

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра екології та ботаніки

Робоча програма (силабус) освітнього компонента

ОК 25. Моделювання і прогнозування стану довкілля
(обов'язковий)

Реалізується в межах освітньої програми: **Екологія**

за спеціальністю: **101 «Екологія»**

на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти

Суми – 2025

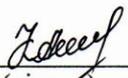
Розробник:  **В.Г.Скляр, д.б.н., професор кафедри екології та ботаніки**

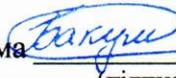
(підпис)(прізвище, ініціали)

(вчений ступінь та звання, посада)

Розглянуто, схвалено та затверджено на засіданні кафедри екології та ботаніки	Протокол № 23 від 16 червня 2025 р.
	Завідувач кафедри <u></u> Вікторія СКЛЯР (підпис) (прізвище, ініціали)

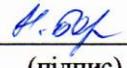
Погоджено:

Гарант освітньої програми  **Ганна КЛИМЕНКО**
(підпис) (ПІБ)

Декан факультету, де реалізується освітня програма  **Ольга БАКУМЕНКО**
(підпис)

Рецензія на роботу програму (додається) надана:  **Зурцова І.В.**
(підпис) (ПІБ)

 **Масова Ф.Д.**
(підпис) (ПІБ)

Методист відділу якості освіти, ліцензування та акредитації  
(підпис) (ПІБ)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 25.06. 2025 р.

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

Навчальний рік, в якому вносяться зміни	Номер додатку до робочої програми з описом змін	Зміни розглянуто і схвалено		
		Дата та номер протоколу засідання кафедри	Завідувач кафедри	Гарант освітньої програми

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

1.	Назва ОК	Моделювання і прогнозування стану довкілля			
2.	Факультет/кафедра	Факультет агротехнологій та природокористування / Кафедра екології та ботаніки			
3.	Статус ОК	Обов'язковий			
4.	Програма/Спеціальність (програми), складовою яких є ОК для (заповнюється для обов'язкових ОК)	ОП - Екологія, Спеціальність – 101 «Екологія»			
5.	ОК може бути запропонований для (заповнюється для вибіркових ОК)				
6.	Семестр та тривалість вивчення	Дисципліна викладається в VII та VIII семестрах			
7.	Кількість кредитів ЄКТС	6 кредитів (180 годин)			
8.	Загальний обсяг годин та їх розподіл	Контактна робота (заняття) Денна / заочна форма навчання			Самостійна робота Денна / заочна форма навчання
		Лекційні	Практичні /семінарські	Лабораторні	
		VII семестр/ V семестр	14/2	30	-
VIII семестр	12	26	-	52	
9.	Мова навчання	українська			
10.	Викладач/Координатор освітнього компонента	Скляр Вікторія Григорівна Зубцова Інна Володимирівна			
11. 1	Контактна інформація	Д.б.н., професор кафедри екології та ботаніки, кабінет 25 а, Ел. Адреса: skvig@ukr.net К.б.н., доцент кафедри екології та ботаніки, кабінет 7 в Ел. адреса: i_zubtsova@ukr.net			
11.	Загальний опис освітнього компонента	Моделювання та прогнозування стану довкілля є дисципліною, що поєднує в собі загальну екологічну теорію, математичну екологію, екологічну та математичну статистику, географію та картографію й інформатику. Моделювання та прогнозування стану довкілля є інструментом, який дозволяє перейти від якісного рівня аналізу до рівня,			

		що використовує кількісні статистичні значення величин.
12.	Мета освітнього компонента	Формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок у галузі математичного моделювання та прогнозування процесів, які відбуваються у довкіллі, а також застосування цих моделей і прогнозів для забезпечення охорони природи та впровадження раціонального природокористування.
13.	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП	1. Освітній компонент базується на вивченні таких дисциплін як: Моніторинг навколишнього середовища, Нормування антропогенних навантажень Техноекологія, Екологічна безпека, 2. Дисципліна вивчається на останньому курсі і не є основою для вивчення інших дисциплін РВО «Бакалавр»
14.	Політика академічної доброчесності	<p>Під час вивчення дисципліни здобувачі мають дотримуватися правил академічної доброчесності, визначених «Положенням про організацію освітнього процесу в Сумському національному аграрному університеті (https://drive.google.com/file/d/1THXbcZySe0C6UwlnG3Uy_V64uRngnbzk/view)</p> <p>та «Кодексом академічної етики Сумського національного аграрного університету (https://drive.google.com/file/d/1aT-o1TmzZSEnW9NyaCF98_HgSCcrhARn/view)».</p> <p>При виконанні лабораторних робіт, виконанні самостійної роботи, написанні модульних, екзаменаційних робіт здобувач обов'язково має дотримуватись правил академічної доброчесності. Будь-які види порушення академічної доброчесності, зокрема плагіат, неправомірне використання чужих ідей, фальсифікація даних чи співучасть у таких діях, є абсолютно неприпустимими і не толеруються. Виявлення ознак академічної недоброчесності у роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від обсягу порушення.</p>
15.	Посилання на Moodl	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=2428
16.	Ключові слова	Прогнозування, моделювання, статистичний аналіз, математико-статистичне прогнозування та моделювання, морфометричний аналіз, морфопараметри, статичні метричні та алометричні морфопараметри, показники стану та росту рослин, показники стану довкілля, моніторинг та прогнозування й моделювання

**2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ
ЗВ'ЯЗОК З ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ
(101 «Екологія»)**

Результати навчання за ОК: Після вивчення освітнього компонента студент очікувано буде здатен...»	Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямований ОК (зазначити номер згідно з нумерацією, наведеною в ОП) ¹				Як оцінюється РНД
	ПРН ₅	ПРН ₉	ПРН ₁₁	ПРН ₂₈	
	Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля.	Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.	Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництва на навколишнє середовище	Уміти переносити систему теоретичних агроекологічних знань у сферу практичної діяльності із охорони біорізноманіття та довкілля під час ведення сільського господарства	
ДРН 1. Знати базові поняття теорії ймовірностей і математичної статистики та уміти формувати систему вихідних даних як базову основу моделювання та прогнозування, а також правила використання математико-статистичних методів при здійсненні оцінки поточного стану довкілля, та при реалізації відповідного виду моделювання та прогнозування стану довкілля	+	+			Перевірка та аналіз виконаних завдань. Обговорення обраних шляхів розв'язання проблеми. Усні презентації, самооцінювання та взаємооцінювання. Спостереження за здобувачами у процесі виконання завдань
ДРН 3. Уміти використовувати моделювання та прогнозування у системі заходів із оцінки впливу технологічних процесів і агровиробництва на довкілля, виявлення ризиків, обумовлених господарюванням, та визначення підходів із оптимізації природокористування та охорони біорізноманіття	+	+	+	+	Перевірка та аналіз виконаних завдань. Обговорення обраних шляхів розв'язання проблеми.

					Усні презентації, самооцінювання та взаємооцінювання. Спостереження за здобувачами у процесі виконання завдань
ДРН 3. Знати програмні засоби та інформаційні ресурси, які можуть бути використані в системі робіт із моделювання та прогнозування стану довкілля. Уміти ними користуватися		+	+		Перевірка та аналіз виконаних завдань. Обговорення обраних шляхів розв'язання проблеми. Усні презентації, самооцінювання та взаємооцінювання. Спостереження за здобувачами у процесі виконання завдань
ДРН 4. Уміти використовувати моделювання та прогнозування процесів в різних геосферах для попередження (ліквідації) наслідків негативного антропогенного впливу на них, а також при управлінні природоохоронними діями (проектами)		+	+	+	Реферати. Презентації Модульний контроль.
ДРН 5. Уміти поєднувати навички самостійної та командної роботи задля отримання результату з акцентом на професійну відповідальність за прийняття рішень		+	+	+	Перевірка та аналіз виконаних завдань.

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема.	Розподіл в межах загального бюджету часу Денна / заочна форма навчання	Рекомендов
-------	---	------------

Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Аудиторна робота			Самостійна робота	аналітична література ²
	Лк	П.З / Семін. З	Лаб. з.		
Осінній семестр					
<p>Тема 1. Загальні вимоги та особливості щодо використання моделювання та прогнозування в галузі охорони довкілля.</p> <p style="text-align: center;">План</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Моделювання та прогнозування стану довкілля й їхнє значення 2. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання. 3. Класифікація моделей. 4. Системний підхід до побудови математичних моделей. 5. Основні етапи розробки та використання моделей. 	4/2	0		6/10	1-5, 13
<p>Тема 2. Ознаки біологічних та екологічних об'єктів як базова основа для розробки моделей та прогнозів.</p> <p style="text-align: center;">План</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про ознаки 2. Кількісні та якісні ознаки. 3. Сучасні статистичні пакети та пакети наукової графіки, які використовуються при розробці моделей та прогнозів 	2	4		8/10	1-4, 6-14
<p>Тема 3. Математична статистика як інструмент аналізу вихідних даних, які використовуються для розробки моделей та прогнозів.</p> <p style="text-align: center;">План</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сутність математико-статистичних методів оцінки експериментальних даних. 2. Основні поняття теорії імовірності. 3. Математична статистика та різноманітність вирішуваних нею завдань. 4. Статистичне оцінювання. 5. Концепція рандомізації. 		2		8/10	1-4, 6-14
<p>Тема 4. Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання</p> <p style="text-align: center;">План</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про генеральну сукупність та вибірку. 2. Поняття про статистичні ряди. 3. Різноманітність рядів розподілу 4. Перевірка статистичних рядів на відповідність нормальному статистичному розподілу. 5. Вимоги до формування вибірок 	2	8		8/10	1-4, 6-14
<p>Тема 5. Теорія оцінювання.</p> <p style="text-align: center;">План</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Точкове оцінювання: його сутність застосування в екології. Поняття про точкові параметри 2. Середнє та його види. Їх властивості 3. Показники розсіювання та варіювання 4. Використання точкового оцінювання в системі 	4	10		8/10	1-4, 6-14, 18

заходів із оцінки та прогнозування стану довкілля 5. Інтервальне оцінювання					
Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез. План 1. Метод парних порівнянь та його використання при перевірці статистичних гіпотез. Критерій Стьюдента 2. Нульова гіпотеза H_0 3. Найменша істотна різниця (НІР) 4. Метод χ^2 -квдрат	2	6		8/10	1-4, 6-14
Всього за осінній семестр	14/2	30		46/60	
Весняний семестр					
Тема 7. Кореляційний аналіз. План 1. Типи залежності між ознаками. Коефіцієнт лінійної кореляції. 2. Кореляційні матриці. Статистична достовірність кореляцій. 3. Екологічне та біологічне значення кореляцій	2	2		3/10	1-4, 6-14
Тема 8. Дисперсійний аналіз. План 1. Однофакторний дисперсійний аналіз – ANOVA, його можливості та сутність. 2. Двофакторний та багатофакторний дисперсійний аналіз – MANOVA, його можливості та сутність. 3. Форма подачі результатів дисперсійного аналізу.	2	4		3/10	1-4, 6-14
Тема 9. Регресійний аналіз. План 1. Сутність регресійного аналізу 2. Парний регресійний аналіз та графічне представлення його результатів 3. Множинний регресійний аналіз 4. Регресійний аналіз як засіб прогнозування явищ та процесів.	2	4		3/10	1-4, 6-17
Тема 10. Багатовимірний статистичний аналіз. План 1. Кластерний аналіз, його можливості та сутність 2. Факторний аналіз, його можливості та сутність 3. Віталітетний аналіз, його можливості та сутність 4. Багатовимірний аналіз як основа для побудови гіпотез, прогнозів та моделей	2	4		4/10	1-4, 6-17
Тема 11. Прогнозування в біології та екології. План 1. Аналіз рядів динаміки. Компоненти ряду динаміки. Метод ARIMA 2. Стаціонарність. Сезонність. Виявлення тренду. 3. Графічне представлення та інтерпретація результатів тренд-аналізу.	2	4		4/10	1-4, 6-17
Тема 12. Моделювання та прогнозування процесів в популяціях План 1. Популяції як форма існування видів рослин, кількісні та якісні ознаки популяцій. 2. Моделювання чисельності популяцій. «Жорсткі» та «м'які» моделі динаміки популяцій. 3. Рівновага у екологічній системі.		8		6/10	2-4, 6-24

<p>4. Моделювання відношення «хижак – жертва». Модель відносин конкуренції «хижак-хижак» та «продуцент-продуцент».</p> <p>5. Моделювання популяційних процесів в природних та штучних екосистемах</p> <p>6. Вплив війни на популяційні та екосистемні процеси, прояви та наслідки воєнного екоциду</p>					
<p>Тема 13. Модель відносин конкуренції. План</p> <p>1. Модель системи трьох трофічних рівнів.</p> <p>2. Критична щільність популяції продуцента.</p> <p>3. Хвильові процеси в динаміці популяції.</p>				2/10	2-4, 6-24
<p>Тема 14. Моделювання і прогнозування процесів в атмосфері та наслідків антропогенного впливу на неї. План</p> <p>1. Концептуальна модель поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі</p> <p>2. Моделі хімічних процесів у атмосфері.</p> <p>3. Моделювання та прогнозування процесів в атмосфері як засіб виявлення, оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і визначення шляхів їх вирішення.</p> <p>4. Моделювання та прогнозування наслідків впливу війни на атмосферу</p>	2			4/10	1-4, 6-14
<p>Тема 15. Моделювання і прогнозування процесів в гідросфері та наслідків антропогенного впливу на неї. План</p> <p>1. Концептуальна модель впливу забруднення на водні екосистеми.</p> <p>2. Моделі навантаження на річковий басейн різноманітних джерел забруднення.</p> <p>3. Моделі колообігу речовин в гідросфері</p> <p>4. Моделювання та прогнозування наслідків впливу війни на гідросферу</p>				5/10	1-4, 6-14
<p>Тема 16. Моделювання і прогнозування процесів у літосфері та наслідків антропогенного впливу на неї. План</p> <p>1. Концептуальна модель міграції радіонуклідів у екосистемах.</p> <p>2. Модель міграції радіонуклідів у ґрунтах.</p> <p>3. Математичне моделювання властивостей та стану ґрунту на рослини.</p> <p>4. Визначення виносу біогенних елементів із сільськогосподарських угідь.</p> <p>5. Моделювання та прогнозування наслідків війни на ґрунтовий покрив</p>				10/10	1-4, 6-14
<p>Тема 17. Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів. План</p> <p>1. Сучасні моделі кругообігу елементів в системі атмосфера – рослинність – ґрунти – океан.</p> <p>2. Роль моделювання в глобальних дослідженнях та при впровадженні системи заходів із екологізації агросфери.</p> <p>3. Глобальні цілі сталого розвитку, роль моделювання й прогнозування у їхньому досягненні</p>				8/18	1-5, 6-17
Всього за весняний семестр	12	26		52/118	

Всього за рік	26/2	56		98/178
---------------	------	----	--	--------

4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	Методи викладання (робота, що буде проведена викладачем під час аудиторних занять, консультацій)	Кількість годин Денна/заочна	Методи навчання (які види навчальної діяльності має виконати студент самостійно)	Кількість годин Денна/за очна
ДРН 1. Знати базові поняття теорії ймовірностей і математичної статистики та уміти формувати систему вихідних даних як базову основу моделювання та прогнозування, а також правила використання математико-статистичних методів при здійсненні оцінки поточного стану довкілля, та при реалізації відповідного виду моделювання та прогнозування стану довкілля	- проведення лекційних занять з використанням мультимедійних презентацій, проведення розрахункових практичних робіт.	20/2	- опрацювання незнайомих (нових) термінів, - опрацювання додаткового матеріалу за відповідними темами	20/36
ДРН 3. Уміти використовувати моделювання та прогнозування у системі заходів із оцінки впливу технологічних процесів і агровиробництва на довкілля, виявлення ризиків, обумовлених господарюванням, та визначення підходів із оптимізації природокористування та охорони біорізноманіття	- проведення лекційних занять з використанням мультимедійних презентацій та розрахункових практичних робіт	20	- опрацювання додаткового матеріалу за відповідними темами, - аналіз проведеної роботи під час виконання практичних завдань та підготовка до захисту практичних робіт, - написання рефератів	20/36
ДРН 3. Знати програмні засоби та інформаційні ресурси, які можуть бути використані в системі робіт із моделювання та прогнозування стану	- проведення лекційних занять з використанням мультимедійних презентацій,	20	- опрацювання додаткового матеріалу за відповідними темами, - аналіз проведеної роботи під час виконання практичних завдань та підготовка	20/36

довкілля. Уміти ними користуватися			до захисту практичних робіт, - написання рефератів	
ДРН 4. Уміти використовувати моделювання та прогнозування процесів в різних геосферах для попередження (ліквідації) наслідків негативного антропогенного впливу на них, а також при управлінні природоохоронними діями (проектами)	- проведення лекційних занять з використанням мультимедійних презентацій та практичних розрахункових робіт	14	- опрацювання додаткового матеріалу за відповідними темами, - аналіз проведеної роботи під час виконання практичних завдань та підготовка до захисту практичних робіт, - написання рефератів	20/36
ДРН 5. Уміти поєднувати навички самостійної та командної роботи задля отримання результату з акцентом на професійну відповідальність за прийняття рішень	- проведення лекційних занять з використанням мультимедійних презентацій та практичних розрахункових робіт	8	- опрацювання додаткового матеріалу за відповідними темами, - аналіз проведеної роботи під час виконання практичних завдань та підготовка до захисту практичних робіт, написання рефератів	18/34
Всього годин		82/2		98/178

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1. Сумативне оцінювання

5.1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
Осінній семестр			
Модуль 1 – 50 балів			
1.	Практична робота №1. Сучасні комп'ютерні статистичні пакети та пакети наукової графіки, які використовуються при моделюванні і прогнозуванні стану довкілля	10 балів /10%	До 2 тижня
2.	Практична робота № 2. Використання математико-статистичних методів для розробки статистичних математичних моделей та прогнозів.	10 балів /10%	До 3 тижня
3.	Практична робота № 3. Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання. Перевірка даних на відповідність нормальному статистичному розподілу.	10 балів /10%	До 5 тижня
4.	Практична робота № 4. Трансформація статистичних рядів при розробці статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	10 балів /10%	До 7 тижня
5.	Модульний контроль	10 балів /10%	До 7 тижня
Модуль 2 – 50 балів			

6.	Практична робота № 5. Точкове оцінювання у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	10 балів /10%	До 9 тижня
7.	Практична робота № 6. Інтервальне оцінювання у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	10 балів /10%	До 11 тижня
8.	Практична робота № 7. Метод парних порівнянь у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	10 балів /10%	До 13 тижня
9.	Практична робота № 8. Результати точкового, інтервального оцінювання та методу парних порівнянь як базова основа для розробки та впровадження заходів із екологізації агросфери	10 балів /10%	До 15 тижня
10.	Модульний контроль	10 балів /10%	До 15 тижня
Весняний семестр			
Модуль 1 – 35 балів			
11.	Практична робота № 9. Кореляційний аналіз у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	7 балів / 7%	До 2 тижня
12.	Практична робота № 10. Дисперсійний аналіз у системі заходів із виявлення впливу чинників і розробки статистичних математичних моделей стану довкілля	7 балів / 7%	До 3 тижня
13.	Практична робота № 11. Регресійний аналіз у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	7 балів / 7%	До 4 тижня
14.	Практична робота № 12. Кластерний аналіз у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	7 балів / 7%	До 4 тижня
15.	Модульний контроль	7 балів / 7%	До 5 тижня
Модуль 2 -35 балів			
16.	Практична робота № 13. Прогнозування на основі методу ARIMA	2 бали / 2%	До 6 тижня
17.	Практична робота № 14. Моделювання динамічних показників популяції.	2 бали / 2%	До 7 тижня
18.	Практична робота № 15. Моделювання та прогнозування стану та процесів в популяціях рідкісних видів рослин.	2 бали / 2%	До 8 тижня
19.	Практична робота № 16. Комплексний популяційний аналіз як складова системи досліджень із оцінки впливу технологічних процесів і агровиробництва на довкілля та визначення підходів із оптимізації природокористування.	2 бали / 2%	До 9 тижня
20.	Практична робота № 17. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на атмосферу. Процеси конвекції та адвекції в атмосфері. Модель гравітаційного осідання часток.	2 бали / 2%	До 9 тижня
21.	Практична робота № 18. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на гідросферу. Моделювання процесів стратифікації та перемішування.	2 бали / 2%	До 10 тижня

	Модель азотного циклу в водоймах.		
22.	Практична робота № 19. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на літосферу. Моделі поширення забруднень у ґрунтах. Моделювання міграції радіонуклідів по харчових ланцюгах.	2 бали / 2%	До 11 тижня
23.	Практична робота № 20. Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів. Система моделей глобальних біогеохімічних циклів у біосфері, вплив на них сучасного агровиробництва	2 бали / 2%	До 12 тижня
24.	Модульний контроль	4 балів / 4%	До 12 тижня
25.	Самостійна (курсова) робота	15 балів / 15%	До 10 тижня
26.	Іспит	30 балів / 30%	В екзаменаційну сесію

5.1.2. Критерії оцінювання

Компонент	Незадовільно	Задовільно /Добре	Відмінно
Осінній семестр			
Практична робота №1. Сучасні комп'ютерні статистичні пакети та пакети наукової графіки, які використовуються при моделюванні і прогнозуванні стану довкілля	0-3 бали	4-6/7-8 бал	9-10 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 2. Використання математико-статистичних методів для розробки статистичних математичних моделей та прогнозів.	0-3 бали	4-6/7-8 бал	9-10 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 3. Ряди розподілу та їх статистичне оцінювання. Перевірка даних на відповідність нормальному статистичному розподілу.	0-3 бали	4-6/7-8 бал	9-10 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 4. Трансформація статистичних рядів при розробці статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	0-3 бали	4-6/7-8 бал	9-10 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі

		достатньо орієнтується в матеріалі	
Модульний контроль	0-10 балів		
	Оцінюється в залежності від кількості правильних відповідей.		
Практична робота № 5. Точкове оцінювання у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	0-3 бали	4-6/7-8 бал	9-10 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 6. Інтервальне оцінювання у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	0-3 бали	4-6/7-8 бал	9-10 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 7. Метод парних порівнянь у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	0-3 бали	4-6/7-8 бал	9-10 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 8. Результати точкового, інтервального оцінювання та методу парних порівнянь як базова основа для розробки та впровадження заходів із екологізації агросфери	0-3 бали	4-6/7-8 бал	9-10 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Модульний контроль	0-10 балів		
	Оцінюється в залежності від кількості правильних відповідей.		
Весняний семестр			
Практична робота № 9. Кореляційний аналіз у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	0-1 балів	2-3/4-5 балів	6-7 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому

		орієнтується в матеріалі	матеріалі
Практична робота № 10. Дисперсійний аналіз у системі заходів із виявлення впливу чинників і розробки статистичних математичних моделей стану довкілля	0-1 балів	2-3/4-5 балів	6-7 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 11. Регресійний аналіз у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	0-1 балів	2-3/4-5 балів	6-7 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 12. Кластерний аналіз у системі заходів із розробки статистичних математичних моделей та прогнозів стану довкілля	0-1 балів	2-3/4-5 балів	6-7 балів
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Модульний контроль	0-4 балів		
	Оцінюється в залежності від кількості правильних відповідей.		
Практична робота № 13. Прогнозування на основі методу ARIMA	0 балів	1 бали	2 бали
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 14. Моделювання динамічних показників популяції.	0 балів	1 бали	2 бали
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі
Практична робота № 15. Моделювання та прогнозування стану та процесів в популяціях рідкісних видів рослин.	0 балів	1 бали	2 бали
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі

		матеріалі		
Практична робота № 16. Комплексний популяційний аналіз як складова системи досліджень із оцінки впливу технологічних процесів і агровиробництва на довкілля та визначення підходів із оптимізації природокористування.	0 балів	1 бали	2 бали	
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі	
Практична робота № 17. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на атмосферу. Процеси конвекції та адвекції в атмосфері. Модель гравітаційного осідання часток.	0 балів	1 бали	2 бали	
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі	
Практична робота № 18. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на гідросферу. Моделювання процесів стратифікації та перемішування. Модель азотного циклу в водоймах.	0 балів	1 бали	2 бали	
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі	
Практична робота № 19. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на літосферу. Моделі поширення забруднень у ґрунтах. Моделювання міграції радіонуклідів по харчових ланцюгах.	0 балів	1 бал	2 бали	
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі	
Практична робота № 20. Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів. Система моделей глобальних біогеохімічних циклів у біосфері, вплив на них сучасного агровиробництва	0 балів	1 бал	2 бали	
	Робота не виконана або виконана не вірно.	Робота виконана з незначними помилками, студент не достатньо орієнтується в матеріалі	Робота виконана вірно, студент добре орієнтується у вивченому матеріалі	
Модульний контроль	0-4 балів			
	Оцінюється в залежності від кількості правильних відповідей.			
Самостійна (модульна курсова робота)	<5 балів	6-9 балів	10-13 балів	13-15 балів
	Представлено текст курсової (самостійної) роботи, зміст якої не повною мірою висвітлює обрану тематику, а структура та оформлення не відповідають	Представлено текст курсової (самостійної) роботи. Більшість вимог щодо її написання та оформлення виконано, але	Представлено текст курсової (самостійної) роботи. Виконано усі вимоги щодо її написання та оформлення виконано, висвітлено усі	Представлено текст курсової (самостійної) роботи. Виконано усі вимоги щодо її написання та оформлення виконано, висвітлено усі

	<p>вимогам.</p> <p>У процесі захисту роботи встановлено, що здобувач на низькому рівні володіє матеріалом. Вміння самостійно планувати, виконання завдання, формулювати висновки за його результатами також відповідає низькому рівню. Здобувач демонструє низьку здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, а також вміння застосовувати міждисциплінарні підходи та проведення наукового пошуку.</p>	<p>окремі аспекти розкриті неповністю.</p> <p>У процесі захисту роботи встановлено, що здобувач не повною мірою володіє теоретичним матеріалом, а також вмінням самостійно планувати виконання завдання та формулювати висновки за його результатами, здатністю до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, здатністю застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних питань і здатністю проведення пошуку на відповідному рівні.</p>	<p>питання, передбачені тематикою роботи.</p> <p>У процесі захисту встановлено, що здобувач вільно володіє матеріалом, демонструє вміння самостійно планувати виконання завдання та формулювати висновки за його результатами, має здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних питань і здатність проведення пошуку на відповідному рівні.</p>	<p>питання, передбачені тематикою роботи.</p> <p>У процесі захисту продемонстровано високу обізнаність у темі, закріпленій за здобувачем. Доведено, що він вільно володіє матеріалом та може проявляти творчий підхід до висвітлення, розв'язання поставлених завдань та наявних проблеми. Здобувач продемонстрував вміння самостійно планувати виконання завдання та формулювати висновки за його результатами, здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел та критичного її опрацювання, здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при глибокому осмисленні екологічних проблем і здатність проведення пошуку на високому рівні</p>
Іспит	0-5 балів	5-16 балів	17-27 балів	28-30 балів
	Здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, завдання, визначені іспитом, не виконано або виконано частково зі значною кількістю грубих (змістовних)	Здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, завдання, визначені іспитом, виконані із помилками та неточностями	Здобувач достатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, завдання, визначені іспитом, виконані із окремими неточностями змістовного	Здобувач вільно та повністю орієнтується в теоретичному матеріалі, завдання виконано у повному обсязі без помилок та неточностей змістовного

	помилки	змістовного характеру	характеру	характеру.
--	---------	-----------------------	-----------	------------

5.2. Формативне оцінювання:

№	Елементи формативного оцінювання	Термін оцінювання
1	Усне опитування після вивчення кожної теми	Після завершення вивчення теми
2	Письмові контрольні роботи, передбачені робочою програмою	Протягом усього семестру
3	Проходження тестування з модульного контролю зі зворотнім зв'язком з викладачем	Відповідно до графіку навчального процесу
4	Проходження тестування після закінчення вивчення кожної теми для самостійного контролю знань та підготовки до складання заліку та іспиту	Регулюється студентом самостійно
5	Захист практичних робіт	Щотижнево, упродовж семестрів
6	Усний зворотний зв'язок від викладача під час роботи над практичними роботами протягом занять	Упродовж семестрів
8	Перевірка та аналіз виконаних завдань	Щотижнево, упродовж семестрів

Самооцінювання може використовуватися як елемент сумативного оцінювання, так і формативного оцінювання.

5.3. Розподіл балів, які отримують здобувачі під час вивчення ОК ОСІННІЙ СЕМЕСТР

Поточне тестування та самостійна робота						Разом за модулі	Сума
Модуль 1 – 50 балів			Модуль 2 – 50 балів				
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	100	100
15	15	20	15	15	20		

ВЕСНЯНИЙ СЕМЕСТР

Поточне тестування та самостійна робота												Разом за модулі	Підсумковий екзамен	Сума
Модуль 1 – 35 балів						Модуль 2 – 35 балів								
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2								
T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	кр	70	30	100
7	7	7	7	7	4	4	3	3	3	3	15			

Розподіл балів системи ЄКТС за результатами навчання і семестрової (підсумкової) атестації у формі екзамену:
 до 70 балів – за результатами модульного контролю упродовж семестру; до 30 балів – за результатами семестрової (підсумкової) атестації.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
69-74	D	задовільно	
60-68	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

ПЕРЕЗАРАХУВАННЯ ТА ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ:
 перезарахування та визнання результатів навчання з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» або окремого її елемента відбувається відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу в Сумському національному аграрному університеті» (https://drive.google.com/file/d/1THXbcZySe0C6UwlnG3Uy_V64uRngnbzk/view) та «Положення про порядок визнання результатів, здобутих шляхом неформальної та /або інформальної освіти» (<https://drive.google.com/file/d/1cUvzkDYn9cbJEaZKQvU5sOtxyVvB3ZTR/view>)

6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

Основні джерела

1. Моделювання та прогнозування стану довкілля: конспект лекцій. / уклад. І.В. І.В. Хом'як. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 72 с. https://eprints.zu.edu.ua/34123/1/Моделювання_конспект%20лекцій.pdf
2. Зубцова І.В., Скляр В.Г., Клименко Г.О. Моделювання і прогнозування стану довкілля. Методичні вказівки для проведення практичних робіт для студентів факультету агротехнологій та природокористування спеціальності. Екологія, освітнього ступеня «бакалавр», денної та заочної форми навчання. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2022. 74 с.
3. Скляр В.Г., Клименко Г.О., Шерстюк М.Ю. Моделювання і прогнозування стану довкілля. Конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 101 «Екологія». ОС «Бакалавр». Суми: СНАУ, 2019. 85 с.
4. Скляр В.Г., Клименко Г.О. Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля». Суми: СНАУ, 2019. 37 с.

Інші джерела

5. Указ Президента України від 30 вересня 2019 року № 722 «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>)
6. Лаврик В.І., Боголюбов В.М., Полетаєва Л.М., Юрасов С.М., Ільїна В.Г. Моделювання і прогнозування стану довкілля. ВЦ «Академія», 2010. 397 с.
7. Біляєв М. М., Біляєва В. В., Кіріченко П. С. Моделювання і прогнозування стану довкілля. - Кривий Ріг: Вид. Р. А. Козлов, 2016. 207 с.

8. Скіп Б. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник, Ч І. Чернівці "Рута", 2004. 65с.
9. Скіп Б. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник, Чернівці "Рута", II –2005. – 56 с.
10. Скіп Б.В., Філіпчук Т.В., Моделювання та прогнозування стану довкілля. Практикум, Чернівці "Рута", 2006. 68 с.
11. Богобоящий В.В., К.Р. Чурбанов, П.Б. Палій, В.М. Шмандій Принципи моделювання та прогнозування в екології: підручник для вузів. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 216 с.
12. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. Суми, 2000. 201с.
13. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. Київ: Фітоцентр, 1998. - 132 с.
14. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навчальний посібник. Київ: ІВЦ "Вид-во "Політехніка", ТОВ Фірма "Періодика", 2005. 152 с.
15. Ляшенко І.М., Мукоєд А.П. Моделювання біологічних та екологічних процесів: навчальний посібник. 2001. 450 с
16. Калінін М.І., Єлісеєв В.В. Біометрія: Підручник для студентів вузів біологічних і екологічних напрямків. - Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. 204 с.
17. Злобін Ю. А., Скляр В.Г., Клименко Г.О. (2022). Біологія та екологія фітопопуляцій : монографія. Суми : Університетська книга, 512 с .
18. Skliar, V., Skliar, Yu., Sherstiuk, M., Smoliar, N., & Kanivets, O. (2024). Use of environmental indicators to assess the state of forest ecosystems. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 15(3), 25-42. <https://doi.org/10.31548/forest/3.2024.25>
19. Skliar, V., Sherstiuk, M., Shepeliuk, M., Kovalchuk, N., & Matiukha, D. (2025). Impact of global climate change on the biological characteristics of tree species in forest ecosystems. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 16(1), 44-63. <https://doi.org/10.31548/forest/1.2025.44>
20. Sherstiuk, M., Skliar, V., Kašpar, J., Mohammadi, Z. (2024). Size and vitality characteristics of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) populations in the Central Bohemian region of the Czech Republic: A case study of non-timber forest products. *Global Ecology and Conservation*, 56, e03295
21. Liudmyla Bondarieva, Viktoriia Skliar, Maksym Bondariev, Adrian Roshchupkin, Serhii Butenko, Tetiana Antal, Valentina Toryanik, Maryna Mikulina, Anton Kytaihora, Dmytro Prokofiev (2024). Ecological Monitoring of Medicinal Plants Populations Under Different Ecological-Cenotic and Anthropogenic Environmental Conditions. *Ecological Engineering & Environmental Technology (EEET)*, 8:285-296 DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/190038>
22. Kyrylchuk K, Skliar V., Tykhonova O., Kobzhev O. (2021). Vitality dynamics of populations of some legume species in floodplain meadows of the Psel river basin under grazing and haymaking (Ukraine). *Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXV, No. 1, P. 406-414.*
23. Царик Й.В. Популяційна екологія. Керування популяціями. Львів.: Вид-во центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. – 100с.
24. Життєздатність популяцій рослин високогір'я Українських Карпат / за ред. Й.Царика. Львів: Меркатор, 2009. 172 с.

Інформаційні ресурси

1. <https://www.cambridge.org/highereducation/books/introduction-to-environmental-modeling/3335425998504E02F2051A07D4DCB923> - *Introduction to Environmental Modeling: textbook*
2. https://www.researchgate.net/publication/234015179_Environmental_ModelingEkkehard - *Holzbecher. Environmental Modeling: textbook*

3. <https://homepage.ruhr-uni-bochum.de/Michael.Knorrenschild/embooks.html> - *List of Textbooks on Ecological Modelling*
4. <https://www.jstor.org/stable/j.ctvc7796h> - Dietze M. C. *Ecological Forecasting: textbook*
5. file:///C:/Users/СЕМЬЯ/Downloads/textbook_Biliaiev.pdf - електронний варіант підручника «Біляєв М. М., Біляєва В. В., Кіріченко П. С. Моделювання і прогнозування стану довкілля»
6. http://eprints.kname.edu.ua/46510/1/2016_печ_37%2825%29Л_Бараннік_лекції%28_Екологія%29%20авторск%20вариант.pdf - електронний варіант конспекту лекцій «Бараннік В. О. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 101 – Екологія.)»
7. <http://lib.chdu.edu.ua/index.php?m=1&b=3> – електронний варіант підручника «Біометрія» (автори Калінін М.І., Єлісеєв В.В.)

**РЕЦЕНЗІЯ НА РОБОЧУ ПРОГРАМУ (СИЛАБУС)
МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ**

Параметр, за яким оцінюється робоча програма (силабус) освітнього компонента гарантом або членом проєктної групи	Так	Ні	Коментар
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають НРК	+		
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають передбаченим ПРН (для обов'язкових ОК)	+		
Результати навчання за освітнім компонентом дають можливість виміряти та оцінити рівень їх досягнення	+		

Член проєктної групи ОП «Екологія»

Безек
(підпис)

Зуєрова І.В.
(підпис)

Параметр, за яким оцінюється робоча програма (силабус) освітнього компонента викладачем відповідної кафедри	Так	Ні	Коментар
Загальна інформація про освітній компонент є достатньою	+		
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) відповідають НРК	+		
Результати навчання за освітнім компонентом (ДРН) дають можливість виміряти та оцінити рівень їх досягнення	+		
Результати навчання (ДРН) стосуються компетентностей студентів, а не змісту дисципліни (містять знання, уміння, навички, а не теми навчальної	+		
Зміст ОК сформовано відповідно до структурно-логічної схеми	+		
Навчальна активність (методи викладання та навчання) дає змогу студентам досягти очікуваних результатів навчання (ДРН)	+		
Освітній компонент передбачає навчання через дослідження, що є доцільним та достатнім для відповідного рівня вищої освіти	+		
Стратегія оцінювання в межах освітнього компонента відповідає політиці Університету/факультету	+		
Передбачені методи оцінювання дозволяють оцінити ступінь досягнення результатів навчання за освітнім компонентом	+		
Навантаження студентів є адекватним обсягу освітнього компонента	+		
Рекомендовані навчальні ресурси є достатніми для досягнення результатів навчання (ДРН)	+		
Література є актуальною	+		
Перелік навчальних ресурсів містить необхідні для досягнення ДРН програмні продукти	+		

Рецензент (викладач кафедри екології та ботаніки)

М
(підпис)

Мисюєва І.О.
(підпис)