

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА**

Кафедра екології та охорони довкілля



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Ірина ЛОМАЧИНСЬКА

«02» 09 2025р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«СУЧАСНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ І ЧИСЛОВЕ
МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У
НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ»**

Рівень вищої освіти

другий (магістерський)

Галузь знань

G Інженерія, виробництво та
будівництво

Спеціальність

G2 Технології захисту навколишнього
середовища

Освітньо-професійна програма

Технології захисту навколишнього
середовища

ОНУ
2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасні методи моделювання і
числове моделювання фізичних процесів у навколишньому середовищі».
Одеса, ОНУ, 2025. 15 с.

Розробник: С.М. Юрасов, кандидат технічних наук, доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри екології та охорони
довкілля

Протокол № 1 від « 27 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри


(підпис)

Ангеліна ЧУГАЙ
(прізвище та ініціали)

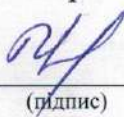
Погоджено із гарантом ОПП
«Технології захисту
навколишнього середовища»


(підпис)

Вероніка ПРИХОДЬКО
(прізвище та ініціали)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) ФГМ і Е
Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 р.

Голова НМК


(підпис)

Ангеліна ЧУГАЙ
(прізвище та ініціали)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № від « » 202 р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № від « » 202 р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Загальна кількість: всього кредитів – 3/3 годин – 90/90 змістових модулів – 1/1 ІНДЗ* – незаплановано	Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво (шифр і назва) Спеціальність G2 Технології захисту навколишнього середовища (код і назва) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Вибіркова	
		Рік підготовки:	
		1-й	1-й
		Семестр	
		1-й	1-й
		Лекції	
		16 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		14 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		60 год.	80 год.
		Форма підсумкового контролю: залік	

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета курсу – отримання здобувачами знань, вмінь та навичок про сучасні методи моделювання при розв’язуванні складних задач і проблем у сфері впливу виробництва на довкілля та технологій його захисту при здійсненні професійної діяльності, що передбачає проведення науково-пошукових досліджень та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Отримання знань і навичок необхідних для роботи у державних та відомчих виробничих підрозділах, що здійснюють контроль за станом навколишнього природного середовища, а також у науково-дослідних установах, які займаються проблемами охорони довкілля.

Завдання курсу – вміння використовувати сучасні методи моделювання процесів впливу виробництва на довкілля з метою проектування систем та технологій захисту навколишнього середовища, вміння розробляти числові моделі, визначати параметри статистичних залежностей за результатами спостережень, уміння користуватися генераторами випадкових чисел і перетворювати рівномірний розподіл випадкової величину на потрібний. Засвоєння основ математичного моделювання при плануванні експерименту, основних понять і визначень.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів таких **компетентностей:**

– *Спеціальні (фахові) компетентності*

СК01. Здатність контролювати й оцінювати екологічні ризики впливу

техногенних об'єктів і господарської діяльності на довкілля.

СК09. Здатність використовувати теорію фізичних процесів в геосферах, математичні методи та методи фізичного та числового моделювання у технологіях захисту навколишнього середовища.

– *Очікувані програмні результати навчання (ПР):*

ПР10. 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.

ПР16. Використовувати методи фізичного і математичного моделювання при розробці заходів в галузі технологій захисту навколишнього середовища.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен:

- *знати:* цілі та основи теорії моделювання фізичних процесів, етапи створення моделі, класифікацію моделей, математичний апарат для створення числових моделей, принципи обробки та систематизації результатів моделювання, теорією похибок, володіти методами програмування для реалізації комп'ютерних моделей фізичних систем, можливості табличного редактору *Excel*;

- *вміти:* вирішувати диференціальні рівняння методом кінцевих різниць; застосовувати метод Монте-Карло для дослідження фізичних процесів й побудови статистичних моделей, користуватися генераторами випадкових чисел для отримання випадкових величин з потрібним законом розподілу; користуватися методами статистичної обробки масивів експериментальних даних, методами регресивного та кореляційного аналізів для побудови імітаційної моделі; оцінити точність отриманих результатів наукового експерименту, похибку для заданої достовірності моделі; використовувати на практиці набуті знання при постановці і самостійному вирішенні практичних задач з моделювання фізичного процесу.

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Вступ.

Види наукових експериментів. Натурні експерименти і їх недоліки. Види моделювання: фізичне, аналогове і математичне. Особливості математичного моделювання. Мета курсу, зміст дисципліни.

Тема 2. Фізичне моделювання.

Теорія подібності: геометрична, кінематична і динамічна подібність; критерії Ньютона, Фруда, Рейнольдса та Ейлера; приклади фізичного моделювання (хвильові, гідро- та аеродинамічні дослідження).

Тема 3. Статистичне моделювання.

Статистична обробка результатів спостережень. Основні статистичні характеристики рядків. Побудова емпіричних залежностей. Метод найменших квадратів. Визначення параметрів рівняння регресії. Вирівнювання вихідних даних. Закони розподілу випадкових величин: нормальний, логнормальний, Вейбула, експоненціальний; особливості цих законів.

Тема 4. Статистична модель прогнозу висоти хвиль рідкісної повторюваності.

Визначення розрахункової висоти хвиль під час проєктування

гідротехнічних споруд: системна та режимна забезпеченість висоти хвиль; послідовність прогнозу висоти хвиль; побудова режимної функції висоти хвиль.

Тема 5. Основні поняття числового моделювання.

Наближені числа, форми запису наближених чисел, їхня похибка, точність запису, значущі цифри числа; абсолютна, відносна та гранична похибки; правила оцінювання похибок під час обчислень.

Тема 6. Числове моделювання стаціонарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (скид стічних вод, днопоглиблювальні роботи).

Процеси розповсюдження речовини у водному середовищі та її трансформації. Диференціальне рівняння; його рішення методом кінцевих різниць за явною та неявною схемами; перевірка результатів експерименту.

Тема 7. Числове моделювання нестаціонарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (дампінг ґрунтів днопоглиблення, аварійні розливи речовини).

Диференціальне рівняння; його рішення методом кінцевих різниць за явною та неявною схемами; перевірка результатів експерименту.

Тема 8. Метод Монте-Карло і його використання при статистичному (імітаційному) моделюванні.

Особливості методу Монте-Карло; числа з рівномірним розподілом; перетворення рівномірного розподілу в довільний; приклад числового моделювання одноканальної системи масового обслуговування з відмовами (основні положення; блок-схема експерименту).

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	с/р		л	п/с	лаб	с/р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 1. Вступ. [1, 2]	4	2	0	0	2	6,5	0,5	0	0	6
Тема 2. Фізичне моделювання. [1, 2]	6	2	0	0	4	6,5	0,5	0	0	6
Тема 3. Статистичне моделювання. [1, 2]	10	2	0	0	8	10,5	0,5	0	0	10
Тема 4. Статистична модель прогнозу висоти хвиль рідкісної повторюваності. [1, 2]	14	2	4	0	8	11,5	0,5	1	0	10
Тема 5. Основні поняття числового моделювання. [1, 2]	10	2	0	0	8	13	1	0	0	12

Тема 6. Числове моделювання стаціонарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (скид стічних вод, днопоглиблювальні роботи). [1, 2]	17	2	5	0	10	14,5	1	1,5	0	12
Тема 7. Числове моделювання нестационарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (дампінг ґрунтів днопоглиблення, аварійні розливи речовини). [1, 2]	17	2	5	0	10	14,5	1	1,5	0	12
Тема 8. Метод Монте-Карло і його використання при статистичному (імітаційному) моделюванні. [1, 2]	12	2	0	0	10	13	1	0	0	12
Разом	90	16	14	0	60	90	6	4	0	80

Види роботи:

[1] – опрацювання лекційного та додаткового, довідкового матеріалу;

[2] – опрацювання тем практичних занять, додаткового матеріалу.

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми, практичного заняття	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Тема 4. Статистична модель прогнозу висоти хвиль рідкісної повторюваності. [1] ПР1. Статистична модель прогнозу висоти хвиль рідкісної повторюваності. [2]	4	1
2	Тема 6. Числове моделювання стаціонарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (скид стічних вод, днопоглиблювальні роботи). [1] ПР2. Числове моделювання стаціонарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (скид стічних вод, днопоглиблювальні роботи). [2]	5	1,5
3	Тема 7. Числове моделювання нестационарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (дампінг ґрунтів днопоглиблення, аварійні розливи речовини). [1] ПР3. Числове моделювання нестационарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (дампінг ґрунтів днопоглиблення, аварійні розливи	5	1,5

	речовини). [2]		
Разом		14	4

Види роботи:

[1] – опрацювання лекційного та додаткового, довідкового матеріалу;

[2] – опрацювання тем практичних занять, додаткового матеріалу.

6. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

(не передбачено)

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

(не передбачено)

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Тема 1. Вступ. Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомтеся з видами наукових експериментів, з натурними експериментами і їх недоліками, з видами моделювання: фізичним, аналоговим і математичним, з особливостями математичного моделювання, з метою курсу, його змістом.	2	6
2	Тема 2. Фізичне моделювання. Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомтеся з теорією подібності: геометричною, кінематичною і динамічною подібностями; з критеріями Ньютона, Фруда, Рейнольдса та Ейлера; з прикладами фізичного моделювання (хвильовими, гідро- та аеродинамічними дослідженнями).	4	6
3	Тема 3. Статистичне моделювання Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомтеся з статистичною обробкою результатів спостережень, з основними статистичними характеристиками рядків, з вирівнюванням вихідних даних, з побудовою емпіричних залежностей, з методом найменших квадратів, з визначенням параметрів рівняння регресії, з законами розподілу випадкових величин: нормальним, логнормальним, Вейбула, експоненціальним; з особливостями цих законів. Визначте можливість застосування матеріалу теми у кваліфікаційній роботі магістра.	8	10
4	Тема 4. Статистична модель прогнозу висоти хвиль рідкісної повторюваності. Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомтеся з визначенням розрахункової висоти хвиль під час проєктування гідротехнічних споруд: з системною та режимною забезпеченістю висоти хвиль, з послідовністю прогнозу висоти хвиль, з побудовою режимної функції висоти хвиль. Визначте можливість застосування матеріалу теми у	8	10

	кваліфікаційної роботі магістра. Підготуйтеся до усного опитування за результатами виконання практичної роботи.		
5	Тема 5. Основні поняття числового моделювання. Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомтеся з наближеними числами, формами запису наближених чисел, можливими похибками, правилами запису числа, значущими цифрами числа; абсолютною, відносною та граничною похибками; правилами оцінювання похибок під час обчислень. Визначте можливість застосування матеріалу теми у кваліфікаційної роботі магістра.	8	12
6	Тема 6. Числове моделювання стаціонарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (скид стічних вод, днопоглиблювальні роботи). Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомтеся з процесами розповсюдження речовини у водному середовищі та її трансформації, з диференціальними рівняннями; його рішення методом кінцевих різниць за явною та неявною схемами, з перевіркою результатів експерименту. Визначте можливість застосування матеріалу теми у кваліфікаційної роботі магістра. Підготуйтеся до усного опитування за результатами виконання практичної роботи.	10	12
7	Тема 7. Числове моделювання нестационарного процесу розповсюдження забруднювальних речовин у водному середовищі (дампінг ґрунтів днопоглиблення, аварійні розливи речовини). Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомтеся з диференціальним рівнянням; його рішенням методом кінцевих різниць за явною та неявною схемами, з перевіркою результатів експерименту. Визначте можливість застосування матеріалу теми у кваліфікаційної роботі магістра. Підготуйтеся до усного опитування за результатами виконання практичної роботи.	10	12
8	Тема 8. Метод Монте-Карло і його використання при статистичному (імітаційному) моделюванні. Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомтеся з особливістю методу Монте-Карло, з випадковими числами з рівномірним розподілом, з перетворенням рівномірного розподілу в довільний, з прикладом числового моделювання одноканальної системи масового обслуговування з відмовами (основні положення; блок-схема експерименту). Визначте можливість застосування матеріалу теми у кваліфікаційної роботі магістра.	10	12
Разом		60	80

*До самостійної роботи відноситься:

- підготовка до лекцій і практичних занять;
- оцінка можливості застосування сучасних методів моделювання і числового моделювання фізичних процесів у навколишньому середовищі при виконанні кваліфікаційної роботи магістра.

В якості самостійної роботи здобувач може пройти професійні курси/тренінги, професійне стажування, онлайн-курси, громадянську освіту отримати відповідний сертифікат на освітніх платформах, що може бути зараховано як періодичний, поточний та фрагмент підсумкового контролю. Пропонуються до розгляду такі курси, які можуть бути визнані як періодичний, поточний контроль та/або бонусні бали (за бажанням здобувача):

Назва освітньої платформи, назва онлайн курсу, короткий опис, посилання	Дотичне до Компетентності, теми (та/або результати навчання, що формуються)
Курс з управління та планування довкілля. https://www.elevify.com/uk-ua/courses/environment-and-sustainability-uk/environment-uk/environmental-management-and-planning-course-cd074	СК01, ПР10
Числові методи для інженерів. https://www.coursera.org/learn/numerical-methods-engineers	СК09, ПР16
Природничі науки та дослідження. Статистика. Курс аналізу часових рядів. https://www.elevify.com/uk-ua/	СК09, ПР16
Екологічні науки. Аналіз екологічних даних https://www.athabascau.ca/syllabi/ensc/ensc620.html	СК09, ПР16

Здобувач може самостійно обрати ресурси, які будуть відповідати навчальній дисципліні. Для зарахування в якості періодичного, поточного або фрагмента підсумкового контролю здобувач має подати документ, що підтверджує неформальну освіту, програму, зробити опис компетентностей та результатів навчання, сформованих під час неформальної освіти.

Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:

Вид діяльності здобувача	Орієнтовний обсяг (год./кредити ECTS)	Критерії виконання	Кількість балів	Форма зарахування
Курс з управління та планування довкілля. https://www.elevify.com/uk-ua/courses/environment-and-sustainability-uk/environment-uk/environmental-management-and-planning-course-cd074	30 год. (1 кредит)	100% виконаних завдань	10 балів	Поточний контроль / самостійна робота
		88% виконаних завдань	9 балів	
		70% виконаних завдань	7 балів	
Числові методи для інженерів. https://www.coursera.org/learn/numerical-methods-engineers	30 год. (1 кредит)	100% виконаних завдань	10 балів	Поточний контроль / самостійна робота
		88% виконаних завдань	9 балів	
		70% виконаних завдань	7 балів	

Природничі науки та дослідження. Статистика. Курс аналізу часових рядів. https://www.elevify.com/uk-ua/	30 год. (1 кредит)	100% виконаних завдань	10 балів	Поточний контроль / самостійна робота
		88% виконаних завдань	9 балів	
		70% виконаних завдань	7 балів	
Екологічні науки. Аналіз екологічних даних https://www.athabasca.ca/syllabi/ensc/ensc620.html	30 год. (1 кредит)	100% виконаних завдань	10 балів	Поточний контроль / самостійна робота
		88% виконаних завдань	9 балів	
		70% виконаних завдань	7 балів	

Викладач залишає за собою право перевірити сформованість перелічених компетентностей та результатів навчання».

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Для здобувачів стаціонару основною при вивченні курсу «Сучасні методи моделювання і числове моделювання фізичних процесів у навколишньому середовищі» є очна (денна) формою навчання. За необхідності (або форс-мажорні обставини, або технічні чи організаційні причини) може використовуватися дистанційна форма навчання.

Для здобувачів заочної форми навчання основною є дистанційна форма.

При вивченні навчальної дисципліни «Сучасні методи моделювання і числове моделювання фізичних процесів у навколишньому середовищі» застосовуються *словесні, наочні і практичні* методи навчання.

Словесні (передача знань за допомогою слова) – читання лекції, практичні роботи, робота з навчальною літературою, індивідуальні консультації, написання конспекту.

Наочні (використанні зорового сприйняття навчального матеріалу) – презентації *PowerPoint* (текст, зображення, відео, аудіо та інші мультимедійні елементи).

Практичні (активна діяльність учнів при засвоєнні знань та формуванні вмінь і навичок) – обговорення застосування теоретичного матеріалу при виконанні практичних робіт.

Колективне опрацювання завдань – колективне обговорення результатів виконання практичних завдань, обговорення і дискусії щодо проблемних питань та результатів самостійної роботи.

Для розв'язання навчально-професійних завдань навчальної дисципліни застосовано комплексний підхід до діяльності у процесі навчання. Використовуються класичні дидактичні методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності (лекція-пояснення, бесіда, контроль, самоконтроль, взаємоконтроль і т.п.).

10. ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Засоби діагностики якості освіти включають в себе поточний, періодичний та підсумковий контроль.

Поточний контроль: усний контроль – індивідуальне опитування, захист практичних робіт.

Періодичний контроль: тестовий контроль – оцінювання контрольної роботи за змістовим модулем (тестування).

1. Форми контролю за практичним матеріалом

Практичні заняття спрямовані на формування професійних компетентностей, умінь застосовувати теоретичні знання під час виконання конкретних завдань. Контроль здійснюється через перевірку правильності виконання практичних робіт (дотримання методики, точність розрахунків, логічність висновків, якість оформлення звітності) та усний захист практичної роботи (здатність обґрунтувати отримані результати, відповісти на запитання викладача, продемонструвати розуміння процесу виконання).

Максимальна кількість балів за практичні роботи становить 60 балів.

2. Контроль за змістовим модулем

Після вивчення тем 1-8 змістового модуля проводяться поточна контрольна робота у формі тестового оцінювання, що включає 20 запитань із однією правильною відповіддю. За кожну правильну відповідь здобувач отримує 2 бали. Метою є перевірка системності засвоєння матеріалу, узагальнення знань і вмінь логічно поєднувати теоретичні та практичні аспекти навчального змісту.

Максимальна кількість балів за виконання модульної контрольної роботи становить 40 балів. Для отримання позитивного результату здобувач має набрати не менше 60% правильних відповідей. Кожен студент має дві спроби складання тесту.

3. Підсумковий контроль (залік)

Підсумковою формою контролю знань є залік. Залік спрямований на комплексну перевірку рівня засвоєння теоретичних знань, здатності їх узагальнювати, систематизувати та застосовувати у практичних ситуаціях.

Залік отримують здобувачі, які набрали не менше 60% балів за поточну роботу (тобто 60 із 100 можливих).

4. Підсумкова система оцінювання за дисципліною

Вид навчальної діяльності	Максимальна кількість балів
	2 семестр
Практичні роботи (виконання і захист)	60
Контрольна робота	40
Загальна кількість балів за дисципліну	100
Залік	
Усього	100

Критерії оцінювання результатів навчання. Критерій оцінювання – це ознака, на основі якої проводиться оцінювання чого-небудь і яка слугує мірилом оцінювання. Критерії оцінювання визначаються за допомогою якісних показників та ознак, що демонструють рівень сформованості навчальних досягнень здобувачів вищої освіти, і трансформуються в оцінку згідно із затвердженою шкалою. Результати академічної успішності студентів виставляються у вигляді оцінки за національною шкалою, 100-бальною шкалою та шкалою ECTS.

Критерії оцінювання практичних робіт

Бал	Критерії оцінювання виконання практичної роботи
9-10 (18-20) балів	Робота виконана повністю, результати обґрунтовані; звітність оформлено якісно, з графіками/таблицями/власними спостереженнями; студент успішно захистив роботу, продемонстрував розуміння процесу та висновків.
7-8 (14-16) балів	Робота виконана коректно, усі розрахунки і висновки логічні; звітність оформлена відповідно до вимог; проведено короткий усний захист.
5-6 (10-12) балів	Робота виконана в цілому правильно, але з окремими неточностями; звітність подано, але без глибокого аналізу результатів або без захисту
3-4 (6-8) балів	Робота виконана частково правильно, проте допущено помилки у розрахунках чи висновках; звітність неповна, недостатньо оформлена.
1-2 (2-4) бали	Робота виконана частково, з грубими помилками; відсутнє обґрунтування результатів або розрахунків; не дотримано структури звітності.
0 (0-1) балів	Робота не виконана або відсутня; студент не з'явився на заняття і не подав звітних документів.

Форма захисту практичної роботи – коротке усне пояснення результатів (1–2 хвилини) або відповідь на запитання викладача щодо методики чи висновків.

Оцінювання модульної контрольної роботи здійснюється з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу після завершення вивчення кожного змістового модуля. Модульна контрольна робота проводиться у формі тестового контролю, який містить 20 тестових завдань, що охоплюють ключові поняття, закономірності та прикладні аспекти тем, передбачених навчальним планом.

Кожне тестове завдання має одну правильну відповідь, яка оцінюється у 2 бали, загальна кількість балів за тест становить 40, що відповідає 100% правильності виконання.

Розподіл результатів тестування за кількістю правильних відповідей

Кількість правильних відповідей	Відсоток правильності, %	Рівень засвоєння матеріалу
20	100	Відмінний рівень, повне засвоєння матеріалу
18-19	90-95	Дуже високий рівень, незначні неточності
16-17	80-85	Високий рівень, правильне розуміння основних положень
14-15	70-75	Достатній рівень, засвоєно основні поняття
12-13	60-65	Задовільний рівень, окремі неточності у розумінні матеріалу

10-11	50-55	Незадовільний рівень, часткове розуміння теми
8-9	40-45	Низький рівень, більшість відповідей неправильні
6-7	30-35	Дуже низький рівень засвоєння
4-5	20-25	Матеріал засвоєно фрагментарно
0-3	0-15	Відсутність розуміння ключових понять

Для отримання позитивного результату необхідно набрати не менше 60% правильних відповідей, що відповідає 24 балам із 40 можливих. Результати нижчі цього порогу вважаються незадовільними та не зараховуються як успішне виконання модульного контролю.

Здобувач вищої освіти має право на дві спроби складання модульної контрольної роботи: перша – у межах основного навчального процесу, друга – у разі необхідності повторного проходження для підвищення результату або у випадку технічних чи організаційних причин, що вплинули на виконання першої спроби.

Підсумковий результат модульного контролю враховується при визначенні рейтингової оцінки з дисципліни та є складовою загальної системи поточного і семестрового контролю знань.

Критерії оцінювання результатів навчання:

Оцінка за національною шкалою та відсоток від максимальної кількості балів	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Відмінно (90-100% від максимальної кількості балів)	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних/ розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.

Добре (75-89% від максимальної кількості балів)	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість розрахункових /тестових завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання
Задовільно (60-74% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
Не задовільно з можливістю повторного складання (35-59% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
Не задовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни (0-34%)	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

11. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Перелічіть особливості фізичного, аналогового та математичного моделювання.
2. У чому полягає подібність моделі та натури,?
3. Які бувають види подібності?
4. Що таке математична модель?

5. Назвіть етапи математичного моделювання?
6. У чому полягає математичне моделювання та яка його мета?
7. Що таке наближені числа, як оцінюється їх точність?
8. Які існують форми подачі наближених чисел?
9. Як ідентифікуються результати, що містять грубі помилки за допомогою правила «3-сигма»?
10. Як за критерієм Фішера виконується перевірка однорідності ряду?
11. Як за критерієм Фішера виконується перевірка значущості часового тренду?
12. Назвіть п'ять правил оцінки похибок при операціях з наближеними числами.
13. У чому полягає підбір емпіричних формул?
14. У чому полягає сутність методу найменших квадратів?
15. Як розраховуються параметри рівняння регресії?
16. Що таке логнормальний закон розподілу випадкової величини?
17. Як виконується побудова режимної функції хвилювання?
18. Що характеризують режимна та системна забезпеченість хвилювання?
19. Як виконується прогноз висоти хвиль рідкісної повторюваності?
20. Як вирівнюється ступенева, гіперболічна та експоненціальна залежності?
21. Перелічіть процеси перенесення речовини у турбулентному потоці, вкажіть формули їх потоків.
22. Як урахується неконсервативність речовин у водному середовищі?
23. Що таке коефіцієнт не консервативності, поясніть його фізичний сенс?
24. Наведіть розрахункову формулу турбулентної дифузії речовини у потоці (у плоскій постановці задачі).
25. Поясніть послідовність розрахунку(у плоскій постановці задачі) та його фізичний сенс.
26. Наведіть розрахункову формулу турбулентної дифузії речовини у циліндричних координатах.
27. Поясніть послідовність розрахунку у циліндричних координатах та його фізичний сенс.
28. Загальні положення виводу рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці (локальна схема).
29. Загальні положення рішення рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць для струменів, що віддалені від берегу.
30. Загальні положення рішення рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць для струменів, що примикають до берегу.
31. Загальні положення виводу рівняння несталої турбулентної дифузії речовини у потоці (об'єктна схема).
32. Загальні положення рішення рівняння несталої турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць.
33. У чому полягає сутність методу Монте-Карло?
34. Які випадкові числа необхідні для імітаційного моделювання?
35. Які існують методи задля отримання випадкових чисел?
36. У чому полягає сутність методу зворотних функцій при перетворенні рівномірного розподілу?
37. Як можна отримати довільний розподіл при перетворенні рівномірного розподілу?

12. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ

Поточний та періодичний контроль				Підсум- ковий контроль	Сума балів
Змістовий модуль					
ПР1(Т4)	ПР2(Т6)	ПР3(Т7)	Т1-Т8 МК	залік	100
20	20	20	40		

*Т1, Т2 ... Т8 – теми лекційних занять, ПР – практичні заняття, МК – модульний контроль.

Підсумкова кількість балів за курс, що одержана здобувачем, перераховується у відсотки від суми максимальної кількості балів, і підсумкова оцінка (національна та ECTS) визначається за відповідною шкалою.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамєну, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

13. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасні методи моделювання і числове моделювання фізичних процесів у навколишньому середовищі». Одеса, ОНУ, 2025. 17 с.

2. Силабус навчальної дисципліни «Сучасні методи моделювання і числове моделювання фізичних процесів у навколишньому середовищі». Одеса, ОНУ, 2025. 6 с.

14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Юрасов С.М. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Розділ 2. Моделювання та прогнозування стану водного середовища: Конспект лекцій. Одеса. ОДЕКУ. 2019. 46 с.

2. Юрасов С.М. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Розділ 2. Моделювання та прогнозування стану водного середовища: Збірник методичних вказівок до практичних занять. Одеса. ОДЕКУ. 2019. 41 с.

3. Фесюк В.О. Географічне моделювання і прогнозування: курс лекцій. Луцьк, ПП Іванюк В.П., 2021. 132 с. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/de09f620-cb97-47e4-92c6-de6746ed3834/content>

Додаткова

4. Пасічник Т.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля: навчальний посібник. Львів. «Магнолія 2006», 2025. 194 с.

5. Квасніков В.П. та ін. Методи та засоби моделювання екологічних процесів. 2018.

6. Юрасов С.М. Глава 10. Числове моделювання розповсюдження аварійних розливів нафти в морі при її транспортуванні. *Розвиток методів проектування, будівництва та реконструкції гідротехнічних споруд. Частина 2: серія монографій.* [авт. кол.: Дубровський М.П., Рогачко С.І., Бугаєва С.В. та ін.]. Одеса. Купрієнко СВ. 2020. С. 168–185. ISBN 978-617-7414-94-9

7. Юрасов С.М. Особливості числового моделювання розповсюдження нафти у морі при її аварійних розливах. *Матеріали 79-ї звітної наукової конференції професорсько-викладацького складу і наукових працівників факультету гідрометеорології і екології Одеського національного університету імені І.І.Мечникова.* Одеса. ОНУ ім. І.І.Мечникова, 2024. С. 170–173.

8. Юрасов С.М. Глава 2. Дослідження змін стана пляжу міста Миколаїв під впливом природних чинників і загальні пропозиції його захисту. / Дослідження та вдосконалення конструкторсько-технологічних рішень гідротехнічних споруд. Частина 1: серія монографій/ [авт. кол. Дубровський М.П., Рогачко С.І., Хонелія Н.Н. та ін.] за ред. М.П. Дубровського. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2021. 135 с. ISBN 978-617-7880-18-8

9. Юрасов С.М., Нагаєва С.П., Грабко Н.В., Воробйов О.О. Прогноз змін стану пляжу міста Южне під впливом природних чинників. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 40. 2023. с. 6-19. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/22743/20888> (101 - екологія)

10. Терземан В.В., Юрасов С.М. Прогноз вмісту органічних речовин у водах річки Дунай (Кілія). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія».* 2025. Вип. 32. С. 61–70. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2025-32-04>

15. ЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Наукова бібліотека ОНУ імені І.І. Мечникова. URL: <http://lib.onu.edu.ua>
2. Наукова періодика України. Сторінка відкритого доступу Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/portal>
3. Репозитарій ОНУ. URL: www.eprints.library.onu.edu.ua