

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Перший (бакалаврський) рівень

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету інженерних систем  
та екології



/О.В. Приймак /  
2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

**Моделювання і прогнозування стану довкілля**

(назва освітньої компоненти)

шифр	назва спеціальності, освітньої програм
183	Технології захисту навколишнього середовища

Розробники:

Котовенко О.А., к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)



(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

Протокол № 11 від «29» червня 2022 року

Завідувач кафедри ТЗНС та ОП



(підпис)

/Тетяна ТКАЧЕНКО/

Схвалено гарантом освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»

Гарант ОП



(підпис)

/Юлія БЕРЕЗНИЦЬКА/

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Протокол № 6 від «30» червня 2022 року

**ВИТЯГ З РОБОЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ**

шифр	Назва спеціальності, освітньої програми	Форма навчання: <b>денна</b>										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження заступником декана факультету	
		Кредитів на сем.	Обсяг годин						Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	аудиторних			Сам. роб.	КП	КР	РГР	Конт. роб				
				Разом	Л	Лр									Пз
183	Технології захисту навколишнього середовища	4	120	58	38		20	62				1	<i>Екзамен</i>	7	
		4	120	42	28		14	78				1	<i>Екзамен</i>	8	

шифр	Назва спеціальності, освітньої програми	Форма навчання: <b>заочна (вечірня)</b>										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження заступником декана факультету	
		Кредитів на сем.	Обсяг годин						Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	аудиторних			Сам. роб.	КП	КР	РГР	Конт. роб				
				Разом	Л	Лр									Пз
183	Технології захисту навколишнього середовища	4	120	32	20		12	88				1	<i>Екзамен</i>	7	
		4	120	28	18		10	92					<i>Екзамен</i>	8	

## Мета та завдання освітньої компоненти

### Мета дисципліни:

**Метою** вивчення дисципліни “Моделювання і прогнозування стану довкілля” є надбання науково обґрунтованих сум знань про методи математичної постанови та методи вирішення задач природокористування, прогнозування стану навколишнього середовища, еволюційного розвитку техногенезу та їм подібних, що виникають і будуть виникати у екології в зв’язку з антропогенним навантаженням на навколишнє середовище та дають змогу підійти до екологічних проблем з точки зору системного аналізу

Робоча програма містить витяг з робочого навчального плану, мету вивчення, компетентності, які має опанувати здобувач, програмні результати навчання, дані щодо викладачів, зміст курсу, тематику практичних занять, вимоги до виконання індивідуального завдання, шкалу оцінювання знань, вмінь та навичок здобувача, роз’яснення усіх аспектів організації освітнього процесу щодо засвоєння освітньої компоненти, список навчально-методичного забезпечення, джерел та літератури для підготовки до практичних занять та виконання індивідуальних завдань. Електронне навчально-методичне забезпечення дисципліни розміщено на Освітньому сайті КНУБА (<http://org2.knuba.edu.ua>). Також програма містить основні положення щодо політики академічної доброчесності та політики відвідування аудиторних занять.

### Компетентності здобувачів освітньої програми, що формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти

Код	Зміст компетентності
<b>Інтегральна компетентність</b>	
<b>ІК</b>	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
<b>Загальні компетентності</b>	
<b>ЗК</b>	ЗК02. Знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК07. Прагнення до збереження навколишнього середовища та забезпечення сталого розвитку суспільства
<b>Фахові компетентності</b>	
<b>ФК</b>	ФК01. Здатність до попередження забруднення довкілля та кризових явищ і процесів. ФК02. Здатність обґрунтовувати, здійснювати вибір, розраховувати, проектувати, модифікувати, готувати до роботи та використовувати сучасну техніку та обладнання для захисту та раціонального використання повітряного та водного середовища, земельних ресурсів, поводження з відходами.. ФК08. Здатність до екологічної безпеки. ФК09. Здатність оцінювати вплив промислових об’єктів та інших об’єктів господарської діяльності на довкілля

**Програмні результати здобувачів освітньої програми, що формуються в  
результаті засвоєння освітньої компоненти**

<b>Код</b>	<b>Програмні результати</b>
<b>ПР 01</b>	Знати сучасні теорії, підходи, принципи екологічної політики, фундаментальні положення з біології, хімії, фізики, математики, біотехнології та фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних природозахисних задач у виробничій сфері
<b>ПР 03</b>	Вміти використовувати інформаційні технології та комунікаційні мережі для природоохоронних задач.
<b>ПР 04</b>	Обґрунтовувати природозахисні технології, базуючись на розумінні механізмів впливу людини на навколишнє середовище і процесів, що відбуваються у ньому
<b>ПР 07</b>	Здійснювати науково-обґрунтовані технічні, технологічні та організаційні заходи щодо запобігання забруднення довкілля.

**Програма дисципліни  
Семестр 7**

**Змістовий модуль 1.**

Лекція 1

**Тема 1** Моделювання як інструмент пізнання довколишнього світу та надійний опис систем і процесів

1. Вступ і основні поняття
2. Опорна та базова інформація
3. Квантифікація. Редукція інформації

Лекція 2

1. Два аспекти моделювання.
2. Принцип мультимоделювання
3. Ізоморфізм і гомоморфізм в моделюванні

Лекція 3

**Тема 2.** Методи первинної математичної обробки даних спостережень

1. Модель чорного ящика
2. Методи апроксимації та інтерполювання в обробці первинної інформації

Лекція 4

**Тема 3.** Системний аналіз як інструмент моделювання

1. Основні поняття та визначення
2. Етапи системного підходу в моделюванні

Лекція 5

1. Застосування функціонально-системного підходу в моделюванні.
2. Найважливіші етапи системного аналізу при моделюванні об'єкту.

Лекція 6

**Тема 4.** Фізичне і математичне моделювання

1. Основні поняття та визначення
2. Фізичні моделі та їх особливості

Лекція 7

1. Класифікація математичних моделей.
2. Етапи математичного моделювання

## Лекція 8

### Тема 5. . Основні принципи моделювання динаміки еволюціонуючих екологічних систем

1. Динамічні системи і їх особливості:
2. Класичні методи в математичному моделюванні динамічних систем
3. Сучасні підходи до моделювання динамічних систем

## Лекція 9

1. Якісна теорія систем, що розвиваються
2. Основні принципи моделювання динаміки еволюціонуючих екологічних систем

## Лекція 10

### Тема 6. Перші математичні моделі в екології.

1. Експоненціальне та логістичне зростання популяцій.
2. Модель «хижак-жертва».

## Лекція 11

1. Розширення моделі Вольтерра «хижак-жертва»
2. Моделювання процесів в трофічних ланцюгах

### Тема 7. Математичне моделювання стану гідросфери

## Лекція 12

1. Загальні принципи і методи математичного моделювання та прогнозування в гідроекологічних дослідженнях
2. Побудова імітаційної моделі гідрохімічного режиму водних об'єктів

## Лекція 13

1. Фільтрація і математичні моделі руху підземних вод
2. Математичне моделювання динаміки забруднення підземних вод

### Тема 8. Застосування математичного моделювання для дослідження процесів в ґрунтах

## Лекція 14

1. Математичне моделювання і прогнозування процесу забруднення ґрунтів.
2. Моделювання антропогенного впливу пестицидів і радіонуклідів на ґрунти

### Тема 9. Математичні моделі клімату

## Лекція 15

1. Енергобалансова та радіаційно-конвективна моделі.
2. Моделі загальної циркуляції та статистична модель

### Тема 10. Моделі глобальних біогеохімічних циклів

## Лекція 16

1. Модель продукційного процесу наземних рослин
2. Модель круговороту азоту в наземній екосистемі

## Лекція 17

1. Модель глобального круговороту вуглецю в системі «атмосфера-рослини-ґрунт»

## Лекція 18

1. Модель глобального круговороту вуглецю та азоту в системі «атмосфера-рослини-грунт»
2. Модель глобального круговороту вуглецю та азоту в системі «атмосфера- океан» (АО)

## Тема 11. Математична теорія катастроф та її застосування для дослідження біосфери

### Лекція 19

1. Основні поняття та визначення
2. Застосування математичної теорії катастроф для моделювання процесів в екологічних системах

## Семестр 8

### **Змістовий модуль 2.**

### Лекція 1

#### Тема 1 Моделювання стану довкілля у випадку недетермінованої базової інформації

1. Вступ
2. Основні поняття

### Лекція 2

#### Тема 2. Первинна статистична обробка даних спостережень

1. Проста статистична сукупність та її особливості
2. Статистичні розподіли та їх числові характеристики

### Лекція 3

1. Статистичне оцінювання параметрів розподілу
2. Інтервальні та точкові оцінки

### Лекція 4

#### Тема 3. Елементи теорії кореляції

1. Основні поняття та визначення
2. Лінійна кореляція
3. Нелінійна кореляція

### Лекція 5

1. Порівняння двох дисперсій.
2. Статистична перевірка статистичної гіпотези

### Лекція 6

1. Порівняння вибіркової середньої з генеральною сукупністю
2. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл генеральної сукупності

#### Тема 4. Ознайомлення з випадковими процесами

### Лекція 7

1. Основні поняття та визначення
2. Випадковість і випадкові процеси.

### Лекція 8

1. Класифікація випадкових процесів
2. Випадкові процеси з неперервним та дискретним часом

#### Тема 5 Місце теорії графів і теорії масового обслуговування при

## моделюванні екологічних процесів

### Лекція 9

1. Основні поняття та операції
2. Застосування графів при моделюванні екологічних процесів

### Лекція 10

## Тема 6. Застосування системи рівнянь Колмогорова-Чепмена для моделювання процесу зміни стану екосистеми.

1. Потоки подій
2. Моделювання зміни стану екологічної системи за допомогою системи рівнянь Колмогорова

## Тема 7. Введення в аналіз часових рядів

### Лекція 11

1. Основні поняття та визначення
2. Задачі аналізу часових рядів

### Лекція 12

1. Методи згладжування часових рядів
2. Автокореляція

### Лекція 13

1. Аналітичне вирівнювання часових рядів
2. Інтервал довіри тренда

## Тема 8. Стохастична модель забруднення атмосфери

### Лекція 14

1. Монодисперсний газовий завис як об'єкт моделювання
2. Основні припущення для виводу системи відповідних кінетичних рівнянь

### **Змістовий модуль 3. Надання практичних навичок Семестр 7 Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми
1	<i>Практична робота 1-2</i> Методи первинної обробки інформації. Елементи теорії похибок
2	<i>Практична робота 3-4</i> Моделювання взаємодії двох популяцій (модель «хижак – жертва»)
3	<i>Практична робота 5-6</i> Моделювання процесу біологічного очищення стічних вод
4	<i>Практична робота 7-8</i> Моделювання та прогнозування забруднення водотоку в районі водозабору
5	<i>Практична робота 9-10</i> Моделювання та прогнозування забруднення ґрунтів хімічними речовинами

### **Змістовий модуль 4**

## Семестр 8

### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми
1	<i>Практична робота 1-3</i> Теорія кореляції в аналізі зв'язків між характеристиками екологічних явищ і процесів
2	<i>Практична робота 4-5</i> Використання теорії графів для моделювання екологічних процесів
3	<i>Практична робота 6-7</i> Застосування моделі Колмогорова для дослідження динаміки розвитку процесів в екологічній системі під дією зовнішніх факторів

<b>Індивідуальна робота</b> (тематика, зміст)
<b>Семестр 7. Модуль 1.</b>
Первинна математична обробка даних спостережень. Зміст завдання: <i>Провести первинну математичну обробку даних з застосуванням основних методів математичної обробки даних для подальшого застосування цієї інформації в процесі моделювання та прогнозування.</i> Завдання видається викладачем
<b>Семестр 8. Модуль 2</b>
Первинна статистична обробка даних спостережень. Зміст завдання: <i>Провести первинну статистичну обробку даних з застосуванням основних методів статистичної обробки даних для подальшого застосування цієї інформації в процесі моделювання та прогнозування.</i> Завдання видається викладачем

### Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Опанування лекційним матеріалом
2.	Підготовка до практичних занять та індивідуальної роботи під керівництвом викладача
3.	Виконання індивідуального завдання
4.	Робота з літературою і електронними носіями

### Методи контролю та оцінювання знань

#### Методи контролю

Основні форми участі Здобувачів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, опонування до виступу, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел; письмові завдання (тестові, індивідуальні роботи у формі рефератів); та інші письмові роботи, оформлені відповідно до вимог. Кожна тема курсу, що винесена на лекційні та практичні заняття, відпрацьовується Здобувачами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на лекційних заняттях, активність впродовж



семестру, відвідування/відпрацювання усіх аудиторних занять, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни.

При оцінюванні рівня знань Здобувача аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;

- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;

- ступінь сформованості уміння поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;

- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;

- досвід творчої діяльності: вміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;

- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, вміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю (екзамен/залік, захист індивідуальної роботи тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

#### **Форми контролю:**

- 1) поточний контроль – у формі усної відповіді на кожному лекційному та практичному занятті (також може бути організовано у вигляді контрольної роботи);
- 2) контроль виконання практичних та лабораторних занять (оформлений протокол з результатами роботи, відповіді на питання);
- 3) контроль виконання індивідуальної роботи – у формі бесіди за теорією і перевірки розрахунків.

#### **Політика щодо академічної доброчесності**

Тексти індивідуальних завдань (в т.ч. у разі, коли вони виконуються у формі презентацій або в інших формах) можуть перевірятись на плагіат. Для цілей захисту індивідуального завдання оригінальність тексту має складати не менше 70%. Виключення становлять випадки зарахування публікацій Здобувачів у матеріалах наукових конференціях та інших наукових збірниках, які вже пройшли перевірку на плагіат.

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

#### **Політика щодо відвідування**

Здобувач, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату факультету документ, який

засвідчує ці причини.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування, наукова та науково-практична конференція (круглий стіл) тощо) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

**Тестове опитування** може проводитись за одним або кількома змістовими модулями. В останньому випадку бали, які нараховуються Здобувачу за відповіді на тестові питання, поділяються між змістовими модулями.

**Індивідуальне завдання** підлягає захисту Здобувачом на заняттях, які призначаються додатково.

Також як виконання індивідуального завдання за рішенням викладача може бути зарахована участь Здобувача у міжнародній або всеукраїнській науково-практичній конференції з публікацією у матеріалах конференції тез виступу (доповіді) на одну з тем, дотичних до змісту дисципліни, або публікація статті на одну з таких тем в інших наукових виданнях.

Текст індивідуального завдання подається викладачу не пізніше, ніж за 2 тижні до початку залікової сесії. Викладач має право вимагати від Здобувача доопрацювання індивідуального завдання, якщо воно не відповідає встановленим вимогам.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності Здобувачів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою для допуску до підсумкової форми контролю. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

**Підсумковий контроль** здійснюється під час проведення залікової сесії з урахуванням підсумків поточного та модульного контролю. Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою кредитів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.

## Методи контролю та оцінювання знань студентів

### Розподіл балів для дисципліни за формою контролю екзамен

Поточне оцінювання. Модуль 1. Семестр 7			Підсумковий контроль (екзамен)	сума
ЗМ 1	ЗМ 3	Індивідуальна робота		
20	20	30	30	100
Поточне оцінювання. Модуль 2 Семестр 8			Підсумковий контроль (екзамен)	сума
ПР01	ПР04	ПР07		
20	20	30	30	100

### Шкала оцінювання індивідуальної роботи

Оцінка за національною шкалою	Кількість балів	Критерії
<b>відмінно</b>	30	відмінне виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (не старше 2017 року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
	25	відмінне виконання з незначною кількістю помилок виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (більшість з яких не старше 2017 року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
<b>добре</b>	22	виконання вище середнього рівня з кількома помилками (розкриття теми в межах об'єкту та завдань роботи, посилання та цитування сучасних наукових джерел (серед яких є такі, що не старше 2017 року), <b>дотримання норм доброчесності</b> )
	20	виконання з певною кількістю помилок (розкриття теми в межах об'єкту та завдань роботи, наявність посилань та цитувань наукових джерел, <b>дотримання норм доброчесності</b> )
<b>задовільно</b>	18	виконання роботи задовольняє мінімальним критеріям помилок (розкриття теми в основному в межах об'єкту роботи, наявність концептуального апарату роботи, присутність не менше 5 посилань та цитувань наукових джерел, <b>дотримання норм доброчесності</b> )

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	Зараховано
82-89	<b>B</b>	
74-81	<b>C</b>	
64-73	<b>D</b>	
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	Не зараховано з можливістю повторного складання
<u>0-34</u>	<b>F</b>	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### Умови допуску до підсумкового контролю

Здобувачу, який має підсумкову оцінку за дисципліну від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Здобувач, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Здобувач має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться Здобувачам до початку вивчення дисципліни.

## Методичне забезпечення дисципліни

### Підручники і методичні вказівки

1. *Я.М. Заграй, О.А. Котовенко* Моделювання і прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2008. 97 с. (оновлено в 2020 в електронному вигляді)
2. *Я.М. Заграй, О.А. Котовенко, В.О. Карасьова* Статистичний аналіз в екології. Навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2001. 132 с.
3. *Я.М. Заграй, О.А. Котовенко, О.Ю. Мірошниченко* Моделювання і прогнозування стану довкілля. Методичні вказівки до виконання практичних робіт. Київ: КНУБА, 2009. 20 с. (оновлено в 2020 в електронному вигляді)
4. *Я.М. Заграй, О.А. Котовенко* Моделювання і прогнозування стану довкілля. Методичні вказівки до виконання індивідуальної роботи. Київ: КНУБА, 2003. 32 с. (оновлено в 2020 в електронному вигляді)
5. *Заграй Я.М., Котовенко О.А., Сімонов І.М., Карасьова В.О.*, Основи статистичного обліку в екології. Методичні вказівки до виконання практичних робіт, Київ: КНУБА, 2002, 35 с.

### Базова

1. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа. Наука, 1981. 487 с.
2. *Лаврик В.І.* Методи математичного моделювання в екології. Київ: Фітосоціоцентр, 1998. 133 с.
3. *Лаврик В.И.*, Математическое моделирование в гидроэкологических исследованиях. Київ: Фитосоциоцентр. 1998. 287 с.
4. *Марчук Г.М.* Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. Наука, 1982. 304 с.

### Інформаційні ресурси, обов'язково

1. <http://library.knuba.edu.ua/>
2. <http://chitalnya.nung.edu.ua/node/5440>
3. <https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/blank-11>

«Бібліотека екологічних знань» Інституту екологічного управління та збалансованого природокористування <http://iem.org.ua/biblioteka>