

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

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Дека́н факультету УЗТ



Олег СТРЕЛКО

2023 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

2023-2024 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, 2023. 22 с.

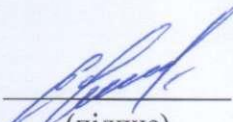
Розробник: к.с.г.н., старший викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності Сальнікова Анна Валеріївна


_____ (підпис)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри «Екологія та безпека життєдіяльності»

Протокол від «30» _____ серпня _____ 2023 року № 1

В. о. завідувача кафедри


_____ (підпис)

Олена СОРОЧИНСЬКА

© Сальнікова А.В., 2023 рік

© Сальнікова А.В., 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

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

Примітка.

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

для денної форми навчання – 30/60

Співвідношення кількості аудиторних занять, які можуть викладатися англійською мовою – 21 %

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.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 90 годин (3 кредити ЕКТС).

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	ПРН-05. Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля. ПРН-10. Уміти застосовувати програмні засоби, ГІС-технології та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення екологічних досліджень. ПРН-11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.
-------------------------------	--

	<p>ПРН-15. Уміти пояснювати соціальні, економічні та політичні наслідки впровадження екологічних проєктів.</p> <p>ПРН-21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.</p>
--	--

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
Модуль 1												
«Основи проведення моделювання та прогнозування стану довкілля»												
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						

Разом за модулем 1	45	7	6		12	20						
Модуль 2												
«Моделювання та прогнозування складових довкілля»												
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						
Разом за модулем 2	45	8	9		8,0	20						
Усього годин	90	15	15		20	40						

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	Тема 1. Оцінка статистичних показників генеральної сукупності на прикладі чисельності ґрунтових мікроорганізмів	2	-
2	Тема 2. Побудова полігонів та гістограми та розподіл частот на прикладі параметрів якості атмосферного повітря	2	-
3	Тема 3. Порівняння середніх двох незалежних	2	-

	вибірок засобами MS Excel на прикладі даних оцінки якості води		
4	Тема 4. Проведення однофакторного дисперсійного аналізу на прикладі дослідження ґрунту	2	-
5	Тема 5. Оцінка наявності і тісноти лінійної залежності між двома змінними	2	-
6	Тема 6. Перевірка правильності визначення параметрів моделі і побудова графічної залежності	2	-
7	Тема 7. Прогнозування зміни динаміки чисельності популяції зайців у біоценозі	1,5	-
8	Тема 8. Аналіз даних моніторингових досліджень на прикладі кліматичних показників	1,5	
	Разом	15	-

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	Тема 1. Загальні поняття моделювання та прогнозування стану довкілля	5	-
2	Тема 2. Моделювання процесів забруднення атмосферного повітря	5	-
3	Тема 3. Місце і різновиди математичного моделювання в системному аналізі проблем забруднення довкілля	5	-
4	Тема 4. Моделювання процесів забруднення водних об'єктів	5	-
5	Тема 5. Моделювання і прогнозування стану ґрунтів	5	-
6	Тема 6. Екологічні прогнози та їх види	5	-
7	Тема 7. Моделювання і прогнозування клімату	5	-
8	Тема 8. Моделювання для кругообігу речовин у	5	

	наземній екосистемі, атмосфері та системі атмосфера-рослина-грунт		
	Разом	40	-

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	Тема 1. Загальні поняття моделювання та прогнозування стану довкілля	2	-
2	Тема 2. Моделювання процесів забруднення атмосферного повітря	2	-
3	Тема 3. Місце і різновиди математичного моделювання в системному аналізі проблем забруднення довкілля	2	-
4	Тема 4. Моделювання процесів забруднення водних об'єктів	2	-
5	Тема 5. Моделювання і прогнозування стану ґрунтів	2	-
6	Тема 6. Екологічні прогнози та їх види	2	-
7	Тема 7. Моделювання і прогнозування клімату	2	-
8	Тема 8. Моделювання для кругообігу речовин у наземній екосистемі, атмосфері та системі атмосфера-рослина-грунт	2	-
	Разом	20	-

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 ЗНАТЬ

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			Кількість балів за модуль	Модульний контроль				
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
Разом	10

Критерії оцінювання екзаменаційного завдання (тест)

Завдання	Кількість балів
Питання 1-20	0,75
Разом	15

11. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS

Форми поточного та підсумкового контролю	Поточний контроль (робота на семінарах, інші види самостійної роботи) - 70 балів Проміжний контроль (поточне тестування за змістовними модулями) - 20 балів Підсумковий контроль: іспит - 10 балів
--	---

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру та балів, набраних на підсумковому контролі (екзамен, залік).

Підсумкові бали = Загальна кількість балів (перед підсумковим навчальної дисципліни контролем) + Кількість балів за підсумковим контролем

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно («зараховано»)	A	«Відмінно» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконанні в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
80-89	Добре («зараховано»)	B	«Дуже добре» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконанні, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального, робота з двома – трьома незначними помилками.
75-79		C	«Добре» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі

			навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконанні, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
65-74	Задовільно («зараховано»)	D	«Задовільно» - теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками.
60-64		E	«Достатньо» - теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального, робота, що задовольняє мінімум критеріїв оцінки.
21-59	Незадовільно («не зараховано»)	FX	«Умовно незадовільно» теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота що потребує доробки
1-20	Незадовільно (незараховано)	F	«Безумовно незадовільно» теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки.

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 Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології./За ред. О.І. Пушкаря. – К. Вид. центр Академія, 2001. – 696 с
- 2 Тарасенко Р.О., Лисенко В.П., Касаткін Д.Ю. Інформаційні технології в системах якості, стандартизації та сертифікації. Київ, НАУ, 2002. –82 с.
- 3 Принципи моделювання та прогнозування в екології / О.М. Богобоящий, К.Р. Курбанов, П.Б. Палій, В.М. Шмандій.: Підручник.– К: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
- 4 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», 2006. – 212 с.
- 5 Гладкий А.В., Скопецький В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч. посібник. – К.: ІВЦ «Вид-во «Політехніка», ТОВ Фірма «Періодика», 2005. – 152 с.
- 6 Рудаков Д.В. Математичні моделі в охороні навколишнього середовища: [Навчальний посібник]. – Д.: Вид-во Дніпропетровського університету, 2004. – 160 с.
- 7 Гринин А.С, Орехов Н.А., Новиков В.Н. Математическое моделирование в экологии: Уч. пособие для вузов. – М.:ЮНИТИ–ДАНА, 2003. – 269 с.

14. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Науковий журнал «Екологічне моделювання» / Ecological Modelling <https://www.sciencedirect.com/journal/ecological-modelling>
2. Using Multiple Ecological Models to Inform Environmental Decision-Making <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.625790/full>