

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

Кафедра екології та техногенної безпеки (№ 106)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2



Д. М. Крицький
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Математична екологія
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 10 Природничі науки, 11 Математика та статистика, 12 Інформаційні технології, 15 Автоматизація та приладобудування, 16 Хімічна та біоінженерія, 17 Електроніка та телекомунікації, 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 101 Екологія, 103 Науки про Землю, 113 Прикладна математика, 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 124 Системний аналіз, 125 Кібербезпека, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, 163 Біомедична інженерія, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 173 Авіоніка, 193 Геодезія та землеустрій

Освітня програма: усі освітні програми за відповідними спеціальностями

Рівень вищої освіти: *другий (магістерський)*

Харків – 2021 р.

Робоча програма «Математична екологія»

для студентів за спеціальністю: 101 Екологія, 103 Науки про Землю, 113 Прикладна математика, 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 124 Системний аналіз, 125 Кібербезпека, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, 163 Біомедична інженерія, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 173 Авіоніка, 193 Геодезія та землеустрій.

Освітня програма: усі освітні програми за відповідними спеціальностями.

«29» червня 2021 р., – 8 с.

Розробник: к.т.н., доцент



С.О. Лобов

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри № 106 екології та техногенної безпеки

Протокол № 9 від «29» червня 2021 р.

Завідувач кафедри 106 к.т.н., доцент

(науковий ступінь і звання)



В.В. Кручина

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: <u>10 Природничі науки, 11 Математика та статистика, 12 Інформаційні технології, 15 Автоматизація та приладобудування, 16 Хімічна та біоінженерія, 17 Електроніка та телекомунікації, 19 Архітектура та будівництво</u> Спеціальність: <u>101 Екологія, 103 Науки про Землю, 113 Прикладна математика, 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 124 Системний аналіз, 125 Кібербезпека, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, 163 Біомедична інженерія, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 173 Авіоніка, 193 Геодезія та землеустрій</u> Освітня програма: <u>усі освітні програми за відповідними спеціальностями</u> Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік 2021/ 2022
Кількість змістовних модулів – 3		Семестр 2 (4)-й
Загальна кількість годин - 56/150		Лекції 32 годин
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5,2		Практичні, семінарські¹⁾ <u>24</u> години Лабораторні ¹⁾ Самостійна робота 94 година Вид контролю модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 56/94

2. Методичні рекомендації по вивченню дисципліни

Навчальна дисципліна «Математична екологія» є дисципліною за вибором і забезпечує формування системних знань відносно математичних моделей і методів що використовуються при вирішенні проблем екології. Дисципліна розглядається як продовження курсу «Математичне моделювання в екології», яка поглиблює знання про використання сучасного математичного апарату при вирішенні різноманітних екологічних систем з акцентуванням уваги студентів на такій важливій її складовій як системний аналіз.

Мета: метою курсу «математичної екології» є вивчення математичної теорії круговоротів речовин в природі та динаміки популяцій, в якій фундаментальні біологічні уявлення про динаміку чисельності видів тварин, рослин, мікроорганізмів і їх взаємодії формалізовані у вигляді математичних структур, в першу чергу, систем диференціальних, інтегро-диференціальних та різницевих рівнянь.

Завдання: вивчення базових знань зі створення та аналізу наступних моделей:

імітаційні комп'ютерні моделі; моделі екологічних спільнот; моделі водних екосистем; моделі продукційного процесу рослин; моделі лісових співтовариств; загальні принципи оцінювання забруднення атмосфери і поверхні землі; глобальні моделі, що дозволяє оцінити глобальні та локальні зміни клімату, температури, типу рослинного покриву при різних сценаріях розвитку людства.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми Зміст дисципліни направлений на формування наступних загальних компетентностей:

- K01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.
- K02. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- K04. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- K07. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
- K08. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- K09. Здатність працювати в команді

K11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

фахових компетентностей:

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

K15. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

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

K21. Здатність обґрунтовувати необхідність та розробляти заходи, спрямовані на збереження ландшафтно-біологічного різноманіття та формування екологічної мережі.

K23. Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень.

K24. Здатність інформувати громадськість про стан екологічної безпеки та збалансованого природокористування.

K25. Здатність до опанування міжнародного та вітчизняного досвіду вирішення регіональних та транскордонних екологічних проблем.

Програмні результати навчання:

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати/розуміти:**

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 в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

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.

ПР14. Уміти доносити результати діяльності до професійної аудиторії та широкого загалу, робити презентації та повідомлення.

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

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **вміти:** стосовно аудіювання:

ПР06. Виявляти фактори, що визначають формування ландшафтно-біологічного різноманіття;

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

ПР19. Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

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

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

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи математичної екології

Тема 1. Загальносистемний підхід до моделювання екологічних систем.

Методи загальносистемного аналізу. Принцип ізоморфізму. Робота з імітаційною моделлю. Експериментальне та натурне спостереження екологічних процесів

Тема 2. Класи завдань та математичний апарат.

Описові моделі: регресійні та інші емпірично встановлені кількісні залежності, що не претендують на розкриття механізму описуваного процесу. Якісні моделі, які будуються з метою з'ясування динамічного механізму досліджуваного процесу, здатні відтворити динамічні ефекти, що спостерігаються в поведінці систем. Імітаційні моделі конкретних еко-логічних та еколого-економічних систем, що враховують всю наявну інформацію про об'єкт. Завдання просторової організації екологічних систем.

Тема 3. Гіпотези Вольтерра про типи взаємодій у екосистемах.

Системи вивчені Вольтерра. Вольтеррівські рівняння.

Тема 4. Моделі екологічних спільнот.

Загальна схема потоків речовини та енергії в екосистемі. Загальна схема потоків речовини та енергії в екосистемі. Принцип зустрічей. Схема трофічної мережі екосистеми, замкнутої речовиною.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Загальні принципи та закони математичної екології

Тема 5. Принципи обмеження в екології.

Основні чинники, взаємодія яких якісно визначає долю системи. Концепція лімітуючих факторів або закон мінімуму Юстуса Лібіха. Математична теорія опису систем з лімітуючими факторами І. А. Полетаєва.

Тема 6. Закон толерантності та функції відгуку.

Принцип сукупної дії факторів. Принцип або метод функцій відгуку. Закон толерантності. Математичне визначення функції відгуку.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 3. Моделі екосистем та глобальні моделі

Тема 7. Моделі біохімічних циклів.

Модель біохімічного циклу вуглецю. Модель біохімічного циклу кисню. Модель біохімічного циклу азоту. Деякі аспекти круговороту води.

Тема 8. Моделі водних екосистем.

Моделювання океанічної біоти. Взаємозв'язок між живими та відсталими компонентами океанічної екосистеми. Залежність швидкості фотосинтезу від глибини. Вплив концентрації їжі на швидкість зростання споживачів її компонента. Рівняння балансу речовин та енергії. Блок-схема спрощеної моделі екосистеми океану

Тема 9. Особливості моделювання наземних екосистем.

Моделі продукційного процесу рослин. Моделі лісових угруповань. Моделювання антропогенних впливів на біосфері. Деякі аспекти демографічних моделей. Глобальні та кліматичні моделі.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Те-

5.
ми

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	усьо го	у тому числі			
		л	п	ла	с.р.
Змістовний модуль1 Основи математичної екології					
Тема 1. Загальносистемний підхід до моделювання екологічних систем	17	4	3		10
Тема 2. Класи завдань та математичний апарат	17	4	3		10
Тема 3. Гіпотези Вольтерра про типи взаємодій у екосистемах	15,5	4	1,5		10
Тема 4. Моделі екологічних спільнот	14,5	3	1,5		10
Модульний контроль (тест 1)	1	1			
Разом за змістовним модулем 1	65	16	9		40
Змістовний модуль 2 Загальні принципи та закони математичної екології					
Тема 5. Принципи обмеження в екології	16	3	3		10
Тема 6. Закон толерантності та функції відгуку	16	3	3		10
Модульний контроль (тест 2)	1	1			
Разом за змістовним модулем 2	33	7	6		20
Змістовний модуль 3 Моделі екосистем та глобальні моделі					
Тема 7. Моделі біохімічних циклів	18	3	3		12
Тема 8. Моделі водних екосистем	16	3	3		10
Тема 9. Особливості моделювання наземних екосистем	17	2	3		12
Модульний контроль (тест 3)	1	1			
Разом за змістовним модулем 3	52	9	9		34
Контрольний захід (іспит)					
Усього годин	150	32	24		94

практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи загальносистемного аналізу	3
2	Три основні класи математичних моделей в екології	3
3	Побудова трофічних графів (пірамід)	1,5
4	Модель співтовариств біологічних видів	1,5
5	Схема рослини як системи з лімітуючими факторами	3
6	Визначення функції відгуку	3
7	Кругообіг: CO ₂ , N ₂ , O ₂ , H ₂ O	3
8	Забруднення океану	3
9	Залежність середньої температури атмосфери від антропогенних викидів тепла та аерозолів	3
Разом		24

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Специфіка математичного моделювання живих систем	10
2	Хвилі життя	10
3	Динаміка популяцій	10
4	Ряд Фібоначчі	10
5	Експонентне зростання.	10
6	Необмежене зростання. Автокаталіз	10
7	Обмежене зростання	12
8	Природно-наукове мислення	10
9	Екологічна свідомість	12
	Разом	94

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій (пояснень, розповідей, навчальних дискусій), практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів (методичні посібники).

8. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю.

9. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю.

10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

Складові навчальної роботи	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання практичних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Виконання практичних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 3			
Виконання практичних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Усього за семестр			0...100

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

Білет для іспиту складається з двох питань, кожне з яких оцінюється в 50 балів.

10.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Основи теорії систем та математичної екології; основні методи моделювання, що застосовуються в задачах екології; базові напрямки розвитку математичного моделювання екосистем.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Проводити розрахунки по базовим законам математичної екології, проводити якісний і кількісний математичний аналіз екологічних систем.

10.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Зробити всі практичні роботи та здати тестування. Мати уявлення про базові закони математичної екології, розуміти різницю між якісним і кількісним моделюванням, розуміти завдання математичної екології.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, зробити всі практичні роботи, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Добре орієнтуватися в застосуванні законів математичної екології, знати і вміти розраховувати екологічні показники найбільш відомими і загальноприйнятими математичними методами і вміти давати рекомендації з управління екосистем за допомогою математичних моделей.

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

11 Рекомендована література

Базова

1. Каган М. С. Философия культуры. С.-П., Петрополис, 1996.
2. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М., Наука. 1997.
3. Князева Е. Н. Курдюмов С. П. Основания синергетики. С.-П., 2002, изд. «Алетейя», 414 с.
4. Пригожий И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., Прогресс, 1986.
5. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические модели биологических продукционных процессов. М., изд. МГУ, 1993.

Допоміжна

6. Baird Callicott J. The Conceptual Foundations of the Land Ethic. In: Defense of the Land Ethics, Albany: SUNY Press, 1989.
7. Fritjof Capra. The Turning Point. London, 1982.
8. Orr David W. Earth in Mind, Island Press, 1994.
9. Partridge Ernest. Nature as a moral resource. Environmental Ethics, 6:2, Summer, 1984.
10. Partridge Ernest. Are we ready for Ecological Morality. Environmental Ethics, 4, 1982.
11. Stewart Ian. Does God Play Dice? Blackwell. 1989.
12. Wilson Edward O. Biophilia, Cambridge, 1984.