

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Факультет екологічної та техногенної безпеки
Кафедра екології та природоохоронних технологій

Код РПНД Т73334



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи
Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Modeling of Environmental Protection Systems and Equipment

рівень вищої освіти магістр

тип дисципліни обов'язкова

мова викладання українська

Миколаїв, 2025 рік

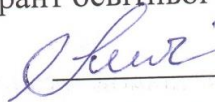
Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі G «Інженерія, виробництво та будівництво» спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища», освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»

“ 7 ” квітня 2025 року. – 26 с.

Розробники: д.б.н., проф. І.В. Наконечний, к.с.-г.н., доц. Гіржева О.Л.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»

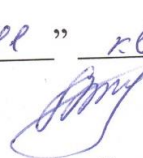


канд. техн. наук, доцент, Сергій ЛІТВАК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» розглянуто на засіданні кафедри екології та природоохоронних технологій

Протокол від № 9 від “ 11 ” квітня 2025 року.

Завідувач кафедри

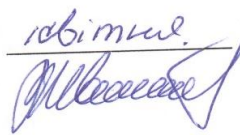


Ганна ТРОХИМЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» розглянуто Методичною радою факультету економіки та екології моря

Протокол від № 9 від “ 14 ” квітня 2025 року.

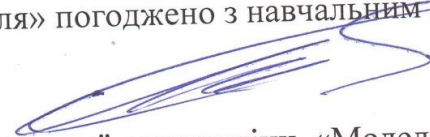
Голова



Вячеслав ІВАТА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

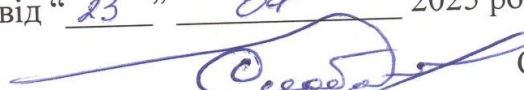


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робочу програму навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол від № 4 від “ 23 ” оч 2025 року.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	14
7. Форми поточного та підсумкового контролю	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання	17
9. Засоби навчання	18
10. Рекомендовані джерела інформації	18

ВСТУП

Програма нормативної навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища» для підготовки фахівців другого рівня вищої освіти – магістрів спеціальності G2 Технології захисту навколишнього середовища. Предмет дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» є одним із ключових в системі підготовки фахівців-екологів, формуючи в них базисні знання щодо такої об'ємної сфери науково-прикладної діяльності, якою є моделювання процесів, явищ, станів та екосистем. Ознайомлення магістрантів із сьогоденним різноманіттям і принципами практичного застосування сучасних математичних моделей, які використовуються для повсякденної оцінки стану, прогнозування розвитку і тенденцій штучних та змішаних екосистем є у край важливим. Курс спрямований на формування компетентності, важливої для особистісного розвитку фахівців та їхньої конкуренто-спроможності на сучасному ринку праці. При цьому розроблений курс дисципліни має виражену регіональну специфіку, спрямовану на особливості природного середовища Півдня України та специфіку суднобудівного закладу освіти.

Вимоги до знань та умінь за наслідками засвоєння навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» у здобувачів вищої освіти з кваліфікацією «Магістр з екології» визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Анотація

Об'єктом вивчення дисципліни є екологічне моделювання процесів та явищ, які загалом спричиняють цілісний вплив на довкілля. Предметом вивчення дисципліни є закономірності розвитку і сучасні можливості використання різних видів моделей при вирішенні екологічних задач. Сутність предмету передбачає ознайомлення з основами математичного і програмного моделювання, а також із сучасними та найбільш вживаними засобами комп'ютерного моделювання природних процесів та об'єктів, у т.ч. ГІС-засобами.

Мета навчального курсу – сформувати систему знань з методології інструментарію побудови моделей природних систем та системи управління природокористуванням, їх аналізу та використання, забезпечити формування у студентів розуміння закономірностей функціонування екосистем, сучасних математичних моделей, які використовуються для прогнозування стану штучних та змішаних екосистем. Курс спрямований на формування компетентності, важливої для особистісного розвитку фахівців та їхньої конкуренто-спроможності на сучасному ринку праці.

Ключові слова: використання моделей в екології, екологічне моделювання, модельні комп'ютерні технології в екології, побудови екологічних прикладних моделей

Abstract

The object of study of the discipline is environmental modeling of processes and phenomena that generally cause a holistic impact on the environment. The subject of study of the discipline are the laws of development and modern opportunities for the use of different types of models in solving environmental problems. The essence of the subject involves familiarization with the basics of mathematical and software modeling, as well as with modern and most used means of computer modeling of natural processes and objects, including GIS means.

The purpose of the training course is to form a system of knowledge on the methodology of tools for building models of natural systems and the management system of nature management, their analysis and use, to ensure the formation of students' understanding of the laws of functioning of ecosystems, modern mathematical models used to predict the state of artificial and semi-natural ecosystems. competitiveness in the modern labor market

Keywords: use of models in ecology, environmental modeling, model computer technologies in ecology, construction of environmental applied models

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 3	Галузь знань - G Інженерія, виробництво та будівництво	Обов'язкова	
		Рік підготовки:	
		5-й	5-й
Модулів – 1	Спеціальність - G2 «Технології захисту навколишнього середовища» Освітня програма - «Технології захисту навколишнього середовища»	Семестр	
Змістових модулів – 3		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету		Лекцій	
Індивідуальне дослідне завдання – не передбачено, але не заперечується, у формі оглядової доповіді		15 год	6 год
		Практичних	
		15 год	6 год
		Лабораторних	
		-	-
Загальна кількість годин - 90 год	Освітній рівень – магістр	Самостійна робота	
		60 год	78 год
Індивідуальні завдання – не передбачені			
Вид контролю - іспит			
Форма контролю: усна / комбінована			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 год; самостійної роботи студента – 5 год.			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК04. Здатність розробляти нові та використовувати відомі способи утилізації, знезараження та рециклінгу побутових і промислових відходів.

ФК05. Здатність впроваджувати і використовувати відновлювальні джерела енергії, ресурсо- та енергозберігаючі технології.

ФК06. Здатність контролювати й оцінювати ефективність природоохоронних заходів та застосовуваних технологій.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни «Моделювання систем та засобів захисту довкілля» є дисципліни, які мають бути вивчені раніше: загальна екологія, моніторинг довкілля, екологічна безпека.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПРН01. Аналізувати складні системи, розуміти їх взаємозв'язки та організаційну структуру.

ПРН08. Проектувати системи комплексного управління відходами та еколого-економічними аспектами їх утилізації, основами проектування полігонів для розміщення відходів, оцінювати їх вплив на довкілля та людину.

ПРН09. Оцінювати загрози фізичного, хімічного та біологічного забруднення біосфери та його впливу на довкілля і людину, вміти аналізувати зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі під впливом природних і техногенних факторів.

ПРН10. Оцінювати вплив промислових об'єктів на навколишнє середовище, наслідки інженерної діяльності на довкілля і пов'язану з цим відповідальність за прийняті рішення, планувати і проводити прикладні дослідження з проблем впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище.

ПРН16. Розробляти моделі засобів захисту довкілля з використанням інформаційних технологій

ПРН17. Застосовувати статистичні методи обробки експериментальних даних в галузі технологій захисту навколишнього середовища.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Моделювання, як засіб дослідження

Тема 1. Моделювання в екології та системах захисту довкілля. Історія, перші моделі, фактори та динамічні системи, завдання і методи. Принцип моделі – натурної, моделі-аналогу та математичної моделі. Алгоритми моделювання та їх вибір.

Тема 2. Моделювання та математичні моделі в прикладній інженерії. Похибки математичного моделювання. Види і типи моделювання. Програмне забезпечення. Ліцензійні та відкриті модельні програми.

Тема 3. Моделювання, як засіб моніторингу та його перспективи. Моніторинг систем і техногенних впливів. Моніторинг факторів та окремих об'єктів у часі та просторі. Прогностичне моделювання за різних сценаріях ситуації.

Тема 4. Статистичне моделювання в інженерній екології. Регресійні моделі. Метод найменших квадратів. Системний аналіз і теорія систем. Особливості використання та обсяги ввідних даних.

Тема 5. Моделювання процесів у використанні ресурсної бази. Принципи математичного моделювання міграції хімічних елементів. Імітаційне моделювання процесів навколишнього середовища. Довготривалі моделі системної взаємодії. Алгоритми змінного ритму та рокадні цикли.

Змістовий модуль 2. Прикладне моделювання в системі технологій захисту довкілля

Тема 6. Підходи та особливості математичного і натурального моделювання водних об'єктів та аквасистем. Натурне моделювання річкових і водних об'єктів. Руслові процеси і вибір моделей відповідності. Система модельних розрахунків на основі об'єктів-аналогів. Оцінка вірогідності результатів.

Тема 7. Моделювання клімату та особливості кліматичних моделей. Основні задачі кліматичного моделювання. Сучасні напрацювання та програмне забезпечення кліматичних процесів і явищ. Поєднання ГІС-технологій і станцій наземного контролю метеоситуації в прогнозах кліматичних процесів.

Тема 8. Моделювання системних утворень. Оцінка стану штучних та природних екосистем, урбоекосистем, агроекосистем та інших системних утворень. Особливості організації, функціонування та управління моделями антропогенних систем.

Тема 9. Модельні побудови в технологіях енергозбереження. Особливості натурних експериментів у сфері екологізації виробництв та їх особливості. Моделі вітрової активності на макетах рельєфу. Моделі формування та утилізації викидів на різних висотах.

Тема 10. ГІС-технології та їх використання. Зародження і розвиток ГІС-технологій. Програмне моделювання на основі ГІС-даних. Контроль результатів методом ГІС-технологій. Позитивні та негативні аспекти. Оцінка достовірності даних та результатів їх аналізу.

Змістовий модуль 3. Сучасні засоби моделювання та їх програмне забезпечення.

Тема 11. Особливості та практика моделювання природних комплексів. Технологія модельних досліджень при роботі з біотичними саморегулюючими системами. Моделювання динаміки популяцій. Популяційні моделі. Моделі типу "хижак - жертва".

Тема 12. Проблеми і принципи екологічного моделювання. Прогнозування біоекологічних процесів, реакцій природних угруповань та їх штучних аналогів. Модельні реакції екосистем на ті чи інші чинники в різних варіаціях поєднання. Закони та правила екології в моделях взаємодії біотично-абіотичних комплексів.

Тема 13. Гідрологічні моделі. Моделювання поверхневого водного стоку та шарів стоку з відповідними програмними забезпеченнями Гідрологічні моделі стоку, потоку, водних

рівнів, схилового стоку, їх сучасне програмне забезпечення та використання в гідротехнічних проектах.

Тема 14. Ґрунтово-ерозійні моделі. Дефляція та деструкція ґрунту, винесення поживних речовин та забруднення ґрунтів і програми для їх розрахунків. Особливості роботи з ґрунтовими моделями. Закономірності багат шарових ґрунтів в модельних системах та їх розрахунки.

Тема 15. Агроекологічні моделі. Типи аграрного природокористування. Моделі на основі теорії систем. Моделі на основі теорії невизначеності. Програмні інструменти для моделювання та побудови технологій захисту. Лісозахист полів і його моделювання.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		Лек.	Пр.	с.р.		Лек.	Пр.	с.р.
Змістовий модуль 1. Методи як засіб досліджень								
Тема 1. Моделювання в екології та системах захисту довкілля.	5	1		4	5			5
Тема 2. Моделювання та математичні моделі в прикладній інженерії.	7	1	2	4	7	2		5
Тема 3. Моделювання, як засіб моніторингу та його перспективи.	5	1		4	7		2	5
Тема 4. Статистичне моделювання в інженерній екології.	7	1	2	4	5			5
Тема 5. Моделювання процесів у використанні ресурсної бази	6	1	1	4	6			6
Всього за ЗМ1	30	5	5	20	30	2	2	26
Змістовий модуль 2. Прикладне моделювання в системі технологій захисту довкілля								
Тема 6. Підходи та особливості математичного і натурного моделювання водних об’єктів та аквасистем.	7	1	2	4	6	1		5
Тема 7. Моделювання клімату та особливості кліматичних моделей.	5	1		4	6		1	5
Тема 8. Моделювання системних утворень.	7	1	2	4	6	1		5
Тема 9. Модельні побудови в технологіях енергозбереження.	5	1		4	6		1	5
Тема 10. ГІС-технології та їх використання.	6	1	1	4	6			6
Всього за ЗМ2	30	5	5	20	30	2	2	26
Змістовий модуль 3. Сучасні засоби моделювання та їх програмне забезпечення								
Тема 11. Особливості моделювання природних комплексів	5	1		4	7	2		5
Тема 12. Проблеми і принципи екологічного моделювання.	7	1	2	4	5			5
Тема. 13. Гідрологічні моделі.	7	1	2	4	7		2	5
Тема 14. Грунтово-ерозійні моделі.	5	1		4	5			5
Тема 15. Агроекологічні моделі.	6	1	1	4	6			6
Всього за ЗМ3	30	5	5	20	30	2	2	26
Разом за курсом, годин	90	50	15	60	90	6	6	78

Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Види і типи моделювання. Програмне забезпечення. Ліцензійні та відкриті модельні програми.	1	
2	Імітаційне моделювання процесів навколишнього середовища.	2	
3	Натурне моделювання річкових і водних об'єктів	2	
4	Моделі формування та утилізації викидів на різних висотах.	2	2
5	Популяційні моделі. Моделі типу "хижак - жертва".	2	
6	ГІС-технології та їх використання.	2	2
7	Грунтово-ерозійні моделі та програми для їх розрахунків	2	1
8	Агроекологічні моделі поверхневого водного стоку та шарів стоку з відповідними програмними забезпеченнями	2	1
Разом		15	6

Структура самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);
- підготовка до практичних занять – 1-2 год/1 заняття;
- підготовка до семінарських занять – 2-4 год/1 заняття;
- написання рефератів, есе, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, домашньої контрольної роботи, перекладу, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – мінімум 15 годин на 1 роботу

Структура самостійної роботи

№	Назва роботи	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Підготовка до лекцій	20	26
2	Підготовка до практичних занять	20	26
3	Підготовка реферату (за бажанням)	-	
4	Підготовка до екзамену	20	26
Разом		60	78

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Набуття здобувачами необхідних компетенцій відбувається через засвоєння програмного матеріалу та активізацію навчального процесу, а саме:

- роботою з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок;
- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- дискусії - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

- диспут - цілеспрямоване зіставлення різних поглядів на наукову чи суспільну проблематику з метою формування у здобувачів оцінних суджень, зміцнення світоглядних позицій;

- демонстрування - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

При викладанні лекційного матеріалу застосовується як класична форма у вигляді лекції-презентації, лекції-доповіді, а також лекція-співбесіда, лекція-диспут. Також використовуються відеоматеріали, аудіоматеріали, а також схематична наочність.

На сьогодні на практичних заняттях впроваджуються інноваційні методи та форми навчання, такі як кооперативне навчання: робота групами, парами, ротація трійками; колективно-групове навчання: метод мікрофона та мозкового штурму; різні сучасні форми ведення дискусій: конференція, прес-конференція, дебати.

При проведенні практичних робіт застосовуються метод мікрофона, метод «Мозкового штурму», семінарські заняття, рольові ігри, метод вікторини, метод взаємного навчання, групові форми підготовки практичного заняття, метод спостереження, ілюстративні методи, а також контроль та самоконтроль.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання за дисципліною передбачено:

- екзамени;
- модульні контрольні роботи чи стандартизовані тести;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- екскурсійно-польові практичні роботи

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із кожної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях.

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 0 балів до 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок - 40 балів. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій в процесі освоєння курсу дисципліни набрав 31 і більше балів (максимум - 60 балів). Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

**Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання
на практичних заняттях**

Практичне заняття	Критерії оцінювання
5	Практична робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, студент чітко розуміє поставлені завдання та цілі завдання, вміло користується методичними рекомендаціями та інструктивними настановами. Здатен самостійно використовувати рекомендовані методи статистичної обробки отриманих результатів і формулювати висновки.
4	Практична робота виконана у встановлений термін. Студент виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; самостійно описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить відповідні висновки.
3	Практична робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; неточно і не повністю описує свої спостереження; повільно складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Практична робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує завдання згідно з інструкцією; складений звіт містить чисельні неточності у висновках та сутєві помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент не може самостійно виконати роботу і потребує безпосереднього керівництва викладача чи лаборанта; складений звіт містить значні неточності у висновках та грубі помилки.
0	Робота не виконувалась
<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (8 занять по 5 балів максимум).</i>	

**Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання
на практичних заняттях при усному опитуванні**

Критерії оцінювання
<i>Оцінку «відмінно» -5 балів ставлять, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.</i>
<i>Оцінка „дуже добре” – 4,5 бали. Теоретичні запитання розкрито повністю на основі програмного і додаткового матеріалу. При виконанні практичного завдання студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.</i>
<i>Оцінка „добре” – 4 бали. Теоретичні запитання розкрито повністю, програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичне завдання виконано взагалі правильно, але мають місце окремі неточності.</i>
<i>Оцінка „задовільно” – 3,5 бали. Теоретичні запитання розкрито повністю, проте при викладанні програмного матеріалу допущені незначні помилки. При виконанні практичних завдань без достатнього розуміння студент застосовує навчальний матеріал, припускає помилки.</i>
<i>Оцінка „задовільно (достатньо)” – 3 бали. Теоретичні питання розкрито неповністю, з суттєвими помилками. При виконанні практичного завдання студент припускається значної кількості помилок та зустрічається зі значними труднощами.</i>

Оцінка „незадовільно” – 2-1 бали. Теоретичні питання нерозкриті. Студент не може виконати практичні завдання, виявляє здатність до викладення думки на елементарному рівні.
Оцінка „не зараховано” – 0 балів. Студент на занятті відсутній

Поточний модульний контроль у формі письмового чи усного тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал зарахування	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Форми контролю та розподіл балів за ними

№	Форма контролю	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Виконання практичних завдань	5x8 бали = 40 балів	5x6=30
2	Усна відповідь при опитуванні на практичних заняттях	5x4 бали = 20 балів	5x6=30
Разом (максимум)		60	60
Екзамен (максимум)		40	40

Критерії екзаменаційної оцінки (в балах та за ECTS)

Бали	Оцінка	Критерії оцінювання
37-40 балів	„відмінно” 90-100 ECTS	Здобувач дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів.
36-35 балів	„дуже добре” 82-89 за ECTS	Теоретичні запитання розкрито повністю на основі програмного і додаткового матеріалу. Здобувач застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.
31-34 бали	„добре” 74-81 за ECTS	Теоретичні запитання розкрито повністю, але мають місце окремі неточності.
26-30 балів	„задовільно” 64-73 за ECTS	Теоретичні запитання розкрито повністю, проте при викладанні програмного матеріалу допущені незначні помилки.
21-25 балів	„задовільно (достатньо)” 60-63 за ECTS	Теоретичні питання розкрито неповністю, з суттєвими помилками. Здобувач припускається значної кількості помилок та зустрічається зі значними труднощами.
Менше 21 балів	„незадовільно” 35-59 за ECTS	Теоретичні питання нерозкриті. Здобувач не може надати аргументовану відповідь, не виявляє здатність до викладення думки на елементарному рівні.
0 балів	«не зараховано» 0-34 за ECTS	Здобувач на екзамені відсутній, або не володіє матеріалом

**8. Критерії оцінювання результатів навчання
(розподіл балів за змістовними модулями і видами навчальної роботи)**

	Денне відділення		Заочне відділення	
	Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Практична робота	10	Практична робота	10
	Усне опитування	10	Самостійна робота	10
ЗМ2	Практична робота	10	Практична робота	10
	Усне опитування	10	Самостійна робота	10
ЗМ3	Практична робота	10	Практична робота	10
	Усне опитування	10	Самостійна робота	10
Всього поточних оцінок, балів		21-60	Мінімум 21	Макс. 60
Підсумковий контроль	Екзамен	21-40	Екзамен	21-40
Сума	100 (60 + 40)	до 100	100 (60+40)	до 100

9. Засоби навчання

У якості наочного матеріалу під час лекційних та практичних робіт використовуються:

1. Підручники та навчальні посібники
2. Лекційні матеріали на електронних носіях
3. Матеріали для самостійного вивчення на електронних носіях
4. Фото та відеоматеріали

Для поглибленого вивчення дисципліни плановано проводити окремі практичні заняття в парку «Перемога» та на полях прилеглій до Університету території.

Як наочний матеріал на лекціях та практичних заняттях застосовується презентації. На сьогодні на практичних заняттях впроваджуються інноваційні методи та форми навчання, такі як використання GPS–навігації при польових дослідженнях, кооперативне навчання: робота групами, парами, ротація трійками; колективно-групове навчання: метод мікрофона та мозкового штурму; різні сучасні форми ведення дискусій: конференція, прес-конференція, дебати.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання індивідуального завдання проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час проведення контрольних заходів рівень засвоєння матеріалу змістового модуля оцінюється шляхом проведення модульної контрольної роботи (МКР) та виконання практичних та деяких індивідуальних робіт.

Постійно, для роз'яснення найбільш складних питань за курсом дисципліни та підвищення якості знань студентів передбачено індивідуальні консультації викладача за розкладом кафедри. За необхідності, для проведення контрольних заходів оцінки рівня засвоєння матеріалу кожного окремого змістового модуля можливо проведення письмових контрольних та індивідуальних тестових контролів.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Бараннік В.О. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля». Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 146 с.
2. Біляєв М.М., Біляєва В.В., Берлов О.В., Козачина В.А. CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих місцях. Дніпро : Журфонд, 2022. 268 с.
3. Великодний С.С. Моделювання систем: конспект лекцій. ОДЕУ, 2018. 186 с.
<https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi78/0058301.pdf>
4. Гончаров О.А., Васильєва Л.В., Юнда Л.В. Чисельні методи розв'язання прикладних задач. Суми: СДУ. 2020. 142 с.
5. Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О.І., Усов А. В. Моделювання та оптимізація систем: Підручник. Вінниця: ПП «ТД«Едельвейс», 2017. 804 с.
6. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Курс лекцій. Укладач: О.В. Рибалова. Х: НУЦЗУ, 2016. 221 с.
7. Мокін В. Б., Поплавський А.В., Яшолт А. Р., Боцула М. П. Технології обробки та моделювання екологічної та економічної інформації: Електронний навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2018. 130 с.
https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Mokin_2015_130.pdf
8. Павленко П.М., Філоненко С.Ф., Чередніков О.М., Трейтяк В.В. Математичне моделювання систем і процесів. Київ: НАУ, 2017. 392 с.
9. Шебаніна О.В., Клочан В.П., Клочан І.В. та ін. Математичне програмування: Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Миколаїв: МНАУ. 2021. 136 с.
10. Ясковець І.І., Протас Н.М., Осипова Т.Ю., Касаткін Д.Ю. Моделювання та прогнозування стану довкілля: Підручник. Київ: НУБіП України, 2018. 566 с.

Додаткова література

1. Бейко І. В. Лабораторний та польовий практикум з екології. Ч.4. Методи математичного моделювання і пошуку нових знань. К.: Фітосоціоцентр, 1999. 220 с.
2. Біляєв, М.М., Біляєва В.В., Кіріченко П.С. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. Кривий Ріг: Видавець Р.А. Козлов, 2016. 207 с.
3. Власюк А. П. Мартинюк П. М. Математичне моделювання консолідації ґрунтів при фільтрації сольових розчинів в неізотермічних умовах. Рівне : НУВГП, 2008. 416 с.
4. Горєв Л.М. Основи моделювання в гідроекології. К.: Либідь, 1996. 336с.
5. Загородній Ю. В., Войтенко В. В. Математичні моделі екологічних систем. Житомир: Вид-во ЖІТІ, 2000. 119 с.
6. Зубик Л.В. Зубик Я.Я, Корнович І.М. Інформатика та комп'ютерна техніка у водному господарстві : Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2008. 306 с.
7. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища. К.: Либідь, 2003. 208с.
8. Лаврик В.І. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. Вінниця: Академія", 2010. 400 с.
9. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу. Вінниця: Нова книга, 2004. – 176 с.
10. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. (2008). Вилучено з https://ukrstat.org/uk/metod_polog/metod_doc/2008/452
11. Михайлівська Т.Б., Ісаєнко В.М., Гроза В.А., Криворотько. В.М. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник. Київ: Книжне вид-во «НАУ», 2006. 212 с.

12. Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевичук Л.Д. та ін. Геоінформаційні технології в екології: Навчальний посібник. Чернівці. 2012. 273 с.
13. Половян О.В. Моделювання стратегій поведінки підприємств у економіко-екологічних популяціях. *Проблеми економіки*. 2012. №3. <http://www.problecon.com/thematic-search/?theme=mathematicalmethods-and-models-in-economy>
14. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем : Навч. посіб. Київ : КТН, 2007. 348 с.
15. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. (2020). <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>

Інформаційні ресурси

1. CGIAR-CSI GeoPortal provides easy to use CRU TS 2.1 CRU TS 2.1 Climate. Clements, J. F., et al. 2019. The eBird/Clements Checklist of Birds of the World: v2019. [URL:https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/](https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/);
2. CORINE Land Cover. Офіційний сайт. [URL:www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover](http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover)
3. EEA - European Environment Agency. Доступно за [URL:http://www.eea.europa.eu/](http://www.eea.europa.eu/)
4. EUROPA–Environment. Офіційний сайт. [URL:http://ec.europa.eu/environment/](http://ec.europa.eu/environment/)
5. Free GIS Data Sources: Best Global Raster and Vector Datasets - GIS Geography. [URL:www.gisgeography.com/best-free-gis-data-sourcesraster-vector/](http://www.gisgeography.com/best-free-gis-data-sourcesraster-vector/)
6. Global Horizontal Irradiation (2012). [URL:http://Solargis.imfo](http://Solargis.imfo)
7. Google Maps. [URL:http://maps.google.com/](http://maps.google.com/)
8. Глобальне горизонтальне опромінення. Global Horizontal Irradiation (2012). [URL:http://Solargis.imfo](http://Solargis.imfo)
9. Енергетичне моделювання : іноземний досвід та напрями перспективних досліджень в Україні. http://eip.org.ua/docs/EP_06_1_126_uk.pdf.
10. Математичні моделі складних систем. <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/posibnuku/33/3.pdf>.

Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни
«Моделювання систем та засобів захисту довкілля»

Сутність внесених змін:

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів»
розглянуто на засіданні кафедри назва кафедри Протокол №___ від
«___» _____ 202.. р.

Завідувач кафедри

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Моделювання систем та засобів»
узгоджено з гарантом освітньої програми _____.....202.. р.

Гарант освітньої програми «Екологія та охорона навколишнього середовища»,
доктор технічних наук, професор
