.4301.363-a.
196. 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*, 2021.. No. 3. P. 347-367.
197. Oleksandr Harbar, Oleksandr Lavryk, Ivan Khomiak, Ruslana Vlasenko, Tamara Andriychuk, Vitaliy Kostiuk. Spatiotemporal analysis of the changes of the main habitats of the Kozachelaherska arena (Nyzhniodniprovsky sands, Kherson region, Ukraine) in the period of 1990–2020. *Auc Geographica*, 2023. № 53. P. 64–73
198. Olsson-Francis K., Cockell C. S. Use of cyanobacteria in in-situ resource use in space applications. *Planetary and Space Science*. 2010. Vol. 58, No. 10. P. 1279–1285. doi: 10.1016/j.pss.2010.05.005.
199. O'Neill G. K. The Colonization of Space. *Physics Today*. 1974. Vol. 27, No. 9. P. 32–38. doi: 10.1063/1.3128863.
200. O'Neill G. K. *The High Frontier*. New York : William Morrow, 1977. 275 p.
201. Paul A. L., Smith D. P., Gigis P. J., Ferl J. B. and Ferl R. L. Plants grown in Apollo lunar regolith present stress-associated transcriptomes that inform prospects for lunar exploration. *Communications Biology*. 2022. P. 322.
202. Rickman D., McLemore C. A., Fikes J. Characterization summary of JSC-1A bulk lunar mare regolith simulant. 2007 [Електронний ресурс]. URL: http://www.orbitec.com/store/JSC-1A_Bulk_Data_Characterization.pdf ; http://www.orbitec.com/store/JSC-1AF_Characterization.pdf (дата звернення: 28.07.2014).
203. Rybicki K. R., Denis C. On the Final Destiny of the Earth and the Solar System. *Icarus*. 2001. Vol. 151, No. 1. P. 130–137. doi: 10.1006/icar.2001.6591.
204. Taylor L., Pieters C., Britt D. Evaluations of lunar regolith simulants. *Planetary and Space Science*. 2016. Vol. 126. P. 1–7.
205. Thomson (Lord Kelvin) W. Inaugural Address to the British Association Edinburgh. *Nature*. 1871. Vol. 4, No. 92. P. 261–278. doi: 10.1038/004261a0.
206. 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.
207. Wamelink G. W., Frissel J. Y., Krijnen W. H. J., Verwoert M. R. Can Plants Grow on Mars and the Moon: A Growth Experiment on Mars and Moon Soil Simulants. *PLOS One*. 2014. Vol. 9, no. 8. e103138.
208. Weber P., Greenberg J. Can spores survive in interstellar space? *Nature*. 1985. Vol. 316, No. 6027. P. 403–407. doi: 10.1038/316403a0.
209. Weinberg S. *Cosmology*. Oxford University Press Inc., New York, 2008. –593 C.
210. Zaets I., Burlak O., Rogutskyy I., Vasilenkoa A., Mytrokhyn O., et al. Bioaugmentation in growing plants for lunar bases. *Advances in Space Research*. 2011. Vol. 47. P. 1071–1078. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2010.05.011>.
211. Adams F., Laughlin G. *The Five Ages of the Universe: Inside the Physics of Eternity*. New York : Touchstone Books, 1999. 251 p.
212. Allen J. *Biosphere 2: The Human Experiment*. New York : Penguin Books, 1991. 156 p.
213. Carroll B. W., Ostlie D. A. *An Introduction to Modern Astrophysics*. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. 1359 p.

214. Cockell C. S. *Astrobiology: Understanding Life in the Universe*. 2nd ed. Wiley-Blackwell, 2015. 472 p.
215. Damage escape and repair in dried *Chroococcidiopsis* spp. from hot and cold deserts exposed to simulated space and martian conditions / D. Billi et al. *Astrobiology*. 2011. Vol. 11, No. 1. P. 65–73. doi: 10.1089/ast.2010.0530.
216. Dyson F. *Infinite in All Directions: Gifford Lectures Given at Aberdeen, Scotland April–November 1985*. New York : Harper & Row, 1988. 319 p.
217. Dyson F. J. Time without end: Physics and biology in an open universe. *Reviews of Modern Physics*. 1979. Vol. 51, No. 3. P. 447–460. doi: 10.1103/RevModPhys.51.447.
218. Eckart P. *Spaceflight Life Support and Biospherics*. Torrance : Microcosm Press ; Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1996. 444 p.
219. Fogg M. J. *Terraforming: Engineering Planetary Environments*. Warrendale : SAE International, 1995. 544 p.
220. Hart M. H. *Interstellar Migration, the Biological Revolution, and the Future of the Galaxy. Interstellar Migration and Human Experience* / ed. B. R. Finney, E. M. Jones. Berkeley : University of California Press, 1985. P. 278–291.
221. Lewis J. S. *Mining the Sky: Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets*. New York : Addison-Wesley, 1996. 274 p.
222. Lissauer J. J., de Pater I. *Fundamental Planetary Science: Physics, Chemistry and Habitability*. Cambridge : Cambridge University Press, 2013. 583 p.
223. Mauldin J. H. *Prospects for Interstellar Travel*. San Diego : Published for the American Astronautical Society by Univelt, 1992. 370 p. (Science and Technology Series ; vol. 80).
224. Mautner M. N. *Seeding the Universe with Life: Securing Our Cosmological Future*. Christchurch : Legacy Books, 2000. 212 p.
225. Plaxco K. W., Gross M. *Astrobiology: A Brief Introduction*. 2nd ed. Baltimore : Johns Hopkins University Press, 2011. 330 p.
226. Rybicki K. R., Denis C. On the Final Destiny of the Earth and the Solar System. *Icarus*. 2001. Vol. 151, No. 1. P. 130–137. doi: 10.1006/icar.2001.6591.
227. Seager S. *Exoplanet Atmospheres: Physical Processes*. Princeton : Princeton University Press, 2010. 264 p.

Интернет ресурсы:

<http://eprints.zu.edu.ua/>

<http://euroveg.org/>

<http://geobot.org.ua/>

<https://www.cambridge.org/core/journals/international-journal-of-astrobiology>

<https://www.sciencedirect.com/journal/life-sciences-in-space-research/issues>

https://x.com/khomiak_ivan

<https://www.youtube.com/@Astroeco-UA-y5l>