

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Факультет природничо-економічний
Кафедра біології та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біології та екології



Наталія КАЗАНІШЕНА

“29” серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОЛОГІЇ

для підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

за освітньо-професійною програмою Екологія

спеціальності 101 Екологія

галузі знань 10 Природничі науки

мова навчання українська

2023-2024 навчальний рік

Розробники програми: В.А.Федорчук, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних наук, професор;
О.І. Любинський, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри екології, професор

Ухвалено на засіданні кафедри біології та екології

Протокол № 2 від 29 серпня 2023 року

ПОГОДЖЕНО

Гарант освітньої програми

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'I' and 'F' combined together, written over a horizontal line.

Іван ФЕДОРЧУК

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Програма вивчення навчальної дисципліни «Математичні методи та моделювання в екології» укладена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузь знань 10 Природничі науки, спеціальність 101 Екологія.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є: теорією та практикою моделювання екологічних процесів.

Метою дисципліни «Математичні методи та моделювання в екології» є ознайомлення студентів з теорією та практикою моделювання різних екологічних процесів, зокрема, формування уявлення про сутність екологічних процесів; дослідження особливостей моделювання в екології, ознайомлення з моделями, спрямованими на визначення стану довкілля та його охорону, вивчення загальних прийомів і методів, що використовуються в управлінні антропогенним впливом на довкілля, удосконалення механізму прогнозування стану навколишнього природного середовища.

2.Обсяг дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчального курсу
	денна форма здобуття вищої освіти
Освітньо-професійна програма	Екологія
Рік навчання / рік викладання	3-й /2023-2024
Кількість кредитів ЄКТС	4,0
Загальний обсяг годин	120 год
Кількість годин навчальних занять	48 год
Лекційні заняття	24 год
Практичні заняття	24 год
Самостійна робота	72 год
Форма підсумкового контролю	залік

3.Статус дисципліни: обов'язковий освітній компонент професійної підготовки.

4.Передумови для вивчення дисципліни: Вступ до спеціальності, Загальна екологія та неоекологія, Біологія, Гідрологія, Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище та методи вимірювання.

5.Програмні компетентності навчання:

Інтегральна компетентність:

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

Загальні компетентності:

ЗК 01	Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.
ЗК 02	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Фахові компетентності:

СК 03	Розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук.
СК 05	Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.
СК 10	Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень.

СК 14	Здатність аналізувати та прогнозувати особливості впливу екологічних факторів на організм людини, змін у стані здоров'я населення в зв'язку із забрудненням довкілля, адаптаційних можливостей людини до впливу небажаних чинників.
--------------	---

6. Очікувані результати навчання з дисципліни:

ПРН 03	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.
ПРН 08	Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень.
ПРН 09	Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.
ПРН 10	Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень.
ПРН 11	Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.

7.Засоби діагностики результатів навчання: питання для усного опитування, бесіди, тестові завдання.

8.Програма навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	разом	у тому числі			
		Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1. Методи математичного та комп'ютерного моделювання в екології					
Тема 1. Сучасний стан та світові тенденції розвитку математичного та комп'ютерного моделювання в екології.	8	2			6
Тема 2. Основні поняття та положення математичного моделювання.	8	2			6
Тема 3. Особливості моделювання екологічних процесів.	10	2	2		6
Тема 4. Основи роботи в системах комп'ютерного моделювання.	10	2	2		6
Тема 5. Візуалізація результатів моделювання	12	2	2		8
Тема 6. Використання пакетів комп'ютерного моделювання для розв'язування екологічних задач.	14	2	4		8
Змістовий модуль 2. Моделювання стану довкілля					
Тема 7. Математичні моделі в екосистемології.	12	2	2		8
Тема 8. Моделювання динаміки популяцій.	12	2	2		6
Тема 9. Моделювання забруднень у навколишньому середовищі.	10	2	2		6
Тема 10. Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів	12	2	4		6

Тема 11. Застосування комп'ютерних (інформаційних) технологій у моделюванні і прогнозуванні стану довкілля	12	4	2		6
Разом годин	120	24	24		72

9.Форми поточного та підсумкового контролю: опитування, виконання самостійної роботи, написання модульної контрольної роботи, залік.

10.Критерії оцінювання результатів навчання

Розподіл балів, що присвоюються здобувачам:

Поточний і модульний контроль (100 балів)			Сума	
Поточний контроль		МКР	100	
30 балів		50 балів		
Зм 1.	Зм 2.			20 балів
15	15			

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ НА ЗАНЯТТЯХ (30 балів)

Максимальний бал оцінки поточної успішності здобувачів ВО на навчальних заняттях – 12 (https://drive.google.com/file/d/1aD_jeL-jGRbDWAegkQ58tdMxxbqQKuff/view).

Здобувачу, який не виконав поточних завдань, не підготувався до навчальних занять, в журнал обліку роботи академічної групи ставиться 0 балів.

Здобувач ВО, знання, уміння і навички якого на навчальних заняттях за 12-бальною шкалою оцінено від 1 до 3 балів, вважається таким, що недостатньо підготувався до цих занять і має академічну заборгованість за результатами поточного контролю. Поточну заборгованість, пов'язану з непередготовленістю або недостатньою передготовленістю до навчальних занять, здобувач повинен ліквідувати. За ліквідацію поточної заборгованості нараховуються бали середнього (4, 5, 6), достатнього (7, 8, 9) та високого рівня (10, 11, 12).

Критерії оцінювання знань, умінь, навичок здобувачів вищої освіти

Рівні навчальних досягнень	Оцінка в	Критерії оцінювання
Початковий (понятійний)	1	Здобувач вищої освіти володіє навчальним матеріалом на рівні засвоєння окремих термінів, фактів без зв'язку між ними: відповідає на запитання, які потребують відповіді „так” чи „ні”.
	2	Здобувач вищої освіти не достатньо усвідомлює мету навчально-пізнавальної діяльності, робить спробу знайти способи дій, розповісти суть заданого, проте відповідає лише за допомогою викладача на рівні „так” чи „ні”; може самостійно знайти в підручнику відповідь.
	3	Здобувач вищої освіти намагається аналізувати на основі елементарних знань і навичок; виявляє окремі закономірності; робить спроби виконання завдань репродуктивного характеру; за допомогою викладача виконує прості завдання за готовим алгоритмом.
Середній (репродуктивний)	4	Здобувач вищої освіти володіє початковими знаннями, здатний виконати завдання за зразком; орієнтується в термінах, поняттях; самостійне опрацювання навчального матеріалу викликає значні труднощі.
	5	Здобувач вищої освіти розуміє суть навчальної дисципліни, може дати визначення понять, категорій (однак з окремими помилками); вміє працювати з підручником, самостійно опрацьовувати частину навчального матеріалу; виконує прості завдання за алгоритмом, але окремі висновки є нелогічними та непослідовними.
	6	Здобувач вищої освіти розуміє основні положення навчального матеріалу, може поверхнево аналізувати факти, явища, робить певні висновки; відповідь може бути правильною, проте недостатньо осмисленою; самостійно відтворює більшу частину матеріалу; вміє застосовувати знання під час виконання практичних завдань за алгоритмом, послуговуватися додатковими джерелами.

Достатній (алгоритмічно дієвий)	7	Здобувач вищої освіти правильно і логічно відтворює навчальний матеріал, оперує базовими поняттями, встановлює причинно-наслідкові зв'язки між ними; вміє наводити приклади на підтвердження певних думок, застосовувати теоретичні знання у стандартних ситуаціях; самостійно користуватися додатковими джерелами; правильно використовувати термінологію; складати таблиці, схеми.
	8	Знання здобувача досить повні, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях; вміє аналізувати, робити висновки; відповідь повна, логічна, обґрунтована, однак з окремими неточностями; вміє самостійно працювати, може підготувати реферат і обґрунтувати його положення.
	9	Здобувач вищої освіти вільно володіє вивченим матеріалом, застосовує знання у дещо змінених ситуаціях, вміє аналізувати і систематизувати інформацію, робить аналітичні висновки, використовує загальновідомі докази у власній аргументації; чітко тлумачить предметні поняття, категорії; може самостійно опрацювати матеріал, виконує прості творчі завдання; має сформовані типові навички.
Високий (творчо-професійний)	10	Здобувач вищої освіти володіє глибокими і міцними знаннями та використовує їх у нестандартних ситуаціях; може визначати особливості процесів, фактів, явищ; робить аргументовані висновки; практично оцінює сучасні здобутки методики навчання біології; самостійно визначає мету власної діяльності; виконує творчі завдання; може сприймати іншу позицію як альтернативну; використовує знання, аналізуючи різні явища, процеси.
	11	Здобувач вищої освіти володіє узагальненими знаннями з навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх у нестандартних ситуаціях; вміє знаходити джерела інформації та аналізувати їх, ставити і розв'язувати проблеми, застосовувати вивчений матеріал для власних аргументованих суджень у практичній діяльності (диспути, круглі столи тощо); спроможний за допомогою викладача підготувати виступ на студентську наукову конференцію; самостійно вивчити матеріал; визначити програму своєї діяльності.
	12	Здобувач вищої освіти має системні, дієві знання, виявляє неординарні творчі здібності в навчальній діяльності; використовує широкий арсенал засобів для обґрунтування та доведення своєї думки; розв'язує складні проблемні ситуації та завдання; схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ; уміє ставити і розв'язувати проблеми, самостійно здобувати і використовувати інформацію; займається науково-дослідною роботою; логічно та творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; розвиває свої здібності й схильності; використовує різноманітні джерела інформації; моделює ситуації в нестандартних умовах.

Рейтингова оцінка у балах (r_k) знань, умінь і навичок здобувача вищої освіти на навчальних заняттях із навчальної дисципліни обчислюється після проведення навчальних занять та ліквідації поточної заборгованості, пов'язаної із пропусками занять, непередбаченою або недостатньою підготовленістю до них, за такою формулою:

$$r_k = (0,05r_k^c + 0,4) * R_k,$$

де r_k^c – середня оцінка навчальної діяльності здобувача на заняттях, тобто частка від ділення суми всіх (позитивних від 4 до 12) оцінок на їх кількість, R_k – максимально можливий бал оцінювання результатів навчальної діяльності з дисципліни чи змістового модуля.

Відвідування занять. Очікується, що всі студенти відвідають лекційні та практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

«Положення про організацію освітнього процесу в КПНУ імені Івана Огієнка» (<https://drive.google.com/file/d/1ZbMN35h-7ZSJBBOVvL2bTCaLtRbcQA86/view>).

Самостійна робота (20 балів)

Самостійна робота передбачає опрацювання матеріалу лекційних занять, попередню підготовку до лабораторних занять; виконання завдань і вправ в позааудиторний час; підготовку до обговорення окремих теоретико-практичних тем; самостійне вивчення окремих теоретичних тем курсу; а також підготовку до написання модульної контрольної роботи.

Академічна доброчесність. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не

обмежують приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її не зарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. (<https://integrity.kpnu.edu.ua>)

Неформальна освіта. Визнання КПНУ ім. І. Огієнка результатів навчання, здобутих шляхом формальної або інформальної освіти регламентовано «Порядок визнання в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти (нова редакція)». (<https://drive.google.com/file/d/19GCSM3y-K496gs8RQJp0mO9FjUJumB4T/view>)

У випадку, якщо здобувач освіти отримав знання у неформальній та інформальній освіті, зарахування результатів навчання здійснюється згідно Порядку визнання результатів навчання здобувачів вищої освіти, отриманих шляхом здобуття неформальної/інформальної освіти в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка, зокрема, якщо їх тематика відповідає змісту навчальної дисципліни (окремій темі або змістовому модулю).

Здобувачі, які за виконання завдань СР отримали рейтинговий бал менший 60% від максимальної кількості балів, виділених на цей вид роботи, а також ті, що не з'явилися на звіт за виконання СР на консультації, або не виконали її завдань, вважаються такими, що мають академічну заборгованість за результатами поточного контролю, ліквідація якої є обов'язковою.

	Критерії	Бали
20 балів	Рейтингових балів, ставиться, якщо завдання виконано не в повному обсязі; мають місце помилки; відповіді на запитання даються не в повному обсязі.	12 – 13
	Рейтингових балів, ставиться, якщо завдання виконано в повному обсязі, відповіді на запитання даються по суті, але не в деталях.	14 – 17
	Рейтингових балів, ставиться: при виконанні у повному обсязі, відповіді на запитання вичерпні й аргументовані; оформлення відповідає вимогам.	18-20

Модульна контрольна робота (50 балів)

Модульна контрольна робота виконується у письмовій формі. До її написання допускаються всі здобувачі. Позитивну оцінку за МКР не рекомендується покращувати.

Здобувачі, які за результатами виконання МКР отримали рейтинговий бал менший 60 % від максимальної кількості балів, виділених на цей вид роботи, а також ті, що не з'явилися для її виконання або не виконали її завдань, вважаються такими, що мають академічну заборгованість за результатами поточного контролю, ліквідація якої є обов'язковою.

	Критерії	Бали
МКР 50 балів	Рейтингових балів, ставиться, якщо завдання МКР виконано не в повному обсязі; мають місце помилки; відповіді на запитання даються не в повному обсязі.	30 – 37
	Рейтингових балів, ставиться, якщо завдання МКР виконано в повному обсязі, відповіді на запитання даються по суті, але не в деталях.	38 – 44
	Рейтингових балів, ставиться: при виконанні МКР у повному обсязі, відповіді на запитання вичерпні й аргументовані; оформлення відповідає вимогам.	45-50

Рейтингова оцінка з кредитного модуля (100 балів)

Рейтингова оцінка з кредитного модуля – сумарна підсумкова оцінка за 100-бальною

шкалою рівня засвоєння здобувачем вищої освіти певного кредитного модуля (навчальної дисципліни) упродовж його вивчення.

Рейтингова оцінка у балах знань, умінь і навичок здобувача вищої освіти на навчальних заняттях з навчального (змістового) модуля обчислюється після проведення цих занять та ліквідації здобувачем вищої освіти поточної заборгованості, пов'язаної з пропусками занять, невідповідністю або недостатньою підготовленістю до них.

Підсумковий рейтинг з кредитного модуля (дисципліни)

Рейтингова оцінка з кредитного модуля	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A (відмінно)	зараховано
82-89	B (дуже добре)	
75-81	C (добре)	
67-74	D (задовільно)	
60-66	E (достатньо)	
35-59	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)	не зараховано
34 і менше	F (незадовільно з обов'язковим проведенням додаткової роботи щодо вивчення навчального матеріалу кредитного модуля)	

Здобувачам, які отримали незадовільну оцінку, дозволяється ліквідувати академічну заборгованість після належної підготовки. Ліквідація академічної заборгованості за результатами семестрового контролю дозволяється до початку наступного семестру в час, визначений графіком ліквідації академічної заборгованості, та допускається не більше двох разів з навчальної дисципліни: один раз викладачеві, другий – комісії, яка створюється за розпорядженням декана факультету.

Якщо здобувач ліквідує академічну заборгованість на засіданні комісії, яка створюється за розпорядженням декана факультету, його відповідь оцінюється за 100-бальною шкалою без урахування результатів поточної успішності.

Перескладання рейтингових оцінок (від 60 і більше балів) з метою їх підвищення дозволяється лише у виняткових випадках за погодженням з деканом факультету та з дозволу ректора університету.

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна:

Персональний комп'ютер 1- шт., Проектор Acer 1- шт., Екран для проектор Elite Screens - 1- шт. Передбачається застосування об'єктно-модульного динамічного середовища навчання MOODLE.

12.Рекомендована література

Основна

1. *Верлань А., Федорчук В.* Деякі особливості задач оптимізації обчислень в комп'ютерно-інтегрованих системах // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології, 2021. Вип. 32. С. 64-69. <http://www.fmmit.lviv.ua/index.php/fmmit/article/view/161>

2. Комп'ютерне моделювання в біології / Упорядники О.В. Оглобля, М. С. Мірошниченко, С. О. Костерін. Київ: Видавничий центр «Азбука», 2012. 120 с. URL: <https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/biofiziki/Library/KompModOgloblya.pdf>

3. Метод моделювання в ході вивчення біологічних систем : Метод. вказівки для самостійного вивчення дисципліни "Моделювання біологічних процесів і систем" для студентів денної форми навчання першого рівня вищої освіти (бакалавр), спеціальностей 163 Біомедична інженерія, 208 Агроінженерія ; Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка

; уклад.: В. О. Шигимага. Харків: 2023. 20 с. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/jspui/bitstream/123456789/33440/1/MV_METOD%20MODEL%20YUVA_NNYA%2023.pdf

4. Федорчук В. А., Дячук О. А., Митько Л. О. Еквівалентні перетворення математичних моделей в'язкопружних динамічних об'єктів. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія : Фізико-математичні науки : зб. наук. праць / Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, КПНУ імені Івана Огієнка. Кам'янець-Подільський : КПНУ, 2020. Вип. 21. С. 145-163. <http://mcm-math.kpnu.edu.ua/article/view/224961>

5. Семерня О.М., Любинський О.І., Федорчук І.В., Гордій Н. М., Тютюнник О.С., Слободяник В.Г. Зв'язок між наночастинками глинистих мінералів та забрудненням ґрунту: перспективи для екологічної стійкості. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. 2023. Т. 21. № 4. С. 887–898.

6. Семерня О.М., Любинський О.І., Федорчук І.В., Гордій Н.М., Тютюнник О.С. Оцінка впливу та моделювання стану довкілля в контексті нових вимірів екології. Екологічні науки: науковий журнал. Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2022. № 3(38). С. 5-8. URL: <http://www.ecoj.dea.kiev.ua/archives/2021/5/3.pdf>

7. Andriy Verlan, Volodymyr Fedorchuk, Vitalii Ivaniuk, Jo Sterten. Using Non-linear Integral Models in Automatic Control and Measurement Systems for Sensors' Input Signals' Recovery // Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer International Publishing. WCIS 2020, AISC, Vol. 1323. P. 18-25. (Scopus, Web of Science Core Collection)

8. Fedorchuk V., Verlan A. Computer Modelling of Drill String of an Oilwell Drilling Rig / IEEE Xplore Digital Library. TCSET-2018. P. 346-350. (Scopus, Web of Science Core Collection) <https://ieeexplore.ieee.org/document/8336216/>

13. Рекомендовані джерела інформації

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://menr.gov.ua/>
2. Природно-заповідний фонд України. URL: <https://pzf.land.kiev.ua/>
3. Всесвітня метеорологічна організація WMO. URL: <http://www.wmo.ch>
4. Система Світових центрів даних МСНС. URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/wdc/wdcmain.html>
5. Інформаційна система програми ЮНЕП GRID. URL: <http://www.grid.org>
6. Міжнародна програма геосферно-біосферних досліджень IGBP. URL: <http://www.igbp.kva.se/cgi-bin/php/frameset.php>
6. Асоціація природоохоронних територій України . URL: <http://www.zapovidnyk.org/>