

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КИЇВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ  
ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



ЗАТВЕРДЖУЮ

О.Г. Стрелко

2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Моделювання та прогнозування стану довкілля»**

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Галузь знань:** 10 «Природничі науки»

**Спеціальність:** 101 «Екологія»

**Освітньо-професійна програма:** Екологія транспортної інфраструктури

2024-2025 навчальний рік

Робоча програма дисципліни **«Моделювання та прогнозування стану довкілля»** для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузі знань 10 «Природничі науки», спеціальності 101 «Екологія», ОПП «Екологія транспортної інфраструктури», денної форми навчання. К.: ДУІТ, 2024. 16 с.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри «Екологія та безпека життєдіяльності». Протокол від «30» серпня 2024 року № 1

В. о. завідувача кафедри



\_\_\_\_\_

(підпис)

Олена СОРОЧИНСЬКА

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ОПП, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	<b>Галузь знань:</b> 10 «Природничі науки»  <b>Спеціальність:</b> 101 «Екологія»  <b>Освітньо-професійна програма:</b> «Екологія транспортної інфраструктури»	Обов'язкова	
Модулів – 2		<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		3-й	-
Загальна кількість годин – 90		<b>Семестр</b>	
		5-й	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента - 3	<b>Рівень вищої освіти: перший бакалаврський</b>		
	15 год.	-	
	<b>Практичні</b>		
	15 год.	-	
	<b>Самостійна робота</b>		
	60 год.	-	
	<b>Індивідуальні завдання</b>		
20 год.	-		
		Вид контролю: іспит	

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 30/60

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» є формування у студентів навичок проводити математичну обробку даних, основи створення та функціонування моделей складових частин та процесів навколишнього природного середовища, основи їх прогнозування.

У процесі вивчення курсу «Моделювання і прогнозування стану довкілля» студенти повинні засвоїти знання про людину як біологічну, соціальну та духовну істоту, що існує у тісній взаємодії із навколишнім природним середовищем.

«Моделювання та прогнозування стану довкілля» відноситься до обов'язкових навчальних дисциплін у освітньо-професійній програмі підготовки рівня бакалавр спеціальності 101 «Екологія».

Зокрема, *студенти повинні знати:*

- типи моделей, що використовуються для довкілля;
- етапи моделювання та їх послідовність;
- елементарні функції та їх застосування в математичних моделях;
- принципи застосування диференціальних рівнянь при моделюванні екологічних процесів;
- основні положення математичної статистики та умови використання регресійних моделей;
- особливості переносу забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, ґрунтовому середовищі;
- види прогнозів забруднення атмосфери, водного середовища, ґрунтового та рослинного покриву;
- найбільш розповсюджені моделі екологічних систем.

*Студенти повинні уміти:*

- проводити процедуру аналізу і моделювання часових рядів;
- використовувати методи прогнозування на основі регресійної моделі та моделі часового ряду.
- розраховувати динаміку чисельності популяцій
- використовувати MS Excel та його використання у екологічних дослідженнях,
- проводити статистичну обробку даних та їх інтерпретацію.

*Міждисциплінарні зв'язки:* загальна екологія; нормування антропогенного навантаження, екологічне інспектування, моніторинг довкілля.

Відповідно до освітньо-професійної програми «Екологія транспортної інфраструктури» вивчення навчальної дисципліни «Моделювання та

**прогнозування стану довкілля»** сприяє формуванню у здобувачів освітнього ступеня бакалавр наступних **компетентностей**:

**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:**

**ЗК02.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

**ЗК07.** Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

**ЗК08.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

**ЗК10.** Навички міжособистісної взаємодії.

**ЗК11.** Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

#### **Спеціальні (фахові, предметні компетентності):**

**ФК5.** Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.

**ФК6.** Здатність до використання основних принципів та складових екологічного управління.

**ФК7.** Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

**ФК10.** Здатність до використання сучасних інформаційних ресурсів для екологічних досліджень.

**ФК12.** Здатність до опанування міжнародного та вітчизняного досвіду вирішення регіональних та транскордонних екологічних проблем.

### **3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

Відповідно до освітньо-професійної програми «Екологія транспортної інфраструктури» вивчення навчальної дисципліни **«Моделювання та прогнозування стану довкілля»** повинно забезпечити досягнення здобувачами освітнього ступеня бакалавр таких програмних результатів навчання:

Програмні результати навчання	<b>ПРН-05.</b> Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля. <b>ПРН-10.</b> Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень. <b>ПРН-11.</b> Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище. <b>ПРН-15.</b> Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проєктів. <b>ПРН-21.</b> Уміти обирати оптимальні методи та
-------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.
---------------------------------------------------------------------------

## **4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Модуль 1**

#### **Тема 1. Загальні поняття моделювання та прогнозування стану довкілля**

Поняття про моделювання та прогнозування, їх особливості як навчальної дисципліни. Математичні моделі, їх види та особливості. Характеристика моделювання параметрів довкілля та етапи його проведення. Теорії та методи, що використовуються у моделюванні. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання. Принципи проведення екологічного моделювання.

#### **Тема 2. Моделювання процесів забруднення довкілля**

Фізичне моделювання процесів забруднення повітряного середовища. Математичні моделі, які використовуються при моделюванні забруднення атмосферного повітря. Закон розподілу дискретної випадкової величини. Закон розподілу неперервної випадкової величини

#### **Тема 3. Місце і різновиди математичного моделювання в системному аналізі проблем забруднення довкілля**

Системний аналіз, особливості застосування у моделюванні. Комп'ютерні програми, що використовуються під час моделювання. Зведення та групування статистичних даних. Середні характеристики динамічного ряду

#### **Тема 4. Моделювання процесів забруднення водних об'єктів**

Процеси розповсюдження речовини у водному середовищі. Осідання завислої речовини. Моделювання розповсюдження забруднювальних речовин при аварійних розливах.

### **Модуль 2**

#### **Тема 5. Моделювання і прогнозування ґрунтів**

Соціоекологічна роль ґрунтів і завдання їх збереження. Підходи до проведення математичного моделювання і прогнозування хімічного забруднення ґрунтів. Математичне моделювання і прогнозування хімічного забруднення ґрунтів. Моделювання антропогенного впливу пестицидів та радіонуклідів на ґрунти. Моделі глобальних біогеохімічних циклів

#### **Тема 6. Екологічні прогнози та їх види**

Екологічні дані, їх особливості та підходи до збору статистичних даних у навколишньому природному середовищі. Екологічне прогнозування, види,

значення, цілі проведення. Методи проведення прогнозування об'єктів навколишнього природного середовища.

### Тема 7. Моделювання і прогнозування клімату

Підходи до моделювання клімату. Характеристика моделей клімату. Статистичні моделі при здійсненні моделювання параметрів клімату. Радіаційно-конвективні моделі моделювання клімату.

### Тема 8. Моделювання для кругообігу речовин у наземній екосистемі, атмосфері та системі атмосфера-рослина-грунт

Побудова для дослідження поведінки системи атмосфера-рослини-грунт. Модель кругообігу азоту, вуглецю у різних системах. Аналіз системи і моделюванні використання значеннями темпів, рівнів і коефіцієнтів переходу.

## 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усь го	у тому числі					усь ог о	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		Л	п	лаб	інд	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>«Основи проведення моделювання та прогнозування стану довкілля»</b>												
Загальні поняття моделювання та прогнозування стану довкілля	11	2	1		3	5						
Моделювання процесів забруднення атмосферного повітря	12	2	2		3	5						
Місце і різновиди математичного моделювання в системному аналізі проблем забруднення довкілля	10	1	1		3	5						
Моделювання процесів забруднення водних об'єктів	12	2	2		3	5						
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>45</b>	<b>7</b>	<b>6</b>		<b>12</b>	<b>20</b>						
<b>Модуль 2</b>												
<b>«Моделювання та прогнозування складових довкілля»</b>												

Моделювання і прогнозування стану ґрунтів	12	2	3		2	5						
Екологічні прогнози та їх види	11	2	2		2	5						
Моделювання і прогнозування клімату	11	2	2		2	5						
Моделювання для кругообігу речовин у наземній екосистемі, атмосфері та системі атмосфера-рослина-ґрунт	11	2	2		2	5						
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>45</b>	<b>8</b>	<b>9</b>		<b>8,0</b>	<b>20</b>						
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		<b>20</b>	<b>40</b>						

## 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

*Практичне заняття* навчальне заняття, яке спрямоване на виконання спеціальних практичних завдань студентами для засвоєння теоретичного матеріалу як індивідуальних так і групових.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити теоретичні знання щодо використання моделей у екологічних дослідженнях;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями працювати з комп'ютерними програмами, які здійснюють обробку даних екологічних досліджень;
- навчити їх працювати з довідковою літературою, базами даних та статистичною інформацією;
- формувати вміння вчитися самостійно.

№	Назва теми	Денна (годин)	Заочна (годин)
1	<b>Тема 1.</b> Оцінка статистичних показників генеральної сукупності на прикладі чисельності ґрунтових мікроорганізмів	2	-
2	<b>Тема 2.</b> Побудова полігонів та гістограми та розподіл частот на прикладі параметрів якості атмосферного повітря	2	-
3	<b>Тема 3.</b> Порівняння середніх двох незалежних вибірок засобами MS Excel на прикладі даних оцінки якості води	2	-
4	<b>Тема 4.</b> Проведення однофакторного	2	-

	дисперсійного аналізу на прикладі дослідження ґрунту		
5	<b>Тема 5.</b> Оцінка наявності і тісноти лінійної залежності між двома змінними	2	-
6	<b>Тема 6.</b> Перевірка правильності визначення параметрів моделі і побудова графічної залежності	2	-
7	<b>Тема 7.</b> Прогнозування зміни динаміки чисельності популяції зайців у біоценозі	1,5	-
8	<b>Тема 8.</b> Аналіз даних моніторингових досліджень на прикладі кліматичних показників	1,5	
	<b>Разом</b>	<b>15</b>	<b>-</b>

### 7. Самостійна робота

**Самостійна робота студента** – це основний засіб оволодіння навчальним матеріалом під керівництвом викладача у час, вільний від обов’язкових навчальних занять.

Розподіл самостійної роботи включає в себе:

**ПМК** – підготовка до модульного контролю;

**ПП** – підготовка до практичних занять;

**ППК** – підготовка до підсумкового контролю (заліку/іспиту).

У робочій програмі навчальної дисципліни самостійна робота відображається у вигляді таблиці у розрізі тем та кількості годин, відведених для їх виконання.

№	Назва теми	Денна (годин)	Заочна (годин)
1	<b>Тема 1.</b> Загальні поняття моделювання та прогнозування стану довкілля	5	-
2	<b>Тема 2.</b> Моделювання процесів забруднення атмосферного повітря	5	-
3	<b>Тема 3.</b> Місце і різновиди математичного моделювання в системному аналізі проблем забруднення довкілля	5	-
4	<b>Тема 4.</b> Моделювання процесів забруднення водних об’єктів	5	-
5	<b>Тема 5.</b> Моделювання і прогнозування стану ґрунтів	5	-
6	<b>Тема 6.</b> Екологічні прогнози та їх види	5	-
7	<b>Тема 7.</b> Моделювання і прогнозування клімату	5	-
8	<b>Тема 8.</b> Моделювання для кругообігу речовин у наземній екосистемі, атмосфері та системі атмосфера-рослина-ґрунт	5	
	<b>Разом</b>	<b>40</b>	<b>-</b>

### Індивідуальні завдання

Студент самостійно виконує на протязі семестру індивідуальне завдання (контрольна робота), яке складається із двох окремих завдань по одному до кожного модулю. Пояснювальна записка індивідуального завдання складає 5-10 аркушів формату А-4, де наводяться відповідні таблиці, розрахунки, графіки, діаграми та схеми.

Усього на індивідуальне семестрове завдання для студентів денної і заочної форми навчання передбачено 20 годин.

№	Назва теми	Денна (годин)	Заочна (годин)
1	<b>Тема 1.</b> Загальні поняття моделювання та прогнозування стану довкілля	2	-
2	<b>Тема 2.</b> Моделювання процесів забруднення атмосферного повітря	2	-
3	<b>Тема 3.</b> Місце і різновиди математичного моделювання в системному аналізі проблем забруднення довкілля	2	-
4	<b>Тема 4.</b> Моделювання процесів забруднення водних об'єктів	2	-
5	<b>Тема 5.</b> Моделювання і прогнозування стану ґрунтів	2	-
6	<b>Тема 6.</b> Екологічні прогнози та їх види	2	-
7	<b>Тема 7.</b> Моделювання і прогнозування клімату	2	-
8	<b>Тема 8.</b> Моделювання для кругообігу речовин у наземній екосистемі, атмосфері та системі атмосфера-рослина-ґрунт	2	-
	<b>Разом</b>	<b>20</b>	-

### 8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Застосовується комплекс методів навчання за особливостями навчально-пізнавальної діяльності студентів, а саме, наступні методи:

- пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний), коли викладач організує сприймання та усвідомлення студентами інформації, а студенти здійснюють сприймання (рецепцію), осмислення і запам'ятовування її;

- репродуктивний, коли викладач дає завдання, у процесі виконання якого студенти здобувають уміння застосовувати знання за зразком;

- проблемного виконання, коли викладач формулює проблему і вирішує її, а студенти стежать за ходом творчого пошуку (студентам подається своєрідний еталон творчого мислення);

- частково-пошуковий (евристичний), коли викладач формулює проблему, поетапне вирішення якої здійснюють студенти під його керівництвом (при цьому відбувається поєднання репродуктивної та творчої діяльності студентів);

- дослідницький, коли викладач ставить перед студентами проблему, і ті вирішують її самостійно, висуваючи ідеї, перевіряючи їх, підбираючи для цього необхідні джерела інформації, прилади, матеріали тощо.

В процесі навчання застосовуються можливості мультимедійних засобів, інтернет-ресурси та інші можливості новітніх освітніх технологій.

При викладанні дисципліни «**Моделювання та прогнозування стану довкілля**» застосовуються наступні форми навчання:

- словесні (лекція, пояснення до інших видів навчальної роботи, бесіди);
- наочні (ілюстрації у навчально-методичній літературі, наочне приладдя, презентації, навчальні фільми з використанням мультимедійної техніки);
- використання програмного забезпечення (MS Excel, Statistica, тощо)
- семінари (підготовка студентами презентацій та їх предствалення на парі);
- написання письмового самостійного завдання (аналіз статистичної інформації, створення графіків та простих моделей та прогнозів).

## **9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ**

**Поточний контроль** – контроль за виконанням самостійної роботи (усне опитування, перевірка письмових та творчих завдань); перевірка підготовки до семінарських занять (усне опитування, оцінка виступів студентів при обговоренні теоретичних питань); підсумковий контроль за змістовими модулями (усне опитування, письмові відповіді на проблемні питання).

**Модульний рубіжний контроль** – письмова робота або тестування.

**Підсумковий семестровий контроль** – іспит.

Курс дисципліни поділено на два змістовних модулі. Кожний модуль складається з тем, які є обов'язковими для опанування. В кінці вивчення курсу проводиться модульний контроль оцінювання знань студентів у формі письмової роботи або тестування.

Кожний модуль складається із трьох видів роботи: вивчення теоретичного курсу (лекційний матеріал), виконання практичного завдання, а також постійної самостійної роботи студента. Кожний вид роботи є

обов'язковим і оцінюється відповідною кількістю балів. Балами оцінюється також самостійна робота студентів.

## 10. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Система ЄКТС передбачає 100-бальну шкалу оцінювання навчальних досягнень студента.

Студент при вчасному складанні двох модулів за семестр, звіту з практичних занять може отримати автоматично оцінку по курсу відповідно до наступної таблиці.

Модулі	Модуль I			Модуль II			Кількість балів у семестрі*	Підсумковий контроль (залік, екзамен)**		
	Кількість балів за модуль			Модульний контроль					Модульний контроль	
Кількість балів за модуль	40			Модульний контроль	45			Кількість балів у семестрі*	Підсумковий контроль (залік, екзамен)**	
Змістові модулі	ЗМ 1				ЗМ 2					
Кількість балів за ЗМ та модульний контроль	30			10	35			10	85	15
Кількість балів за видами роботи	Лекції	Практичні	СРС	Модульний контроль	Лекції	Практичні	СРС	Модульний контроль		
Відвідування	3				3					
Активність на заняттях		14				18				
Виконання СРС			9				22			
Наукова робота	Участь у наукових конференціях, семінарах, круглих столах, студентських олімпіадах та конкурсах – 0-15 балів додатково							10		

### *Критерії оцінювання модульного завдання (тест)*

Завдання	Кількість балів
Питання 1-20	0,5
<b>Разом</b>	<b>10</b>

### *Критерії оцінювання екзаменаційного завдання (тест)*

Завдання	Кількість балів
Питання 1-20	0,75
<b>Разом</b>	<b>15</b>

### **11. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS**

Оцінка за 100-баловою шкалою університету / Grade according to 100-points scale of university	Оцінка за національною шкалою / Grade according to the national scale		Оцінка за шкалою ЄКТС / Grade according to ECTS scale
	Диференційована оцінка / Differentiated grade	Недиференційована оцінка / Undifferentiated grade	
<b>90-100</b> (творчий рівень) / (creative level)	5 (відмінно) / (excellent)	Зараховано / Passed	<b>A</b>
<b>82-89</b> (високий рівень) / (high level)			<b>B</b>
<b>75-81</b> (достатній рівень) / (sufficient level)			<b>C</b>
<b>64-74</b> (задовільний рівень) / (satisfactory level)			<b>D</b>
<b>60-63</b> (задовільний рівень) / (satisfactory level)			<b>E</b>
<b>35-59</b> (низький рівень) / (low level)	2 (незадовільно з можливістю повторного складання) / (unsatisfactory with the possibility to repass the exam)	Не зараховано з можливістю повторного складання заліку / Failed with the possibility to repass the credit	<b>FX</b>
<b>0-34</b> (незадовільний рівень) / (unsatisfactory level)	2 (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни) / (unsatisfactory with the compulsory repeating of the course)	Не зараховано - з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Failed with the compulsory repeating of the course	<b>F</b>

**«Відмінно» - А (90-100 балів)** – виставляється студенту, який глибоко та міцно засвоїв матеріал, відмінно справляється з задачами та питаннями, показує знайомство з фаховою літературою, володіє різносторонніми навичками та прийомами виконання практичних завдань, вміє добре орієнтуватись у виробничих ситуаціях.

**«Добре» - ВС (75-89 балів)** – виставляється студенту, який твердо знає програмний матеріал, правильно застосовує теоретичні знання при рішенні

практичних завдань, володіє необхідними навичками та прийомами їх виконання.

**«Задовільно» - DE (60-74 балів)** – виставляється студенту, який має знання тільки основного матеріалу, але не засвоїв його деталей, допускає неточності, неправильне тлумачення окремих елементів завдання та відчуває труднощі при виконанні практичних завдань.

**«Незадовільно» - FX (35-59 балів)** - виставляється студенту, який дає необґрунтовані відповіді на запитання, допускає суттєві помилки у використанні понятійного апарату. Не простежується логічність та послідовність думки. Формулювання хаотичні та не усвідомлені.

**«Незадовільно» - F (0-34 балів)** - виставляється студенту, який не засвоїв зміст дисципліни, вміння та навички не набуті.

## 12. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Для вивчення студентами дисципліни **«Моделювання та прогнозування стану довкілля»** розроблено методичні рекомендації щодо підготовки до практичних занять, опорний конспект лекцій (розміщено на сайті бібліотеки ДУІТ).

Також розроблені конспекти лекцій (презентації) та методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни, з якими студенти можуть ознайомитися на навчальній платформі Google Клас.

## 13. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Нормативно-правові акти

1. <https://mepr.gov.ua/> - Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

3. Конституція України.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>

### Базова

1. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум. – Електронний навчальний посібник / Під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 84 с
2. Бараннік В. О. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 101 – Екологія.) / В. О. Бараннік ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 46 с.
3. Диханов С.М., Савченко А.С., Цикало А.Л. Моделювання і прогнозування стану довкілля. Посібник до виконання лабораторних

- робіт. Одеська державна академія холоду, 2010. – 30 с.
4. Моделювання та прогнозування стану довкілля [підручник] / І.І. Ясковець, Н.М. Протас, Т.Ю. Осипова, Д.Ю. Касаткін // - К.: НУБіП України, 2018.- 566 с
  5. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник / Лаврик В.І., Боголюбов В.М., Полетаєва Л.М., Юрасов С.М., Ільїна В.Г. / За ред. докт. техн. наук В.І. Лаврика.-К.: ВЦ "Академія", 2010.-400 с.
  6. Сальнікова А.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Конспект лекцій. Київ: ДУІТ, 2022. – 100 с.
  7. Сальнікова А.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Методичні рекомендації до виконання практичних занять для студентів спеціальності 101 Екологія усіх форм навчання. Київ: ДУІТ, 2022. – 29 с.

### **Допоміжна**

- 1 Тарасенко Р.О., Лисенко В.П., Касаткін Д.Ю. Інформаційні технології в системах якості, стандартизації та сертифікації. Київ, НАУ, 2012. –82 с.
- 2 Принципи моделювання та прогнозування в екології / О.М. Богобоящий, К.Р. Курбанов, П.Б. Палій, В.М. Шмандій.: Підручник.– К: Центр навчальної літератури, 2014. – 216 с.
- 3 Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник у 2ч, Ч1 /Т.Б. Михайлівська, В.М. Ісаєнко, В.А. Гроза, В.М. Криворотько.– К.: Книжне вид-во «НАУ», 2016. – 212 с.