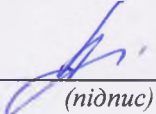


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра екології та техногенної безпеки (№ 106)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


_____ О. В. Бетін
(підпис)

« 31 » _____ 08 _____ 20 21 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання і прогнозування стану довкілля

Галузі знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101 «Екологія»
Освітня програма: Екологія та охорона навколишнього середовища

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

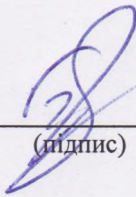
Харків 2021 рік

Робоча програма з дисципліни «Модельовання і прогнозування стану довкілля»
для студентів спеціальності 101 «Екологія» за освітньою програмою «Екологія
та охорона навколишнього середовища»

«18» 06 2021 р., — 10 с.

Розробник:

к. т. н, доцент



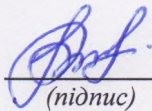
(підпис)

І. М. Берешко

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри екології та техногенної безпеки, протокол № 9 від «18» 06 2021 р.

Завідувач кафедри екології та техногенної безпеки,

к.т.н, доцент



(підпис)

В.В. Кручина

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни Денна форма навчання
Кількість кредитів — 4,5	Галузь знань: 10 «Природничі науки» Спеціальність: 101 «Екологія» Освітня програма: Екологія та охорона навколишнього середовища Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язкова дисципліна
Модулів — 2		Навчальний рік: 2021/2022
Змістових модулів — 4		Семестр
Індивідуальне завдання: 1		8-й (6-й)**
Загальна кількість годин — 135		Лекції*
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 3 самостійної роботи — 5,44		24 год
Семестр 8 Аудиторних — 48 год. Самост. роботи — 87 год.		Практичні*
		24
	Лабораторні	
	—	
	Самостійна робота	
	87 год	
	Індивідуальна робота	
	—	
	Вид контролю	
	залік	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 48/87.

* Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на одну годину залежно від розкладу занять.

** Для скороченого терміну навчання

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок у галузі математичного моделювання реальних процесів поширення шкідливих домішок у довкіллі, складання прогнозів забруднення довкілля та застосування їх для регулювання техногенних скидів або викидів забруднюючих речовин.

Завдання - вивчення основних моделей, які використовуються для прогнозування динаміки екологічних систем; засвоєння узагальнених моделей якості природних компонентів та методик прогнозів забруднення довкілля.

Компетенції, які набуваються

K01 Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності

K02 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
K08 Здатність проведення досліджень на відповідному рівні
K14 Знання та розуміння теоретичних основ збалансованого природокористування
K16 Розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних наук
K18 Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на довкілля
K23 Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень

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
ПР08 Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень
ПР10 Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень
ПР21 Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1. Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля

Тема 1. Понятійний апарат моделювання і прогнозування.

Різні підходи до класифікації прогнозів. Класифікація прогнозів за аспективними ознаками. Процес розробки прогнозів. Визначення понять "модель", "моделювання". Створення моделі та її аналіз. Ідентифікація, тестування та інтерпретація моделі. Різні підходи до класифікації моделей. Імітаційне моделювання. Моделювання як заключний етап прогнозування.

Тема 2. Рівноважний стан екологічних систем та його стійкість.

Поняття "рівноважний стан систем" та "квазірівноважний стан систем". Методи визначення рівноважного стану. Різні види рівноваги. Фазові портрети як спосіб графічного відображення результатів імітаційного моделювання. Аналітичний та графічний аналіз стійкості рівноважного стану екосистем. Принцип Ле-Шательє та його виконання в екологічних системах.

Змістовний модуль №2. Моделі популяційної динаміки.

Тема 3. Моделювання динаміки ізольованих популяцій.

Модель Мальтуса: дискретний та неперервний варіанти. Концептуальна модель Кетле. Модель Ферхюльста: концепція, формалізація, дослідження та інтерпретація. Логістична функція. Фазові портрети моделей Мальтуса і Ферхюльста. Логістичні та узагальнені логістичні популяції. Популяції типу Оллі. Прогнозування динаміки чисельності ізольованих популяцій.

Тема 4. Моделювання динаміки двохвидових систем.

Класифікація біотичних взаємодій по Беркхольдеру–Одуму. Модель Лотки-Вольтери для систем експлуататор-жертва. Модель Вольтери-Лотки для взаємодій типу інтерференція. Моделювання біотичних взаємодій типу коменсалізм, аменсалізм та мутуалізм.

Тема 5. Дослідження багатовидових систем.

Система диференціальних рівнянь для багатовидових біоценозів. Структурна матриця біоценозу. Визначення типу взаємодій в багатовидових системах. Оцінка зв'язності та показники різноманітності біоценозів. Численні методи дослідження моделей багатовидових біоценозів.

Модульний контроль

Змістовний модуль №3. Застосування статистичних методів для прогнозування стану довкілля.

Тема 6. Статистичні методи прогнозування.

Аналітичні та статистичні методи прогнозування. Екстраполяційні методи прогнозування. Детерміновані і статистичні моделі та їх використання для складення прогнозів. Необхідність використання статистичних методів прогнозування.

Тема 7. Використання кореляційного аналізу для виявлення факторів впливу на стан довкілля.

Кореляційний аналіз. Види кореляції: лінійна та нелінійна, плюсова та мінусова, пряма та косячна, парна та множинна. Коефіцієнт парної лінійної кореляції. Коефіцієнти частинної та множинної кореляції. Виявлення суттєвих факторів антропогенного впливу на стан довкілля за допомогою методів кореляційного аналізу.

Тема 8. Використання регресивного аналізу для прогнозування показників стану довкілля.

Регресивний аналіз. Визначення понять "функція регресії", "регресивна модель". Види регресії. Парна лінійна регресія. Ідентифікація регресивної моделі методом найменших квадратів. Коефіцієнт детермінації. Особливості створення нелінійних регресивних моделей. Множинна регресія. Вибір суттєвих факторів для створення множинної регресивної моделі. Кореляційно-регресивний аналіз.

Змістовний модуль №4. Моделювання і прогнозування наслідків локального антропогенного впливу на довкілля.

Тема 9. Концептуальна модель поширення забруднюючих речовин у природному середовищі.

Головні процеси, що обумовлюють поширення забруднюючих речовин у різних компонентах природного середовища. Основні фактори, які впливають на поширення забруднюючих речовин у різних компонентах природного середовища.

Тема 10. Дифузійна модель поширення забруднюючих речовин.

Турбулентна і масова дифузія у водному середовищі та в атмосфері. Закони дифузії Фіка. Модель поширення забруднюючих речовин в рухомих середовищах та її дослідження.

Тема 11. Моделювання поширення забруднюючих речовин у водному середовищі.

Початкова, основна та загальна кратність розбавлення зворотних вод. Методи розрахунку початкової кратності розбавлення. Методи розрахунку основної кратності розбавлення у річках. Методи розрахунку основної кратності розбавлення у водоймах та морях. Консервативні

та неконсервативні забруднюючі речовини. Прогнозування концентрацій забруднюючих речовин на різних відстанях від джерел забруднення поверхневих вод.

Тема 12. Моделювання поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Профілі стійкості атмосфери. Моделі турбулентної дифузії та Гаусового струменя. Врахування інерційних та конвекційних процесів при моделюванні поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Врахування процесів осідання пилу.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля						
Тема 1. Понятійний апарат моделювання і прогнозування	10	2	0	0	0	8
Тема 2. Рівноважний стан екологічних систем та його стійкість	20	2	4	0	0	14
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	30	4	4	0	0	22
Змістовий модуль 2. Моделі популяційної динаміки						
Тема 3. Моделювання динаміки ізольованих популяцій	10	2	2	0	0	6
Тема 4. Моделювання динаміки двохвидових систем	10	2	4	0	0	4
Тема 5. Дослідження багатовидових систем	12	2	4	0	0	6
Модульний контроль	2	2	0	0	0	0
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	34	10	10	0	0	16
Змістовий модуль 3. Застосування статистичних методів для прогнозування стану довкілля						
Тема 6. Статистичні методи прогнозування	8	2		0	0	6
Тема 7. Використання кореляційного аналізу для виявлення факторів впливу на стан довкілля	8	1	2	0	0	5
Тема 8. Використання регресивного аналізу для прогнозування показників стану довкілля	8	1	2	0	0	5
Індивідуальне завдання	7	0	0	0	0	7
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	31	4	4	0	0	23
Змістовий модуль 4. Застосування статистичних методів для прогнозування стану довкілля						
Тема 9. Концептуальна модель поширення забруднюючих речовин у природному середовищі	5	1	0	0	0	4
Тема 10. Дифузійна модель поширення за-	7	1	2	0	0	4

бруднюючих речовин						
Тема 11. Моделювання поширення забруднюючих речовин у водному середовищі	7	1	2	0	0	4
Тема 12. Моделювання поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі	7	1	2	0	0	4
Модульний контроль	2	2	0	0	0	0
Індивідуальне завдання	10	0	0	0	0	10
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	38	6	6	0	0	26
Усього годин	135	24	24	0	0	87

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Розв'язання задач щодо виконання принципу Ле-Шательє в екологічних системах	2
2	Розв'язання задач щодо застосування моделі Мальтуса для прогнозування чисельності ізольованих популяцій	2
3	Розв'язання задач щодо застосування моделі Ферхюльста-Пірла для прогнозування чисельності ізольованих логістичних популяцій	2
4	Розв'язання задач щодо моделювання чисельності популяцій типу Олі та узагальнених логістичних популяцій	2
5	Розв'язання задач щодо використання кореляційного аналізу для виявлення факторів антропогенного впливу на стан довкілля	2
6	Розв'язання задач щодо використання регресивного аналізу для прогнозування показників стану довкілля	2
7	Розв'язання задач щодо законів дифузії Фіка	4
8	Розв'язання задач щодо прогнозування поширення забруднюючих речовин у водному середовищі	2
9	Розв'язання задач щодо прогнозування поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі	4
	Разом	16

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з різними підходами до визначення понять "модель", "моделювання", "прогнозування" та різними підходами до класифікації моделей.	8
2	Ознайомлення з методами визначення умов рівноважного стану систем та оцінки стійкості рівноваги.	14
3	Розв'язання задач щодо прогнозування чисельності ізольованих популяцій.	6
4	Розв'язання задач щодо прогнозування чисельності популяцій в двохвидових системах.	4
5	Розв'язання задач щодо дослідження багатовидових систем.	6
6	Ознайомлення з різними статистичними методами створення часових прогнозів.	6
7	Множинний кореляційний та регресивний аналіз	5

8	Нелінійний кореляційний та регресивний аналіз	5
9	Вивчення різних процесів, що обумовлюють поширення забруднюючих речовин у водному середовищі та атмосферному повітрі	4
10	Розв'язання задач щодо законів дифузії Фіка	4
11	Розв'язання задач щодо розрахунків гранично допустимих скидів речовин із зворотними водами	4
12	Розв'язання задач щодо розрахунків санітарно-захисної зони підприємства	4
	Разом	87

7. Методи навчання

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

8. Методи контролю

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

9. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

9.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Індивідуальне завдання	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку включає 100 тестових питань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

9.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Основні типи прогнозів і моделей; різні підходи до класифікації прогнозів і моделей; необхідні етапи моделювання та їх послідовність; визначення понять "рівноважний стан сис-

тем" та "квазірівноважний стан систем", різні типи рівноважного стану систем; принцип Ле-Шательє та можливості його виконання в екологічних системах; інтерполяційно-екстраполяційні методи прогнозування та можливості їх застосування; концепції моделей Мальтуса і Ферхюльста; рівняння Пирла-Ферхюльста; визначення понять "біотичний потенціал" та "ємність середовища існування"; типи біотичних взаємодій по Беркхольдеру–Одуму; принцип класифікації біотичних взаємодій по Беркхольдеру–Одуму; концептуальні та математичні моделі поширення забруднюючих речовин в водних об'єктах та приземному шарі атмосфери.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Планувати процес моделювання антропогенного впливу на довкілля; визначати точки рівноважного стану системи аналітичними та графічними методами; оцінювати стійкість рівноваги аналітичними та графічними методами; оцінювати напрям і інтенсивність кореляційного зв'язку між показниками стану системи та факторами впливу; розраховувати коефіцієнти регресії та характеристики якості регресивної моделі; виконувати лінеаризацію основних типів нелінійних регресивних моделей; досліджувати динаміку кількості ізольованих популяцій за допомогою фазових портретів їх моделей; досліджувати вирішення дифузійних моделей з метою визначення наслідків забруднення; прогнозувати концентрації забруднюючих речовин в різних точках простору за допомогою дифузійних моделей.

9.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні роботи та здати тестування.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі лабораторні роботи, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

10. Методичне забезпечення

1. Матеріали лекцій.
2. Навчальні посібники

11. Рекомендована література

Базова

1. Теорія ймовірностей, математична статистика та імовірнісні процеси: навч. посіб. / Ю. М. Слюсарчук, Й. Я. Хром'як, Л. Л. Джавала, В. М. Цимбал ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2015. — 364 с.
2. Сеньо П. С. Теорія ймовірностей та математична статистика. — 2-ге вид. — Київ: Знання, 2007. — 556 с.

Додаткова література

1. Гнеденко Б. В. Курс теорії ймовірностей. — К.: ВПЦ Київський університет, 2010. — 464 с.
2. Берешко И.Н., Бетин А.В. Математические модели в экологии: В 2 ч.: Учеб. пособие. — Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. Ч. 1. — 68 с.
3. Математические модели в экологии. Ч. 2 / В. В. Брук, Н. К. Маркина, И. Н. Берешко, С. В. Чистякова. — Учеб. пособие. — Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. — 52 с.

12. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k106.khai.edu>