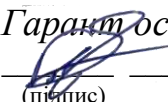


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Екології та техногенної безпеки (№ 106)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

_____ Ігор БЕРЕШКО _____
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 26 » червня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Моделювання та прогнозування стану довкілля
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 10 Природничі науки
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 101 Екологія
(код і найменування спеціальності)

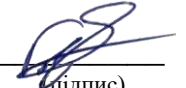
Освітня програма: Екологія та охорона навколишнього середовища
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з “01” вересня 2025 р

Харків – 2025 р.

Розробник: Ігор БЕРЕШКО, к.т.н., доц., доцент кафедри 106
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни “Моделювання та прогнозування стану довкілля” розглянуто на засіданні кафедри Екології та техногенної безпеки (№ 106)
(назва кафедри)

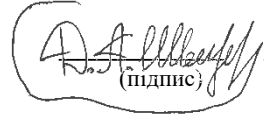
Протокол № 9 від «26» червня 2025 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доц.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Вікторія КРУЧИНА
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

Дмитро ШВИДЬКО
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Ігор БЕРЕШКО

Посада: доцент

Науковий ступінь: канд. техн. наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

*Природоохоронне інспектування,
Природоохоронне законодавство, Моделювання
та прогнозування стану довкілля, Методологія
проведення експериментальних досліджень*

Напрями наукових досліджень:

*математичне моделювання, розробка прикладного
ПЗ*

Контактна інформація:

i.bereshko@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна, заочна</i>
Семестр	8
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4 кредити ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 24; СРЗ – 72); <u>заочна</u> : 4 кредити ЄКТС / 120 годин (4 аудиторних, з яких: лекції – 2, практичні – 2; СРЗ – 116)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік
Пререквізити	Вища математика, Прикладні основи фізико-математичних наук, Алгоритмічні основи геоматики і системології, Загальна екологія, Ландшафтна екологія, Гідрологія, Метеорологія і кліматологія

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Метою дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» є формування у здобувачів вищої освіти системного розуміння підходів, методів і інструментів моделювання природних і техногенних процесів у довкіллі, а також набуття практичних навичок побудови, аналізу й використання моделей для оцінювання та прогнозування стану компонентів навколишнього середовища з метою підтримки екологічно обґрунтованих управлінських рішень.

Завдання:

1. Сформувати уявлення про місце й роль моделювання у сучасних екологічних дослідженнях і системі екологічного управління;
2. Ознайомити з основними типами екологічних моделей (концептуальні, математичні, імітаційні, статистичні, ГІС-орієнтовані);
3. Навчити принципам побудови моделей екологічних процесів у атмосфері, гідросфері, літосфері та біоті;
4. Сформувати навички використання даних моніторингу довкілля для побудови й верифікації моделей;
5. Навчити застосовувати методи математичної статистики та аналізу даних у задачах моделювання;
6. Розвинути вміння здійснювати прогнозування стану довкілля за різних сценаріїв антропогенного навантаження;
7. Сформувати навички інтерпретації результатів моделювання та оцінювання їхньої невизначеності;
8. Підготувати студентів до використання результатів моделювання у практиці оцінки впливу на довкілля, екологічного менеджменту та управління ризиками.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування у процесі професійної діяльності або навчання, що передбачає застосування теорій і методів природничих наук, проведення досліджень та/або здійснення інновацій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- K01 – Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності
- K02 – Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
- K03 – Здатність до адаптації та дії в новій ситуації

K08 – Здатність проведення досліджень на відповідному рівні
K09 – Здатність працювати в команді
K11 – Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт
K13¹ – Здатність ухвалювати рішення та діяти з дотриманням принципів академічної доброчесності та неприпустимості корупції

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

K14 – Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування

K15 – Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів і принципів природничих наук

K16 – Розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук

K18 – Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю

K20 – Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища

K23 – Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень

K26 – Здатність до участі в управлінні природоохоронними діями та/або екологічними проектами

Програмні результати навчання:

ПР02 – Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування

ПР03 – Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень у сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування

ПР05 – Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля

ПР07 – Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду

ПР08 – Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень

ПР09 – 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 виробництва на навколишнє середовище

ПР13 – Уміти формувати ефективні комунікаційні стратегії з метою донесення ідей, проблем і рішень у сфері екології

ПР18 – Поєднувати навички самостійної та командної роботи задля отримання результату з акцентом на професійну сумлінність і відповідальність за прийняття рішень

ПР19 – Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти

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

ПР22 – Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій щодо збереження довкілля

ПР23 – Демонструвати навички впровадження природоохоронних заходів та проектів

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Моделювання популяційної динаміки та екологічних процесів у біосистемах

Тема 1. Основи екологічного моделювання

Розглядаються поняття моделі та моделювання в екології, класифікація моделей (концептуальні, математичні, імітаційні), роль моделей у дослідженні та прогнозуванні стану довкілля. Аналізуються етапи побудови моделей і джерела невизначеності.

Лекція 1. Вступ до екологічного моделювання

Перелік питань:

Поняття моделі та моделювання

Типи екологічних моделей

Мета і межі застосування моделей у екології

Невизначеність і обмеження моделей

Практичне заняття 1: Аналіз прикладів екологічних моделей

Самостійна робота студентів:

Порівняння різних типів моделей

Аналіз сфер застосування моделей у екології

Тема 2. Моделі популяційного росту

Вивчаються базові моделі динаміки популяцій, фактори регуляції чисельності, поняття ємності середовища та обмежувальних факторів.

Лекція 2. Експоненційна і логістична моделі росту

Перелік питань:

Експоненційний ріст

Логістичне рівняння

Ємність середовища

Обмежувальні фактори

Практичне заняття 2: Розрахунок популяційних моделей

Самостійна робота студентів:

Побудова графіків росту

Аналіз впливу параметрів моделі

Тема 3. Міжвидові взаємодії у моделях

Розглядаються моделі «хижак–жертва», конкуренція, симбіотичні зв'язки, їх роль у формуванні екосистемної рівноваги.

Лекція 3. Моделі взаємодії популяцій

Перелік питань:

Модель Лотки–Вольтерри

Конкуренція видів

Стабільність екосистем

Практичне заняття 3: Моделювання системи «хижак–жертва»

Самостійна робота студентів:

Розрахунок коливань чисельності

Аналіз стійкості систем

Тема 4. Прогнозування змін у біосистемах

Розглядаються підходи до прогнозування стану популяцій та екосистем під впливом антропогенних чинників.

Лекція 4. Прогнозування у популяційній екології

Перелік питань:

Екстраполяція трендів

Сценарний підхід

Вплив антропогенних факторів

Практичне заняття 4: Побудова прогнозу стану популяції

Самостійна робота студентів:

Розробка простого сценарного прогнозу

Оцінка надійності прогнозу

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Моделювання розповсюдження забруднень у довкіллі

Тема 5. Загальні підходи до моделювання забруднень

Вивчаються принципи міграції забруднювачів у природних середовищах, поняття переносу, трансформації та акумуляції.

Лекція 5. Теоретичні основи міграції забруднень

Перелік питань:

Процеси переносу

Дифузія та конвекція

Трансформація забрудників

Практичне заняття 5: Аналіз шляхів міграції забруднень

Самостійна робота студентів:

Побудова схем міграції

Визначення ключових факторів переносу

Тема 6. Моделювання розсіювання викидів в атмосфері

Розглядаються підходи до оцінки розсіювання домішок у повітрі, роль метеорологічних факторів.

Лекція 6. Моделі атмосферної дисперсії

Перелік питань:

Гаусова модель шлейфу

Вплив метеоумов

Параметри джерел викидів

Практичне заняття 6: Розрахунок розсіювання викидів

Самостійна робота студентів:

Розрахунок концентрацій

Аналіз впливу метеоумов

Тема 7. Моделювання забруднення водних об'єктів

Вивчаються процеси розбавлення, самоочищення, переносу речовин у водних середовищах.

Лекція 7. Моделі якості води

Перелік питань:

Розбавлення скидів

Самоочищення водою

Балансові моделі

Практичне заняття 7: Розрахунок розбавлення стічних вод

Самостійна робота студентів:

Балансові розрахунки

Оцінка ризиків

Тема 8. Міграція забруднень у ґрунтах

Розглядаються процеси сорбції, фільтрації та біогеохімічної міграції.

Лекція 8. Перенос забрудників у ґрунтового середовищі

Перелік питань:

Сорбція і десорбція
Вертикальна міграція
Біогеохімічні бар'єри

Практичне заняття 8: Оцінка міграції у ґрунтах

Самостійна робота студентів:
Розрахунок коефіцієнтів міграції
Аналіз факторів ризику

Тема 9. Інтегроване прогнозування стану довкілля

Розглядається поєднання моделей, сценарне прогнозування, використання моделей у прийнятті управлінських рішень.

Лекція 9. Інтегровані екологічні прогнози
Перелік питань:
Сценарне моделювання
Аналіз чутливості
Підтримка управлінських рішень

Практичне заняття 9: Комплексний прогноз для території

Самостійна робота студентів:
Побудова інтегрованого прогнозу
Інтерпретація результатів

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання з дисципліни виконуються у формі розрахункових робіт і спрямовані на закріплення навичок кількісного аналізу та екологічного моделювання. Кожен здобувач освіти виконує дві індивідуальні розрахункові роботи: одну з моделювання популяційної динаміки, іншу — з моделювання розповсюдження забруднень у довкіллі.

Розрахункова робота з популяційної динаміки передбачає застосування математичних моделей росту та взаємодії популяцій, аналіз впливу екологічних факторів на чисельність і прогнозування змін у часі. Розрахункова робота з моделювання забруднень охоплює задачі з оцінки розсіювання викидів у атмосфері, розбавлення скидів у водних об'єктах або міграції забруднюючих речовин у ґрунтах.

Варіанти завдань визначаються викладачем індивідуально. Результати подаються у вигляді оформлених розрахунково-пояснювальних робіт із необхідними формулами, обґрунтуваннями та висновками. Захист розрахункових робіт передбачає пояснення обраних підходів, інтерпретацію отриманих результатів і відповіді на запитання викладача.

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...4	4	0...16
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	5	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...4	5	0...20

Модульний контроль	0...20	1	0...20
Індивідуальне завдання	0...15	1	0...16
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю та за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Екзаменаційний білет формується у вигляді тестових завдань та складається з 50 теоретичних питань, що охоплюють матеріал усіх змістовних модулів дисципліни. Кожне питання оцінюється у 2 бали. Підсумкова оцінка за залік визначається як сума балів, отриманих за всі тестові завдання.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Оцінка “задовільно” (60–74 бали) виставляється студенту, який у цілому засвоїв основні поняття та підходи до моделювання в екології, розуміє базові закономірності популяційної динаміки та процесів розповсюдження забруднень у довкіллі. Студент здатний виконувати типові розрахункові завдання за зразком, користується основними формулами та методиками, але припускається неточностей у розрахунках або інтерпретації результатів. Відповіді носять переважно репродуктивний характер, застосування знань у нових ситуаціях обмежене. Пояснення отриманих результатів є загальними і не завжди достатньо обґрунтованими.

Оцінка “добре” (75–89 балів) виставляється студенту, який добре орієнтується в теоретичних основах екологічного моделювання, розуміє взаємозв'язки між параметрами моделей, коректно виконує більшість розрахунків і може пояснити їх екологічний зміст. Студент уміє застосовувати вивчені методи для розв'язання стандартних і частково змінених задач, аналізує отримані результати та робить логічні висновки. Можливі окремі несуттєві помилки, що не впливають принципово на загальне розуміння матеріалу та правильність підходу.

Оцінка “відмінно” (90–100 балів) виставляється студенту, який демонструє глибоке й системне розуміння теорії та практики екологічного моделювання, впевнено оперує поняттями і параметрами моделей популяційних процесів та розповсюдження забруднень. Студент правильно й самостійно виконує розрахункові завдання, уміє обґрунтовувати вибір моделі, аналізувати чутливість результатів до зміни параметрів і інтерпретувати

результати з екологічної точки зору. Відповіді є логічними, аргументованими та свідчать про сформоване аналітичне мислення і здатність застосовувати знання у нових ситуаціях.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять:

У разі пропуску лекцій або практичних занять з поважних причин (лікарняний, участь у мобільності, офіційні відрядження) студент зобов'язаний повідомити викладача та надати підтверджуючі документи. Пропущені заняття відпрацьовуються шляхом індивідуального опрацювання навчальних матеріалів, перегляду електронних записів лекцій (якщо доступні) та виконання завдань, погоджених із викладачем. У разі потреби проводяться консультації для відновлення пропущеного матеріалу.

Відпрацювання невиконаних завдань:

Студенти, які не виконали завдання у встановлені терміни, повинні погодити індивідуальний план завершення завдань із викладачем. Термін відпрацювання визначається залежно від характеру завдання, але не перевищує календарного місяця після встановленого дедлайну.

Перевірка на плагіат та дотримання академічної доброчесності:

Всі письмові роботи, реферати, есе та інші завдання студентів перевіряються на плагіат із використанням доступних електронних систем перевірки (антиплагіат). Студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності, коректно посилатися на джерела інформації, не використовувати чужі роботи без посилання та виконувати завдання самостійно. Будь-які порушення академічної доброчесності розглядаються відповідно до чинних правил університету і можуть впливати на оцінку за курс.

Вирішення конфліктів.

Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu.ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=5204>

11. Рекомендована література

Базова

1. Моделювання стану довкілля : навч. посібник / за ред. В. І. Дрогобецького. — Київ : КНЕУ, 2018. — 368 с.
2. Екологічне моделювання : навч. посібник / В. В. Бобрик, С. І. Бобрик. — Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. — 304 с.
3. Геоінформаційні системи та моделювання довкілля : навч. посібник / С. П. Бондар. — Львів : Львів. політехніка, 2021. — 280 с.

Допоміжна

1. Моніторинг довкілля : підручник / М. І. Слюсаренко, Т. В. Коваленко. — Київ : НАУ, 2019. — 412 с.
2. Основи математичного моделювання природних процесів : навч. посібник / І. І. Коваленко. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 256 с.
3. Екологічна статистика та аналіз даних : навч. посібник / Л. П. Петрова, О. В. Іваненко. — Одеса : ОНУ, 2020. — 348 с.
4. Рівняння в частинних похідних у задачах екології : навч. посібник / Ю. М. Ткаченко. — Харків : ХНУ, 2016. — 224 с.
5. Моделювання розсіювання забруднень в атмосфері : навч. посібник / О. І. Клименко. — Київ : НУБіП, 2018. — 288 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Верховна Рада України. Закони України. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/index>
2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Офіційний вебсайт. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/>
3. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. ГІС-портал даних. Режим доступу: <https://land.gov.ua/>
4. Державна служба статистики України. Офіційний вебпортал статистичних даних. Режим доступу: <https://ukrstat.org/>
5. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Open GIS Lab – ресурси з ГІС і моделювання. Режим доступу: <https://www.gis.lab.kpi.ua/>