

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

РОБОЧИЙ ЗОШИТ
для проведення
лабораторних робіт з моделювання та прогнозування стану довкілля
для здобувачів вищої освіти
спеціальності 101 Екологія

Житомир – 2022

УДК 574

Р 58

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені Івана Франка
(протокол № 10 від 24.06.2022 р.)*

Рецензенти:

Бордюг Наталія, професор, доктор педагогічних наук, професор, директор Комунального закладу позашкільної освіти "Обласний еколого-натуралістичний центр" Житомирської обласної ради;

Житова Олена, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри лісництва, лісових культур та таксації лісу Поліського національного університету

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

Р 58 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.

У робочому зошиті зібрано необхідні матеріали для виконання лабораторних робіт із моделювання та прогнозування стану довкілля.

Робочий зошит написаний на допомогу здобувачам вищої освіти спеціальності 101 Екологія, а також викладачам, які є реалізують викладання цієї освітньої компоненти.

УДК 574

© Хом'як І В., 2022

© Житомирський державний
університет імені Івана Франка, 2022

ЗМІСТ

Передмова	4
Правила техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт із моделювання та прогнозування стану довкілля	5
Загальні рекомендації щодо підготовки до лабораторних робіт	6
Лабораторна робота 1-2	8
Лабораторна робота 3-4	9
Лабораторна робота 5-6	10
Лабораторна робота 7-9	11
Лабораторна робота 10-11	13
Лабораторна робота 12-14	14
Лабораторна робота 15-17	16
Лабораторна робота 18-19	17
Рекомендована література	18

ПЕРЕДМОВА

Вивчення освітньої компоненти “Моделювання та прогнозування стану довкілля” здійснюється для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та відповідає освітньо-професійній програмі Екологія.

Мета вивчення освітньої компоненти: формування здатності розв’язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов, до адаптації та дії в новій ситуації, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов’язаних з виробничою діяльністю, до участі в управлінні природоохоронними діями та екологічними проектами; вироблення навичок використання інформаційних і комунікаційних технологій, формування розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук.

Основними завданнями вивчення освітньої компоненти є:

- формування здатності розв’язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування
- формування здатності до адаптації та дії в новій ситуації
- оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт
- до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків
- до участі в управлінні природоохоронними діями та екологічними проектами
- вироблення навичок використання інформаційних і комунікаційних технологій
- формування розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук

Компетентності та програмні результати навчання:

Компетентності

Змістовно освітня компонента спрямована на формування здобувачами вищої освіти здатності розв’язувати складні спеціалізовані задачі у галузі екологічної професійної діяльності.

ІК Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, або у процесі навчання, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов.

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК2. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

СК10. Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень

Програмні результати навчання

ПР09. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення

ПР10. Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень

ПР11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.

ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ІЗ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

1. Ознайомитись із інструкцією з техніки безпеки та засвоїти її.
2. Дотримуватися правил особистої гігієни й санітарних норм на робочому місці.
3. Ознайомитися із інструкцією до лабораторної роботи.
4. Звільнити місце від усіх непотрібних для проведення роботи речей.
5. Перевірити справність лабораторного обладнання, наявність і надійність посуду, приладів, інструментів, матеріалів, необхідних для виконання завдання.
6. Починати виконувати завдання тільки із дозволу викладача.
7. Обережно поводитися із гострими або ріжучими предметами (препарувальні голки, скальпелі, пінцети), щоб уникнути поранень.
8. Дотримуватися обережності при роботі із гербарним матеріалом, щоб уникнути його пошкодження, засмічення очей й потрапляння в дихальні шляхи частинок засушених рослин. Завчасно повідомляти викладача про наявність алергії на пил, частинки сухого гербарного матеріалу.
9. Не пробувати хімічні речовини на смак.
10. У разі травмування чи поганого самопочуття, повідомити викладача.
11. По закінченню роботи прибрати за собою своє робоче місце.
12. При роботі із комп'ютером:
 - виконувати тільки ту роботу, що доручена викладачем і, з якої отриманий інструктаж
 - дотримуватись правил експлуатації обчислювальної техніки у відповідності із інструкціями із експлуатації;
 - дотримуватись відстані від очей до екрана у межах 60-80 см.
 - не допускати попадання вологи на поверхню системного блоку (процесора), монітора, на робочу поверхню клавіатури тощо
 - не здійснювати самостійно демонтаж чи ремонт обладнання.
13. Забороняється відкривати електрощиток та самостійно проводити будь-який ремонт електроприладів. У разі відхилень в роботі електромережі негайно повідомити викладача. Категорично забороняється при відключенні електроприладів торкатись пальцями до металевих частин електровилок чи гнізд розеток.
14. У всіх випадках виявлення обривів проводів живлення, несправності заземлення та інших пошкоджень електрообладнання, появи запаху чаду негайно відключити живлення та повідомити щодо аварійної ситуації викладачу;
15. При виявленні людини, що потрапила під напругу, негайно звільнити її від дії струму шляхом відключення електроживлення та до прибуття лікаря надати потерпілому долікарську допомогу;
16. При загорянні чи пожежі пам'ятайте, що гасити електроустановки слід вуглекислотними чи порошковими вогнегасниками, також сухим піском, щоб запобігти ураженню електричним струмом.

ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДГОТОВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

На вивчення освітньої компоненти виділяється 135 годин із них 38 на лабораторні роботи.

Назви тем	Кількість годин										
	Денна форма						Заочна форма				
	Всього	У тому числі					У тому числі				
		Лекції	Практичні/Семінарські заняття	Лабораторні заняття	С.амостійна робота	Індивідуальні заняття	Всього	Лекції	Практичні/Семінарські заняття	Лабораторні заняття	С.амостійна робота
Модуль 1. Основні концепції моделювання											
Тема1. Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля	15	2		4	9						
Тема2. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля	15	2		4	9						
Тема3 Математичні моделі різних рівнів організації живих систем	15	2		4	9						
Тема4. Математичні моделі в екосистемології.	15	4		6	9						
Разом за модулем 1	60	12		18	36						
Модуль 2. Прогнозування наслідків людської діяльності.											
Тема 5. Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів	15	2		4	9						
Тема 6. Прикладні аспекти моделювання	19	4		6	9						
Тема 7. Прогнозування наслідків людської діяльності.	20	4		6	10						
Тема 8. Прогнозування впливу режиму строгої заповідності на екосистеми об'єктів ПЗФ.	15	2		4	9						
Разом за модулем 2	75	12		20	37						
Усього годин	135	24		38	73						

Під час практичного вивчення освітньої компоненти студент не лише освоює теоретичний матеріал на лекціях та виконує завдання під час лабораторних робіт. Він також має займатися самостійною роботою, на яку відводиться 73 годин. Вона включає в себе:

- підготовку теоретичних питань до лабораторних занять;
- виконання практичних завдань на лабораторних роботах;
- підготовка рефератів або повідомлень;
- виконання професійно-орієнтованих індивідуальних завдань;
- теоретичну і практичну підготовку до підсумкової модульної роботи;
- підготовка до заліку чи екзамену.

Теоретичні питання могли розглядаються під час лекції, або можуть виноситися на самостійне опрацювання. Під час підготовки до модульної контрольної роботи або екзаменаційного випробування варто користуватися наступним алгоритмом:

- Визначити основні питання для підготовки (Ви маєте розглянути усі теоретичні питання, які зазначені у плані лабораторного заняття).
- Знайти необхідні джерела інформації. Взяти у бібліотеці університету або факультету (читальному залі чи на кафедрі) літературні джерела, зазначені в списку літератури до заняття. Скористатися посиланнями на електронні ресурси в силабусі освітньої компоненти. Здійснити самостійний пошук в каталогах бібліотеки або в Інтернеті за ключовими словами або самим питанням. Якщо виникають ускладнення звернутися за допомогою до викладача під час запланованої консультації.
- Складіть складний або простий план відповіді на питання (в залежності від його об'єму).
- Визначте основні поняття та терміни, які маєте засвоїти (скористайтесь словником або інтернет ресурсами).
- Знайдіть важливі зв'язки між опрацьованим матеріалом й іншими питаннями теми.
- Складіть короткий конспект використовуючи для кращого запам'ятовування схеми, таблиці чи графіки щодо опрацьованого матеріалу.
- Визначте основні проблеми в опрацьованому блоці необхідного матеріалу.
- Здійсніть самоперевірку, переповідаючи вивчений матеріал та відповівши на тестові питання або розв'язавши практичні чи індивідуальні завдання.

Під час підготовки реферату слід скористатися такими порадами:

- Найперше ознайомитися із вимогами до оформлення рефератів.
- Підібрати літературу, що розкриває основні питання теми реферату чи повідомлення.
- Складіть розширений план.
- Опрацюйте зібрані літературні та інтернет джерела.
- Систематизуйте опрацьований матеріал узгоджено із планом реферату.
- Додайте власне бачення проблеми й критичний аналіз способів її вирішення.
- Оформіть реферат згідно із прописаними вимогами.

Під час підготовки до різноманітних форм підсумкового контролю послугуйтеся такими порадами:

- Ознайомтеся із переліком питань та завдань для різних форм підсумкового контролю.
- Зберіть необхідні підручники, посібники, довідники й інші джерела інформації.
- Використовуйте зібрані джерела інформації для розгляду кожного теоретичного питання.
- Визначте власний рівень знань щодо кожного теоретичного питання.
- Визначте проблемні або складні для вашого розуміння питання, що потребують ще більш ретельної підготовки та опрацюйте їх додатково.
- Із метою самоперевірки спробуйте переповісти теоретичні питання, написати коротке есе або виконати практичні завдання.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

МОДУЛЬ 1. ОСНОВНІ КОНЦЕПЦІЇ МОДЕЛЮВАННЯ

Лабораторна робота № 1-2

Тема: Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля

Мета: Ознайомити здобувачів із понятійним апаратом та загальними принципами моделювання і прогнозування стану довкілля

Професійна спрямованість: матеріал дає змогу майбутнім фахівцям екологам ознайомитись із понятійним апаратом та загальними принципами моделювання і прогнозування стану довкілля

Ключові поняття: екосистема, геобіоценоз, фітоценоз, модель, система.

Теоретичні питання:

1. Задачі навчальної дисципліни та зв'язок з іншими дисциплінами.
2. . Поняття «модель».
3. Класифікація моделей.
4. Поняття «прогноз» і «прогнозування».
5. Основні засади математичного моделювання і прогнозування в екології.

Підготувати реферати на теми: «Класифікація моделей», «Основні засади математичного моделювання і прогнозування в екології».

Література: Дивись список рекомендованих джерел в кінці методичних рекомендацій.

Практичне завдання:

1. Встановити зміну показників відносної ентропії екосистем за надземною фітомасою та віком видів які в неї входять:

Вид	Роки фіксації даних									
	2004		2005		2006		2008		2010	
	маса	вік	маса	вік	маса	вік	маса	вік	маса	вік
Elytrigia repens	1	1	3	1	1	1	1	1	4	1
Agrostis tenuis	3	1	2	1	3	1	2	1	1	1
Equisetum arvense	2	1	2	1	4	1	2	1	1	1
Pyrus communis	1	1	3	1	3	2	4	4	5	6

2. Встановити зміну показників відносної ентропії екосистем за надземною фітомасою та віком видів які в неї входять:

Вид	Роки фіксації даних									
	2004		2005		2006		2008		2010	
	маса	вік	маса	вік	маса	вік	маса	вік	маса	вік
Equisetum arvense	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
Taraxacum officinalis	2	1	2	1	2	1	2	1	3	1
Elytrigia repens	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1
Pyrus communis	«-»	«-»	1	1	2	2	2	4	3	6

Лабораторна робота № 3-4

Тема: Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля

Мета: Ознайомити здобувачів із статистичними методами моделювання і прогнозування стану довкілля.

Професійна спрямованість: матеріал дає змогу майбутнім фахівцям екологам ознайомитись із статистичними методами моделювання і прогнозування стану довкілля.

Ключові поняття: функція, геобіоценоз, фітоценоз, модель, система.

Теоретичні питання:

1. Математичні моделі різних рівнів організації живих систем
2. Змінна величина і функція.

Підготувати реферати на теми: «Математичні моделі», «Математичні функції».

Література: Дивись список рекомендованих джерел в кінці методичних рекомендацій.

Практичне завдання:

1. Визначити кількість особин зайця русака (*Lepus europaeus*) в екосистемі з масою фотосинтезуючих організмів наведеною у таблиці. Маса однієї особини *Lepus europaeus* 5 кг.

Вид	Маса (кг)
<i>Dactylis glomerata</i>	1300
<i>Festuca pratensis</i>	400
<i>Poa pratensis</i>	200
<i>Trifolium pratense</i>	50
<i>Achillea submillefolium</i>	50

2. Розрахувати енергозапаси ценопопуляцій в екосистемах за вихідними даними:

Vulpes vulpes (Лисиця звичайна). – ?

Nicrophorus vespillo L. (Гробарик звичайний). – ?

Streptomyces avermitilis (Бактерія сапрофіт). – 630 МДж

Lepus europaeus (Заєць сірий). – ?

Poa pratense (Тонконіг лучний). – ?

3. Розрахувати енергозапаси ценопопуляцій в екосистемах за вихідними даними:

Nicrophorus humer (Гробарик чорний). – ?

Dactylis glomerata (Грястиця збірна). – ?

Microtus arvalis (Полівка звичайна). – ?

Streptomyces foersteri (Бактерія сапрофіт). – 12 кДж

Circus cyaneus (Лунь польовий). – ?

5. Розрахувати енергозапаси ценопопуляцій в екосистемах за вихідними даними:

Falco vespertinus (Сокіл кобчик). – ?

Nicrophorus investigator (Могильник дослідник) – ?

Streptosporangium vulgare (Бактерія сапрофіт) – ?

Locusta migratoria (Сарана перелітна). – 560 кДж

Trifolium pratense (Конюшина лучна). – ?

6. Визначити кількість особин лисиці звичайної (*Vulpes vulpes*) в екосистемі з масою фотосинтезуючих організмів наведеною у таблиці. Маса однієї особини *Vulpes vulpes* 10 кг.

Вид	Маса (кг)
<i>Dactylis glomerata</i>	1500
<i>Festuca pratensis</i>	200
<i>Poa pratensis</i>	200
<i>Trifolium pratense</i>	50
<i>Achillea submillefolium</i>	50

Лабораторна робота № 5-6

Тема: Математичні моделі різних рівнів організації живих систем

Мета: Ознайомити здобувачів із математичними моделями різних рівнів організації живих систем

Професійна спрямованість: матеріал дає змогу майбутнім фахівцям екологам ознайомитись із математичними моделями різних рівнів організації живих систем

Ключові поняття: лінійна функція, математичний аналіз і статистика.

Теоретичні питання:

1. Елементарні функції.
2. Лінійна функціональна залежність.
3. Пряма і обернена пропорціональні залежності.
4. Дробово-лінійна функція.
5. Степенева функція.
6. Показникова і логарифмічна функції.
7. Тригонометричні функції.
8. Побудова емпіричних формул, метод найменших квадратів.
9. Математична статистика.
10. Регресійні моделі.
11. Аналіз і моделювання часових рядків
12. Прогнозування на основі регресійної моделі та моделі часового ряду
13. **Підготувати реферати на теми:** «Пряма і обернена пропорціональні залежності в екосистемах», «Прогнозування на основі регресійної моделі та моделі часового ряду».

Література: Дивись список рекомендованих джерел в кінці методичних рекомендацій.

Практичне завдання:

1. Визначити показники динаміки за даними фітоценотичних таблиць.

Вид	Проективне покриття		Середнє значення показника динаміки для виду
Achillea submillefolium	2		3,97
Agrostis tenuis	4	2	8,86
Betula pendula	2	2	14,26
Chamaecytisus ruthenicus	1	4	8,54
Genista tinctoria	1	1	8,25

Лабораторна робота № 7-9

Тема: Математичні моделі в екосистемології

Мета: Ознайомити здобувачів із математичними моделями в екосистемології

Професійна спрямованість: матеріал дає змогу майбутнім фахівцям екологам ознайомитися із математичними моделями в екосистемології

Ключові поняття: екосистема, трофічні мережі, популяції, система.

Теоретичні питання:

1. Динаміка екосистем як наслідок міжвидових відносин.
2. Моделювання трофічного ланцюга.
3. Моделювання трофічних ланцюгів в різних середовищах тощо.
4. Загальні принципи моделювання екологічних систем за допомогою диференціальних рівнянь, стаціонарні розв'язки та їх стійкість.
5. Моделювання динаміки чисельності окремих популяцій.
6. «Жорсткі» та «м'які» математичні моделі динаміки популяцій.

Підготувати реферати на теми: «Моделювання динаміки чисельності популяцій», «Моделювання трофічної мережі».

Література: Дивись список рекомендованих джерел в кінці методичних рекомендацій.

Практичне завдання:

1. Побудувати графік зміни синфітоіндикаційного показника динаміки на основі серії стандартних геоботанічних описів (проективне покриття в балах за оновленою шкалою Браун Бланке).

Вид	Роки			ST _n
	2005	2006	2009	
Achillea submillefolium	1	1	1	3,97
Agrostis tenuis	2	1	3	8,86
Betula pendula			2	14,26
Chamaecytisus ruthenicus			3	8,54
Genista tinctoria			1	8,25
Phleum pratense	1	2		3,91
Poa pratensis	3	5	1	3,49
Populus tremula				12,19
Salix caprea			2	13,22
Veronica chamaedrys	1	1	1	11,42

2. Визначити показники динаміки за даними фітоценотичних таблиць.

Вид	Проективне покриття		Середнє значення показника динаміки для виду
<i>Achillea submillefolium</i>	1	1	3,97
<i>Agrostis tenuis</i>	4	1	8,86
<i>Betula pendula</i>	1	2	14,26
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	2		8,54
<i>Genista tinctoria</i>	1	2	8,25

3. Визначити показники динаміки за даними фітоценотичних таблиць.

Вид	Проективне покриття		Середнє значення показника динаміки для виду
<i>Achillea submillefolium</i>	3	1	3,97
<i>Agrostis tenuis</i>	4	4	8,86
<i>Betula pendula</i>	1	2	14,26
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	1	1	8,54
<i>Genista tinctoria</i>		1	8,25

3. Визначити показники динаміки за даними фітоценотичних таблиць.

Вид	Проективне покриття		Середнє значення показника динаміки для виду
<i>Achillea submillefolium</i>	1	1	3,97
<i>Agrostis tenuis</i>	2	1	8,86
<i>Betula pendula</i>		2	14,26
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	1	5	8,54
<i>Genista tinctoria</i>	1	1	8,25

3. Проведення модульної контрольної роботи №1

МОДУЛЬ 2. ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ЛЮДСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.

Лабораторна робота № 10-11

Тема: Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів

Мета: Ознайомити здобувачів із моделюванням і прогнозуванням глобальних біосферних процесів.

Професійна спрямованість: матеріал дає змогу майбутнім фахівцям екологам ознайомитися із моделюванням і прогнозуванням глобальних біосферних процесів

Ключові поняття: Римський клуб, сталий розвиток, модель Форрестера.

Теоретичні питання:

1. Моделі Римського клубу: модель Форрестера.
2. Моделювання в процесі оцінки стратегій розвитку суспільства.
3. Моделювання в процесі вибору та оцінки стратегії сталого розвитку

Підготувати реферати на теми: «Модель Форрестера», «Сталий розвиток».

Література: Дивись список рекомендованих джерел в кінці методичних рекомендацій.

Практичне завдання:

1. Визначити показники динаміки за даними фітоценотичних таблиць.

Вид	Проективне покриття		Середнє значення показника динаміки для виду
Achillea submillefolium	2		3,97
Agrostis tenuis	4	2	8,86
Betula pendula	2	3	14,26
Chamaecytisus ruthenicus	1	4	8,54
Genista tinctoria	1	1	8,25

Лабораторна робота № 12-14

Тема: Прикладні аспекти моделювання

Мета: Ознайомити здобувачів із.

Професійна спрямованість: матеріал дає змогу майбутнім фахівцям екологам

Ключові поняття: екосистема, геобіоценоз, фітоценоз, модель, система.

Теоретичні питання:

1. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля.
2. Аналітичне моделювання фізичних й біотичних процесів у довкіллі під впливом антропогенних чинників і прогнозування наслідків цього впливу.
3. Процеси переносу забруднювальних речовин у водному середовищі.
4. Врахування осідання й розпаду речовини при моделюванні.
5. Математичні моделі водного і гідрохімічного режимів.
6. Математичні моделі динаміки РК і БСК.
7. Визначення невідомих параметрів моделі.
8. Модель динаміки органічної речовини і розчиненого кисню з урахуванням розбавлення і водообміну.

Підготувати реферати на теми: «».

Література: Дивись список рекомендованих джерел в кінці методичних рекомендацій.

Практичне завдання:

1. Побудувати графік зміни синфітоіндикаційного показника динаміки на основі серії стандартних геоботанічних описів (проективне покриття в балах за оновленою шкалою Браун Бланке).

Вид	Роки			ST _n
	2005	2006	2007	
<i>Achillea submillefolium</i>	1	1	1	3,97
<i>Agrostis tenuis</i>	2	1	4	8,86
<i>Betula pendula</i>				14,26
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>			1	8,54
<i>Genista tinctoria</i>				8,25
<i>Phleum pratense</i>	1	2	1	3,91
<i>Poa pratensis</i>	3	5	2	3,49
<i>Populus tremula</i>				12,19
<i>Salix caprea</i>			1	13,22
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	1	1	11,42

22. Побудувати графік зміни синфітоіндикаційного показника динаміки на основі серії стандартних геоботанічних описів (проективне покриття в балах за оновленою шкалою Браун Бланке).

Вид	Роки			ST _n
	2007	2008	2009	
<i>Achillea submillefolium</i>	1	1	1	3,97
<i>Agrostis tenuis</i>	4	4	3	8,86
<i>Betula pendula</i>		2	2	14,26
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	1	2	3	8,54
<i>Genista tinctoria</i>		1	1	8,25
<i>Phleum pratense</i>	1	1		3,91
<i>Poa pratensis</i>	2	1	1	3,49
<i>Populus tremula</i>				12,19
<i>Salix caprea</i>	1	2	2	13,22
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	1	1	11,42

23. Побудувати графік зміни синфітоіндикаційного показника динаміки на основі серії стандартних геоботанічних описів (проективне покриття в балах за оновленою шкалою Браун Бланке).

Вид	Роки			ST _n
	2005	2006	2009	
<i>Achillea submillefolium</i>	1	1	1	3,97
<i>Agrostis tenuis</i>	2	1	3	8,86
<i>Betula pendula</i>			2	14,26
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>			3	8,54
<i>Genista tinctoria</i>			1	8,25
<i>Phleum pratense</i>	1	2		3,91
<i>Poa pratensis</i>	3	5	1	3,49
<i>Populus tremula</i>				12,19
<i>Salix caprea</i>			2	13,22
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	1	1	11,42

Лабораторна робота № 15-17

Тема: Прогнозування наслідків людської діяльності

Мета: Ознайомити здобувачів із.

Професійна спрямованість: матеріал дає змогу майбутнім фахівцям екологам

Ключові поняття: екосистема, геобіоценоз, фітоценоз, модель, система.

Теоретичні питання:

1. Прогнозування наслідків людської діяльності.

2. Процедура ОВД (Оцінка впливу на довкілля)

Підготувати реферати на теми: «».

Література: Дивись список рекомендованих джерел в кінці методичних рекомендацій.

Практичне завдання:

1. Побудувати графік зміни синфітоіндикаційного показника динаміки на основі серії стандартних геоботанічних описів (проективне покриття в балах за оновленою шкалою Браун Бланке).

Вид	Роки			ST _n
	2005	2006	2009	
Achillea submillefolium	1	1	1	3,97
Agrostis tenuis	2	1	3	8,86
Betula pendula			2	14,26
Chamaecytisus ruthenicus		1	3	8,54
Genista tinctoria			1	8,25
Phleum pratense	1	2		3,91
Poa pratensis	3	5	1	3,49
Populus tremula				12,19
Salix caprea			2	13,22
Veronica chamaedrys	1	1	1	11,42

2. Аналіз ОВД за наданим зразком

Лабораторна робота № 18-19

Тема: Прогнозування впливу режиму строгої заповідності на екосистеми об'єктів ПЗФ.

Мета: Ознайомити здобувачів із.

Професійна спрямованість: матеріал дає змогу майбутнім фахівцям екологам

Ключові поняття: екосистема, геобіоценоз, фітоценоз, модель, система.

Теоретичні питання:

1. Моделювання відновлення екосистем порушених сільськогосподарською та гірничою діяльністю.

Підготувати реферати на теми: «».

Література: Дивись список рекомендованих джерел в кінці методичних рекомендацій.

Практичне завдання:

1. Визначити показники динаміки за даними фітоценотичних таблиць.

Вид	Проективне покриття		Середнє значення показника динаміки для виду
<i>Achillea submillefolium</i>	1	1	3,97
<i>Agrostis tenuis</i>	4	1	8,86
<i>Betula pendula</i>	1	2	14,26
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	2		8,54
<i>Genista tinctoria</i>	1	2	8,25

2. Визначити фітоценотичну структуру автотрофного блоку екосистем.

Lemneta de Bolós et Masclans 1955: Lemnetalia minoris de Bolós et Masclans 1955: Lemnion minoris de Bolós et Masclans 1955: *Riccieta fluitantis* Slavnić 1956 em. R.Tx. 1974, Lemnetum minoris Soó 1927, Spirodeletum polyrhizae W.Koch 1954, Lemnetum gibbae Miyawaki et J.Tx 1960, Lemnetum trisulcae Den Hartog 1963, Lemno-Salvinietum natantis Miyawaki et Tüxen 1960, Lemno-Spirodeletum polyrhizae W.Koch 1954; Stratiotion Den Hartog et Segal 1964: Hydrocharitetum morsus-ranae Langendonck 1935, Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae Oberdorfer. 1957 Hydrocharito-Stratiotetum aloides (Van Langend. 1935) Westhoff in Westhoff et Den Held 1969, Salvinio-Hydrocharitetum (Oberdorfer 1957) Boscaiu 1966, Ceratophyllo-Hydrocharitetum Pop 1962; Utricularion vulgaris Passrge 1964: Lemno-Utricularietum vulgaris Soó 1947, Aldrovandetum vesiculosae Bohridi et Járαι-Komlódi 1959.

1. Проведення модульної контрольної роботи № 2

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. 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.
2. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум. – Електронний навчальний посібник / Під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 84 с.
3. Моделювання та прогнозування стану довкілля: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо кваліфікаційний ступінь «бакалавр». / Укладач: О.В. Рибалова. – Х: НУЦЗУ, 2016. - 221 с.
4. Системний аналіз та проектування ГІС. – Електронний навчальний посібник / Є. М. Крижановський, В.Б. Мокін, А.Р. Ящолт, Л.М. Скорина. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 127 с.
5. Теорія систем в екології : підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 330 с

Додаткова

1. Бех Х.О., Бовсунівська Т.М., Хом'як І.В. Відновлення трав'яного покриву лісових насаджень після дії пірогенного фактора // Матеріали ІІ всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 95-97.
2. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. — К., 1993.
3. Божинська А.Б., Хом'як І.В. Відновлювана рослинність річки Тетерів в районі міста Радомишль. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 88
4. Бондар С.С., Хом'як І.В. Тератрансформаційні стратегії освоєння незаселених субстратів. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 16.
5. Голубець М. А. Екосистемологія. — Львів : Поллі, 2000. — 316 с.
6. Дідух Я.П. Популяційна екологія
7. Закон України про екологічну експертизу. — К., 1995.
8. Золенко І., Хом'як І.В. Перспективи використання *Tusilago farfara* L. з метою тератрансформації та рекультивації. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 32.
9. Ivan Khomiak, Oleksandr Harbar, Nataliia Demchuk, Iryna Kotsiuba, and Iryna Onyshchuk Above-ground phytomas dynamics in autogenic succession of an ecosystem. Forestry ideas, 2019, vol. 25, No 1 (57): 136–146.
10. Іванова Я., Хом'як І.В. Відновлювана рослинність на околицях кар'єрів Північнобрідського родовища габро . // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 100
11. Козин М.С., Хом'як І.В. Синтаксономічна та екосозологічна характеристика природного джерела «Кам'яний брід» . // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 104
12. Крисаченко В. С. Екологічна культура. — К., 1996.
13. Куліковська В.С., Хом'як І.В. Угрупування сегетальної рослинності центральної частини міста Житомир. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої

освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 93

14. Лаврик О.Д., Весельська Е.В., Хом'як І.В. Перспективи збереження ландшафтного біорізноманіття Словечансько-Овруцького кряжу шляхом створення національного природного парку. // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 16-18.

15. Лещенко Д., Хом'як І.В. Рекультиваційний та тератрансформаційний потенціал *Carex hirta* L. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 54

16. Макарчук Н., Хом'як І.В. Відновлювана рослинність долини річки Жерев в районі села Білокорівичі. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 74

17. Макарчук Н.О. Хом'як І.В. Відновлювана природна рослинність долини річки Жерев. // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 28-30.

18. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник / Лаврик В.І., Боголюбов В.М., Полетаєва Л.М., Юрасов С.М., Ільїна В.Г. / За ред. докт. техн. наук В.І.Лаврика. - К.: ВЦ «Академія», 2010. - 400с.

19. Мозговий Р., Хом'як І.В. Поширення далекосхідної гречки сахалінської *Falloria sachalinensis* (F.SCHMIDT) NAKAI. в місті Радомишль. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 57.

20. Підкаура Е., Хом'як І.В. Еколого-ценотичний профіль середньої течії річки Тетерів. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 35.

21. Соловійова А., Хом'як І.В. Поведінкові стратегії інвазійних видів рослин. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 44

22. Хижняк М. І., Нагорни А. М. Здоров'я людини та екологія. — К., 1995.

23. Хільчук В.В., Хом'як І.В. Оселища водних комахоїдних рослин околиць села білокорівичі. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 21.

24. 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.

25. 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.

26. Хом'як І.В. Адольф без бомби (чому математику важливо вчити усім). Світогляд.2020 № 6 (86)С. 69.

27. Хом'як І.В. Екологічні аспекти поширення бортництва на території Полісся / «Бортництво Полісся: архаїчна традиція у сучасному вимірі». Київ. Мистецтво. С. 135-139.

28. 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.

29. 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.

30. 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.
31. Хом'як І.В. Динаміка флори перелогів Українського Полісся. // ScienceRise:Biological Science – 2018, №1 (10). С 8-13.
32. Хом'як І.В. Нове місцезнаходження *Botrychium lunaria* (Ophioglossaceae) на території Центрального Полісся К. УБЖ №2. 2014. С. 206-208.
33. Хом'як І.В. Особливості антропогенного впливу на природну динаміку екосистем Українського Полісся. Екологічні науки. 2018. №1 (20) том 2. С. 69-73.
34. Хом'як І.В. Проблема екотону в класифікації екосистем. // Наукові записки НаУКМА. – 2011. Т119. С. 70-72.
35. 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.
36. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз передклімаксичних стадій розвитку екосистем // Питання біоіндикації та екології – 2013. Вип. 18, №1. С. 20-29
37. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз ступеня трансформації екосистем Центрального Полісся. // Питання біоіндикації та екології – 2012. Вип. 17, №1. С. 3-11.
38. Хом'як І.В. Фітоіндикаційний аналіз трансформаційних процесів водно-болотних угідь. // Заповідна справа в Україні. – 2013. вип. 1. Т.19., С. 38-42.
39. Хом'як І.В. Характеристика асоціацій *Agrostio-Populetum tremulae* та *Epilobio-Salicetum carpeae* класу *Epilobietea angustifolia* для Правобережного Полісся. УБЖ №4. 2016. С. 239-254.
40. Хом'як І.В., Василенко О.М., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П., Шпаковська Л.В., Демчук Н.С., Гарбар О.В., Онищук І.П., Коцюба І.Ю. Методологічні підходи до створення інтегрованого синфітоіндикаційного показника антропогенної трансформації. Екологічні науки. 2020, № 5 (32). Т. 1. С. 136-141.
41. 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.
42. Хом'як І.В., Глобальні екологічні проблеми з точки зору астроекології. Екологічні науки. 2021, № 6 (39). С 154-157.
43. 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
44. 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.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. Хом'як І.В., Шамоніна М.І. Тераттрансформаційний потенціал представників роду осокові (*Carex*). // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і

молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 12.

50. 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.

51. 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.

52. 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.

53. Червона книга України: Рослинний світ. — К., 1996.

54. Червона книга України: Тваринний світ. – К.: 1994

55. 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.

56. 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.

57. Юрковська О.М. Бовсунівська Т.М., Хом’як І.В. Цитостатичні властивості кореня борщівника сосновського // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 136-138.

58. Bren A., Khomiak I., Khomiak O. Application of a comprehensive analysis of renewable vegetation of sand quarries. // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції” – Житомир : ЖДТУ, 2021. С. 74

59. Bren A., Khomiak I., Khomiak O. Modern tendencies of changes of methodological approaches to studying of the restoration natural vegetation in post-mining areas // Матеріали II всеукраїнської науково-практичної конференції «Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку». Ніжин: НДУ ім. Гоголя, 2022. С. 10-12.

60. 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.

61. Khomiak I., Onishchuk I., Demchuk N. Phytoindicators of ecosystem dynamics in Ring-banc Ukrainian Polissia *ScienceRise:Biological Science*. – 2018 №4 (13) P. 25-30.

62. Khomyak I. V., Onischuk I. P., Kotsyuba I. Yu.. Ecological spectra of the most abundant Lumbricid (Okigohaeta, Lumbricidae) species of the Central Ukrainisn (Polissa) *Vestnik zoologii*, 50(6): 553–556, 2016

63. Oleksandr Harbar, Ivan Khomiak, Iryna Kotsiuba, Nataliia Demchuk and Iryna Onyshchuk. Anthropogenic and natural dynamics of landscape ecosystems of the Slovechansko-Ovruchsky ridge (Ukraine). *Soc. ekol. Zagreb*, Vol. 30 (2021.), No. 3. P. 347-367.

64. 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.

65. 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.

Навчальне видання

ХОМ'ЯК Іван Владиславович

РОБОЧИЙ ЗОШИТ

для проведення

лабораторних робіт з моделювання та прогнозування стану довкілля

Підп. до друку 30.06.2022.

Формат 60х84/16. Папір офсетний Гарнітура Times New Roman Суг. Друк різнографічний.

Ум. друк. арк. 1,1. Обл.-вид. арк. 15,8

Наклад 100 пр.

Зам. №

Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка

10008, м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 40

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ЖТ № 10 від 07.12.2004 р.

електронна пошта (E-mail): zu@zu.edu.ua