

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

Кафедра екології та охорони довкілля



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор

з науково-педагогічної роботи

Майя НІКОЛАЄВА

« 15 » 05 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ
ДОВКІЛЛЯ»**

Рівень вищої освіти

Галузь знань

Спеціальність

Освітньо-професійна
програма

перший (бакалаврський) рівень

10 – Природничі науки

101 – Екологія

**Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване
природокористування**

ОНУ

2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля». Одеса: ОНУ, 2024. 15 с.

Розробник: О.І. Чернякова, старший викладач, С.М. Юрасов, кандидат технічних наук, доцент, В.Г. Ільїна, кандидат географічних наук, доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри екології та охорони довкілля

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри



Ангеліна ЧУГАЙ
(прізвище та ініціали)

Погоджено із гарантом ОПП
«Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування»



Алла КОЛІСНИК
(прізвище та ініціали)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) ФГМіЕ
Протокол № 1 від « 13 » вересня 2024 р.

Голова НМК


(підпис)

Ангеліна ЧУГАЙ
(прізвище та ініціали)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № 1 від «27» с8 20 25 р.

Завідувач кафедри
(підпис)


(прізвище та ініціали)

Ангеліна Чугай

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри

Протокол № від « » 20 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 – 6 годин - 180 змістових модулів – 3 ІНДЗ* – немає	Галузь знань 10– Природничі науки Спеціальність 101– Екологія Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язковий	
		Рік підготовки:	
		3-й	4-й
		Семестр	
		6-й	-
		Лекції	
		60 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		30 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		90 год.	170 год.
		Форма підсумкового контролю: іспит	

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою курсу є формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок у сфері математичного моделювання реальних процесів розповсюдження шкідливих домішок у довкіллі, складання прогнозів його забруднення та застосування їх для регулювання техногенних викидів підприємств до навколишнього середовища.

Завданнями курсу є вміння обирати та використовувати методи математичного моделювання та прогнозування стану довкілля.

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

– *Спеціальні (фахові) компетентності*

К30. Здатність прогнозувати стан окремих складових навколишнього природного середовища, у т.ч. з використанням методів математичного моделювання

– *Очікувані програмні результати навчання (ПР):*

Р301. Знання понятійного апарату та загальних принципів моделювання і прогнозування стану довкілля.

Р302. Уміння обирати та використовувати методи математичного моделювання та прогнозування стану довкілля.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен:

- *знати*: основні терміни і поняття, що використовуються в межах означеної дисципліни; основні принципи, підходи та методи оцінки і прогнозу стану довкілля; головні фактори середовища, що впливають

на забруднення довкілля; основні математичні моделі розрахунку розповсюдження шкідливих домішок; типи прогнозів забруднення повітря, ґрунтів та поверхневих вод;

- *вміти*: обрати необхідну модель і виконати розрахунки показників забруднення; сформулювати початкові і граничні умови вирішення математичних моделей; визначити фактори впливу на стан забруднення середовища; скласти прогнози забруднення повітря, ґрунтів та рослинного покриву, поверхневих вод, застосувавши їх для регулювання промислових викидів підприємств в довкілля; оцінити адекватність і ефективність прогностичних схем.

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Загальні уявлення про математичне моделювання та види прогнозів забруднення атмосфери

Тема 1. Математичні моделі як основа прогнозів забруднення довкілля.

Тема 2. Вплив метеорологічних і синоптичних умов на забруднення повітря у місті.

Тема 3. Математичне моделювання розповсюдження домішок в атмосферному повітрі.

Тема 4. Чисельне моделювання процесів забруднення атмосфери у місті.

Тема 5. Синоптико-статистичні прогнози забруднення повітря у місті.

Тема 6. Оцінка ефективності методів прогнозу забруднення атмосфери.

Змістовий модуль 2. Моделювання і прогнозування стану водного середовища

Тема 1. Поняття математичної моделі та математичного моделювання.

Тема 2. Точність обчислювальних експериментів.

Тема 3. Статистичне моделювання.

Тема 4. Моделювання перенесення забруднювальних речовин у водному середовищі.

Тема 5. Імітаційне моделювання.

Змістовий модуль 3. Математичне моделювання і прогноз міграції забруднювальних речовин у ґрунтовому та рослинному покриві

Тема 1. Моделювання основних процесів життєдіяльності рослин.

Тема 2. Моделювання міграції радіонуклідів в агроценозах.

Тема 3. Математичне моделювання процесу поглинання важких металів ґрунтом та рослинами.

Тема 4. Математичне моделювання впливу осолонцювання і засолення ґрунту на розвиток рослин.

Тема 5. Визначення виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	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
Змістовий модуль 1. Загальні уявлення про математичне моделювання та види прогнозів забруднення атмосфери										
Тема 1. Математичні моделі як основа прогнозів забруднення довкілля.	3	2	-	-	1	4	2	-	-	2
Тема 2. Вплив метеорологічних і синоптичних умов на забруднення повітря у місті.	6	2	-	-	4	6	-	-	-	6
Тема 3. Математичне моделювання розповсюдження домішок в атмосферному повітрі.	5	4	-	-	1	4	-	-	-	4
Тема 4. Чисельне моделювання процесів забруднення атмосфери у місті.	6	4	-	-	2	6	-	-	-	6
Тема 5. Синоптико-статистичні прогнози забруднення повітря у місті.	24	4	10	-	10	36	-	2	-	34
Тема 6. Оцінка ефективності методів прогнозу забруднення атмосфери.	6	4	-	-	2	5	-	-	-	5
Разом за змістовим модулем 1	50	20	10	-	20	61	2	2	-	57
Змістовий модуль 2. Моделювання і прогнозування стану водного середовища										
Тема 1. Поняття математичної моделі та математичного моделювання.	3	2	-	-	1	2	-	-	-	2
Тема 2. Точність обчислювальних експериментів.	4	2	-	-	2	4	-	-	-	4
Тема 3. Статистичне моделювання.	14	4	4	-	6	11	-	1	-	10
Тема 4. Моделювання перенесення забруднювальних	23	8	6	-	9	35	-	1	-	34

речовин у водному середовищі.										
Тема 5.	6	4	-	-	2	7	-	-	-	7
Разом за змістовим модулем 2	50	20	10	-	20	59	-	2	-	57
Змістовий модуль 3. Математичне моделювання і прогноз міграції забруднювальних речовин у ґрунтовому та рослинному покриві										
Тема 1. Моделювання основних процесів життєдіяльності рослин.	10	4	2	-	4	12	-	1	-	11
Тема 2. Моделювання міграції радіонуклідів в агроценозах.	14	6	3	-	5	12	-	1	-	11
Тема 3. Математичне моделювання процесу поглинання важких металів ґрунтом та рослинами.	11	4	2	-	5	12	-	1	-	11
Тема 4. Математичне моделювання впливу осолонцювання і засолення ґрунту на розвиток рослин.	11	4	3	-	4	12	-	1	-	11
Тема 5. Визначення виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь.	4	2	-	-	2	12	-	-	-	12
Разом за змістовим модулем 3	50	20	10	-	20	60	-	4	-	56

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Синоптико-статистичні прогнози забруднення повітря у місті. 1.1 Статистичний прогноз забруднення атмосфери методом множинної лінійної регресії 1.2. Прогноз показника Р методом розпізнавання образів	6 4	1 1
2	Статистичне моделювання. Моделювання перенесення забруднювальних речовин у водному середовищі. 2.1 Побудова режимної функції висоти хвиль 2.2 Детальні методи розрахунку розводження стічних вод у потоках	4 6	1 1
3	Математичне моделювання і прогноз міграції забруднювальних речовин у ґрунтовому та рослинному покриві 3.1 Моделювання основних процесів життєдіяльності рослин 3.2 Моделювання впливу осолонцювання та засолення ґрунту на зростання і розвиток рослин	2 3	1 1

	3.3 Моделювання процесів поглинання і міграції важких металів та їх впливу на сільськогосподарські рослини 3.4 Моделювання радіонуклідного забруднення ґрунту та рослинного покриву	3	1
Разом		30	8

6. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ (не передбачено)

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ (не передбачено)

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Змістовий модуль 1. Загальні уявлення про математичне моделювання та види прогнозів забруднення атмосфери (теми 1 - 6). Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомитися з особливостями використання математичних моделей при прогнозі забруднення повітря, звернути увагу на вплив метеорологічних і синоптичних умов на забруднення атмосфери в умовах населених пунктів, мати чітке уявлення про особливості складання прогнозів при використанні чисельних та синоптико-статистичних видів прогнозів та розуміти процедури оцінки ефективності методів прогнозу. Підготуватися до виконання практичних робіт і усного опитування за результатами виконання.	20	57
2	Змістовий модуль 2. Моделювання і прогнозування стану водного середовища (теми 1 - 5). Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомитися з процедурами використання математичних моделей при складанні прогнозів з урахуванням точності обчислювальних експериментів, особливу увагу приділити вивченню статистичного моделювання, моделювання перенесення забруднювальних речовин у водному середовищі та імітаційного моделювання. Підготуватися до виконання практичних робіт і усного опитування за результатами виконання.	20	57
3	Змістовий модуль 3. Математичне моделювання і прогноз міграції забруднювальних речовин у ґрунтовому та рослинному покриві (теми 1 – 5). Опрацюйте рекомендовану літературу. На підставі лекційного матеріалу ознайомитися з математичним моделюванням основних процесів життєдіяльності рослин, міграції радіонуклідів в агроценозах, процесу поглинання важких металів ґрунтом та рослинами, впливу осолонцювання і засолення	20	56

	грунту на розвиток рослин та визначення виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь. Підготуватися до виконання практичних робіт і усного опитування за результатами виконання.		
--	--	--	--

*До самостійної роботи відноситься:

- підготовка до лекцій і практичних занять.

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При вивченні навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» застосовуються словесний, наочний, практичний методи навчання: читання лекцій, пояснення, робота з навчальною літературою, індивідуальні консультації.

Словесні та наочні методи навчання – це лекційні заняття, опитування, консультування, мультимедійні презентації.

Практичні методи – це опрацювання завдань до практичних робіт на основі розв’язання розрахункових задач, обговорення практичного застосування отриманих результатів.

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.)

Основні форми (методи) проведення занять – це різні типи лекцій, а також практичні заняття – теоретичне обговорення питань, дискусія, співбесіда, презентація результатів.

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 контрольних робіт за змістовими модулями (тестування).

Підсумковий контроль: іспит.

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	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення

	виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	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 вмє 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	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

11. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Яке місце належить “Моделюванню та прогнозуванню стану довкілля” у рядку інших дисциплін природоохоронного профілю?
2. Що ми розуміємо під поняттям “математична модель”?
3. Які існують види прогнозів забруднення атмосферного повітря?
4. Назвіть фізичні основи прогнозу забруднення атмосфери.
5. Назвіть терміни, прийняті у чисельних та синоптико-статистичних прогнозах.
6. Що таке предиктант та предиктори?
7. У чому полягає фізичний смисл рівняння балансу для будь-якої субстанції?
8. Назвіть внутрішні та зовнішні причини притоку та стоку забруднювальних речовин у рівнянні балансу атмосферних домішок.
9. У чому полягають початкові та граничні умови у рівнянні балансу атмосферних домішок?
10. Що є пасивні атмосферні домішки?
11. Які особливості впливу орографії на розповсюдження домішок від джерела?
12. Яка характеристика забруднення атмосферного повітря у містах прогнозується у чисельних прогнозах?
13. Як впливає забруднення атмосфери на термічний режим міст?
14. Яким чином ураховуються особливості термодинамічного стану повітря у прогнозі максимальної концентрації шкідливої домішки від окремого джерела за дифузійною моделлю?
15. Які особливості застосування гаусової моделі розповсюдження шкідливої домішки від окремого джерела?

16. Як впливає напрям та швидкість вітру на забруднення атмосфери у місті?
17. Які особливості впливу на рівень забруднення атмосфери термічної стійкості та умов застою повітря?
18. Як впливає температура повітря на рівень забруднення атмосфери?
19. Як впливають опади, хмари, тумани на рівень забруднення атмосфери?
20. У чому полягає фізичний смисл інерційного фактору?
21. У чому полягає вплив мікрометеорологічних умов у місті на формування рівня забруднення.
22. Які особливості синоптичних умов, що сприяють формуванню високого рівня забруднення повітря у місті та регіонах?
23. Які основні принципи розробки питань прогнозу забруднення повітря в цілому по місту?
24. Які існують статистичні методи прогнозу забруднення атмосфери?
25. У чому суть узагальнених інтегральних показників забруднення атмосфери у місті?
26. Як здійснити вибір предикторів до статистичного прогнозу?
27. Назвіть деякі прогностичні правила забруднення повітря в цілому по місту.
28. Який комплексний показник прогнозують у методі метеорологічних умов забруднення атмосфери (МУЗ)?
29. У чому суть методу прогнозу на основі множинної лінійної регресії?
30. У чому суть прогнозування забруднення повітря методом розпізнавання образів?
31. Назвіть порядок прогнозування забруднення повітря методом послідовної графічної регресії.
32. Які результати випробувань прогностичних схем?
33. Що свідчить досвід оперативного прогнозування забруднення повітря?
34. Які питання треба розглянути при організації робіт по прогнозуванню забруднення повітря?
35. Скільки і які існують категорії попереджень, коли очікується підвищений рівень забруднення атмосфери?
36. Для чого застосовується критерій М.А.Багрова?
37. Що таке математична модель? Назвіть етапи математичного моделювання?
38. У чому полягає математичне моделювання та яка його мета?
39. Що таке наближені числа, як оцінюється їх точність? Які існують форми подачі наближених чисел?
40. Що таке абсолютна та відносна похибки? Що таке гранична похибка?
41. Назвіть п'ять правил оцінки похибок при операціях з наближеними числами.
42. У чому полягає підбір емпіричних формул?
43. У чому полягає сутність методу найменших квадратів? Як виробляється розрахунок параметрів рівняння регресії?

44. Як виробляється побудова режимної функції хвилювання?
45. Що характеризують режимна та системна забезпеченість хвилювання?
Прогноз висоти хвиль рідкісної повторюваності.
46. Як виробляється вирівнювання параболічної, гіперболічної та показникової залежностей?
47. Процеси перенесення речовини у турбулентному потоці, формули їх потоків?
48. Як урахується неконсервативність речовин у водному середовищі?
49. Навести розрахункову формулу турбулентної дифузії речовини у потоці (плоска задача) та послідовність розрахунку.
50. Навести розрахункову формулу турбулентної дифузії речовини у циліндричних координатах та послідовність розрахунку.
51. Які основні положення виводу рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці (локальна схема)?
52. Які основні положення рішення рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць для струменів, що віддалені від берегу?
53. Які основні положення рішення рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць для струменів, що примикають до берегу?
54. Основні положення виводу рівняння несталої турбулентної дифузії речовини у потоці (об'єктна схема).
55. Які основні положення рішення рівняння несталої турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць?
56. У чому полягає сутність методу Монте-Карло?
57. Які випадкові числа необхідні для імітаційного моделювання?
58. Які існують методи задля отримання випадкових чисел?
59. У чому полягає сутність методу зворотних функцій?
60. Як можна отримати довільне розподілення?
61. Назвіть типи математичних моделей забруднення ґрунтово-рослинного покриву та основні концепції моделювання.
62. Надати характеристику основних блоків математичної моделі забруднення ґрунтово-рослинного покриву.
63. Які основні етапи побудови математичної моделі забруднення педосфери?
64. Як визначити параметри моделі та вхідної інформації?
65. Які особливості моделювання забруднення ґрунтово-рослинного покриву?
66. Як проводиться моделювання основних процесів життєдіяльності рослин?
67. Надати характеристику особливості забруднення ґрунту в результаті застосування зрошення та оцінки якості зрошувальної води.

68. Описати процедуру моделювання впливу осолонцювання ґрунту на зростання і розвиток рослин.
69. Як провести моделювання впливу засолення ґрунту на зростання і розвиток рослин?
70. Надати характеристики важких металів, рослин та ґрунту, які обумовлюють їх міграцію у ґрунтово-рослинному покриві.
71. Які особливості моделювання міграції рухомих форм важких металів у ґрунтово-рослинному покриві?
72. Як проводять моделювання водних шляхів міграції радіонуклідів?
73. Надати характеристику ґрунтовому (кореневому) надходженню радіонуклідів.
74. Надати характеристику аеральному надходженню радіонуклідів у рослини.
75. Як визначають винос біогенних елементів рослинами?

12. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ

Поточний та періодичний контроль			Підсумковий контроль (іспит)	Фінальна оцінка
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	100	100
40 (20+20)	40 (20+20)	40 (20+20)		

У ході поточного контролю студент може отримати максимальну оцінку 120 балів за виконання усіх завдань по курсу. Відповідь під час іспиту оцінюється за 100-бальною шкалою. Фінальна оцінка з навчальної дисципліни – це середнє арифметичне суми балів за поточний контроль та підсумковий контроль.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, 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. Чернякова О.І., Юрасов С.М., Ільїна В.Г. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 – Екологія.
2. Чернякова О.І., Юрасов С.М., Ільїна В.Г. Силабус навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 – Екологія.
3. Полетаєва Л.М. Моделювання та прогнозування стану довкілля (атмосферне повітря). Конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 96 с.
4. Юрасов С. М. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Розділ 2. Моделювання та прогнозування стану водного середовища. Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 46 с.
5. Юрасов С.М. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни “Моделювання та прогнозування стану довкілля. Розділ 2. Моделювання та прогнозування стану водного середовища” для студентів III курсу денної та заочної форм навчання за спеціальністю 101 «Екологія». Одеса: ОДЕКУ, 2019. 42 с.
6. Чернякова О.І., Грабко Н.В., Наконечна З.В. Збірник методичних вказівок до практичних робіт та виконання курсового проекту з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» (атмосферне повітря) для бакалаврів 4 року навчання заочної форми навчання за спеціальністю 101 «Екологія». Одеса: ОДЕКУ, 2022. 71 с.

14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Полетаєва Л.М. Моделювання та прогнозування стану довкілля (атмосферне повітря). Конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2022. 96 с.
2. Юрасов С. М. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Розділ 2. Моделювання та прогнозування стану водного середовища. Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 46 с.
3. Юрасов С.М. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни “Моделювання та прогнозування стану довкілля. Розділ 2. Моделювання та прогнозування стану водного середовища” для студентів III курсу денної та заочної форм навчання за спеціальністю 101 «Екологія». Одеса: ОДЕКУ, 2019. 42 с.
4. Чернякова О.І., Грабко Н.В., Наконечна З.В. Збірник методичних вказівок до практичних робіт та виконання курсового проекту з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» (атмосферне повітря) для бакалаврів 4 року навчання заочної форми навчання за спеціальністю 101 «Екологія». Одеса: ОДЕКУ, 2022. 71 с.

5. Юрасов С.М., Терземан В.В. Якість вод: оцінка, мінливість, прогноз, нормування. Монографія. LAMBERT Academic Publishing. 2023. 60 с.

Додаткова

1. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник / В.І. Лаврік, В.М. Боголюбов, С.М. Юрасов, В.Г. Ільїна. К: ВЦ «Академія», 2010. 400 с.
2. Хом'як І.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля: конспект лекцій. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 72 с.
3. Рибалова О.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля: Курс лекцій. Для студентів денної форми навчання. Спеціальність 101 «Екологія» Освітньо-кваліфікаційний ступінь «бакалавр». Харків: НУЦЗУ, 2016. 221 с.
4. Біляєв М.М., Біляєва В.В., Кіріченко П.С. Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник для студентів вищ. навч. Закладів. Кривий Ріг: Ви-ць Р.А. Козлов, 2016. 207 с.
5. Чугай А.В., Терземан В.В. Прогнозування забруднення атмосферного повітря міста Одеса діоксидом азоту. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2022. № 29. С. 95 – 100.
6. Чугай А., Полетаєва Л., Терземан В. Короткостроковий прогноз забруднення атмосферного повітря міста Одеса діоксидом азоту. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2022. № 1. С. 88 – 93.
7. 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*. 2023. Вип. 40. С. 6-19.

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 ОДЕКУ. URL: www.eprints.library.odeku.edu.ua.