

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«ЗАТВЕРДЖЕНО»


на засіданні групи забезпечення  
спеціальності

від « 6 » 12 2023 року

Протокол № 5

Голова групи  Гриб О.М.

«УЗГОДЖЕНО»

Директор гідрометеорологічного  
інституту  Овиярський В.А.

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

«МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОСТЕЖУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ»

(назва навчальної дисципліни)

193 «Господаря та землеустрія»

(шифр та назва спеціальності)

ОГП «ЗЕМЛЕУСТРІЙ ТА КАДАСТР»

(назва освітньої програми)

бакалавр заочна

(рівень вищої освіти) (форма навчання)

3

6/180

злік

(рік навчання) (семістр навчання) (кількість кредитів ЄКТС/години) (форма контролю)

Екології та охорони довкілля

(кафедра)

Одеса, 2023 р.



## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	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.
Компетентність	Здатність прогнозувати стан окремих складових навколишнього природного середовища, у т.ч. із використанням методів математичного моделювання
Результат навчання	Знання понятійного апарату та загальних принципів моделювання і прогнозування стану довкілля; Уміння обирати та використовувати методи математичного моделювання та прогнозування стану довкілля
Базові знання	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
Базові вміння	Вміти використовувати чисельні і статистичні моделі розрахунку розповсюдження шкідливих домішок; узагальненні показники забруднення середовища; усі фактори та умови, які формують концентрацію забруднювальної речовини у геофізичному середовищі, критерії оцінки екологічного стану ґрунтів та рослинного покриву; найголовніші процеси поглинання та міграції забруднювальних речовин у ґрунтах і рослинному покриві; принципи розрахунку їх можливих змінень під впливом антропогенного забруднення.
Базові навички	Обрати необхідну модель і виконати розрахунки показників забруднення; обрати 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.
Пов'язані силлабуси	-
Попередні дисципліни	-
Наступні дисципліни	-
Кількість годин	лекції: 2 год. практичні заняття: немає самостійна робота студентів: 170 год.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	<b>Загальні уявлення про математичне моделювання та види прогнозів забруднення атмосфери</b>		
	1. Математичні моделі як основа прогнозів забруднення довкілля	1	6
	2. Вплив метеорологічних і синоптичних умов на забруднення повітря у місті	–	7
	3. Математичне моделювання розповсюдження домішок в атмосферному повітрі	–	6
	4. Чисельне моделювання процесів забруднення атмосфери у місті	–	6
	5. Синоптико-статистичні прогнози забруднення повітря у місті	–	7
	6. Оцінка ефективності методів прогнозу забруднення атмосфери	–	6
	<b>Модульна тестова контрольна робота №1</b>		<b>5</b>
ЗМ-Л2	<b>Моделювання і прогнозування стану водного середовища</b>		
	7. Поняття математичної моделі та математичного моделювання	1	7
	8. Точність обчислювальних експериментів.	–	7
	9. Статистичне моделювання.	–	8
	10. Моделювання перенесення забруднювальних речовин у водному середовищі.	–	8
	11. Імітаційне моделювання.	–	7
	<b>Модульна тестова контрольна робота №2</b>		<b>5</b>
	<b>Залік</b>		<b>5</b>
	<b>Разом</b>	<b>2</b>	<b>90</b>

**Консультації: Чернякова О.І., раз на тиждень 1 година згідно розкладу занять за графіком консультацій, затвердженого на засіданні кафедри e-mail: [oksvital65@gmail.com](mailto:oksvital65@gmail.com)**

**Юрасов С.М. раз на тиждень 1 година згідно розкладу занять за графіком консультацій, затвердженого на засіданні кафедри. e-mail: [urasen54@ukr.net](mailto:urasen54@ukr.net)**

## 2.2. Практичний модуль

Код	Назва тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	1. Статистичний прогноз забруднення атмосфери методом множинної лінійної регресії	-	20
	2. Прогноз показника Р методом розпізнавання образів	-	20
ЗМ-П2	3. Побудова режимної функції висоти хвиль	-	20
	4. Детальні методи розрахунку розводження стічних вод у потоках	-	20
	Разом:	-	<b>80</b>

**Консультації:** Чернякова О.І., раз на тиждень 1 година згідно розкладу занять за графіком консультацій, затвердженого на засіданні кафедри. e-mail: [oksvital65@gmail.com](mailto:oksvital65@gmail.com)

Юрасов С.М. раз на тиждень 1 година згідно розкладу занять за графіком консультацій, затвердженого на засіданні кафедри. e-mail: [urasen54@ukr.net](mailto:urasen54@ukr.net)

## 2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
ЗМ-Л1	Вивчення тем 1-6 ЗМ-Л1	38	вересень-жовтень
	Модульна тестова контрольна робота (обов'язково)	5	
ЗМ-П1	Виконання практичних занять. Захист письмового звіту (обов'язково)	40	листопад
ЗМ-Л2	Вивчення тем 7-11 ЗМ-Л2	37	грудень-січень
	Модульна тестова контрольна робота (обов'язково)	5	
ЗМ-П2	Виконання практичних занять. Захист письмового звіту (обов'язково)	40	лютий
	Підготовка до заліку	5	
	Разом:	170	

### 2.3.1. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1, ЗМ-Л2.

Організація контролю знань студентів побудована за накопичувально-модульним принципом згідно вимог діючого в університеті Положення «Про проведення підсумкового контролю знань студентів».

З *теоретичного* курсу навчальної дисципліни студент повинен самостійно вивчити теми 1 - 11 ЗМ-Л1 та ЗМ-Л2, які наведені у структурованому електронному конспекті лекцій («Моделювання та прогнозування стану довкілля» [3], а також по окремих модулям [2, 5], які розміщено на сайті ОДЕКУ <http://eprints.library.odeku.edu.ua>.

Для перевірки ступеню засвоєння теоретичного матеріалу в кінці кожної теми наведені питання для самоконтролю, які дозволять студенту самостійно визначити ступінь засвоєння теоретичної частини дисципліни. Також обов'язково студенти перевіряють свої знання виконавши 2 модульні контрольні роботи за кожним змістовним модулем (ЗМ-Л1, ЗМ-Л2) в системі електронного освітнього ресурса (ЕОР) Moodle (<http://dpt09s.odeku.edu.ua/>). Викладач відкриє доступ до системи Moodle у строки, які будуть доведені до відома студентів після закінчення кожного етапу вивчення лекційних тем згідно плану.

Варіанти модульної контрольної роботи з **ЗМ-Л1 та ЗМ-Л2** містять по **десять** запитань у тестовому вигляді. Кожна вірна відповідь оцінюється у 2 бали. Максимальна кількість балів за виконаний варіант модульної контрольної роботи становить **20 балів**, як для **ЗМ-Л1**, так і для **ЗМ-Л2**. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за вивчення теоретичного матеріалу складає **40 балів**.

Контроль самостійної роботи студентів заочної форми навчання також полягає у використанні дистанційних методів, які передбачають застосування сучасних інформаційно-комунікаційних засобів організації контролю, а саме: спілкування (консультації) викладача зі студентами в режимах «оф-лайн» і «он-лайн» через Інтернет у заздалегідь визначені дати та години, де передбачені як відповіді на запитання студентів щодо окремих тем, пунктів завдань, так і сумісне обговорення найбільш складних тем теоретичного матеріалу.

### 2.3.2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1, ЗМ-П2

Формою контролю практичних модулів ЗМ-П1, ЗМ-П2 є письмовий звіт по результатам самостійного виконання чотирьох практичних робіт. Для цього необхідно використовувати *Збірник методичних вказівок* до практичних робіт з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану

довкілля» для студентів 3 курсу денної форми навчання за спеціальністю «Екологія та охорона навколишнього середовища»./Полетаєва Л.М., Юрасов С.М., Ільїна В.Г., Чернякова О.І., Грабко Н.В., Фролова Н.М., Одеса: ОДЕКУ, 2006. с., а також [4, 6, 8, 10], які розміщено в електронному вигляді на сайті ОДЕКУ (<http://eprints.library.odeku.edu.ua>), де надані теоретичні відомості, питання для самоконтролю, приклад розрахунків та індивідуальні варіанти.

Номер індивідуального варіанту може співпадати з номером у загальному списку студентів групи, який надає деканат навчально-консультаційного центру заочної форми навчання ОДЕКУ чи номером залікової книжки чи розподілений викладачем для кожного студента. Про розподіл індивідуальних варіантів викладач доводить до відома в системі електронного освітнього ресурса (ЕОР) Moodle (<http://dpt09s.odeku.edu.ua/>).

Письмовий звіт для кожного практичного модуля складається окремо, причому роботи необхідно переслати для перевірки на електронну пошту кафедри екології та охорони довкілля, яка спеціально створена для офіційної реєстрації СРС заочної форми навчання по дисципліні «Моделювання та прогнозування стану довкілля» - [4k.modeluv.eaepек.kra@gmail.com](mailto:4k.modeluv.eaepек.kra@gmail.com) для перевірки викладачем та оцінювання. Результати перевірки викладач надсилає на електронну пошту студента.

Максимальна кількість балів за кожну практичну роботу - 10 балів. Максимальна кількість балів за практичні модулі, яку студент може отримати - **40 балів**.

В цілому на дисципліну відведено **80** балів: теоретична частина **40** балів, практична частина **40** балів.

Студенти, які мають заборгованість з теоретичної чи практичної частини дисципліни не допускаються до підсумкового семестрового контролю до моменту ліквідації цієї заборгованості у встановленому в ОДЕКУ порядку.

### 2.3.3 Методика складання заліку (підсумкова атестація).

Згідно п. 2.4 «Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів», студент вважається допущеним до заліку, якщо він **виконав всі види робіт (виконав модульні тестові контрольні роботи ЗМ-Л1, ЗМ-Л2 та ЗМ-П1, ЗМ-П2)** передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше **20 балів за теоретичну та 20 балів за практичну частину** дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля».

Варіанти підсумкової контрольної роботи (залік) містять 20 запитань у тестовому вигляді. Кожна вірна відповідь оцінюється у 5 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову контрольну роботу становить **100 балів**.

**З дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» студент виконує залікову контрольну роботу, а інтегральна оцінка (В) по дисципліні розраховується за формулою**

$$B = 0,75 \times OЗ + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за змістовними лекційними та практичним модулем;

ОЗКР – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікової контрольної роботи.

На підставі кількісної оцінки (бал успішності) виставляється якісна оцінка - двобальна (зараховано, не зараховано), оскільки така форма семестрового контролю використовується для семестрового заліку.

***Шкала відповідності інтегральних оцінок в сумарній атестації з дисципліни***

*у вигляді заліку*

Інтегральна сума балів по дисципліні		Оцінка
у %	у балах	
< 60% від максимальної суми балів	< 60	не зараховано
60-100 % від максимальної суми балів	60 - 100	зараховано

Оцінки кількісні та якісні виставляються у інтегральних відомостях.

### **3. РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

**3.1. Модуль ЗМ-Л1. Загальні уявлення про математичне моделювання та види прогнозів забруднення атмосфери (ЗА)**

#### *3.1.1. Повчання*

**Тема 1. Математичні моделі як основа прогнозів забруднення довкілля.** При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: поняття математичної моделі поширення забруднювальних речовин в атмосферному повітрі; зв'язок моніторингу довкілля і математичного моделювання процесів ЗА; рівняння балансу для будь-якої субстанції.

***Література [1, 3, 5, 10].***



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

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: як впливає напрям та швидкість вітру, термічна стійкість, температура та умови застою повітря, опади, хмари, тумани на рівень забруднення атмосфери у місті; фізичний смисл інерційного фактору; вплив мікрометеорологічних умов у місті на формування рівня забруднення; синоптичні умови, що сприяють формуванню високого рівня забруднення повітря у місті та регіонах.

*Література [1, 3, 5, 11].*

## **Тема 3. Математичне моделювання розповсюдження домішок в атмосферному повітрі.**

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: внутрішні та зовнішні причини притоку та стоку забруднювальних речовин; рівняння балансу атмосферних домішок; вплив орографії на розповсюдження домішок від джерела.

*Література [1, 3, 10].*

## **Тема 4. Числове моделювання процесів забруднення атмосфери у місті.**

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: види прогнозів забруднення атмосферного повітря; терміни, прийняті у чисельних прогнозах; застосування гаусової моделі розповсюдження шкідливої домішки від окремого джерела.

*Література [1, 3, 5, 10].*

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

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: терміни, прийняті у синоптико-статистичних прогнозах: предиктант та предиктори; прогноз метеорологічних умов ЗА, суть узагальнених інтегральних показників забруднення атмосфери у місті; лінійні та нелінійні методи прогнозів ЗА.

*Література [1, 3, 5, 11].*

## **Тема 6. Оцінка ефективності методів прогнозу забруднення атмосфери.**

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: результати випробувань прогностичних схем, досвід оперативного прогнозування забруднення повітря; організація робіт по прогнозуванню забруднення повітря; категорії попереджень очікуємого підвищеного рівня забруднення атмосфери.

*Література [1, 3, 5, 11].*

### 3.1.2. Питання для самоперевірки

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?
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 урахуються 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 її 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. О чому свідчить досвід оперативного прогнозування забруднення повітря?
34. Які питання треба розглянути при організуванні робіт по прогнозуванню забруднення повітря?
35. Скільки і які існують категорії попереджень очікуємого підвищеного рівня забруднення атмосфери?
36. Для чого застосовується критерій М.А.Багрова?

*Питання для самоперевірки базових результатів знань*

1. Що ми розуміємо під поняттям “математична модель”?
2. Що таке предиктант та предиктори?
3. Які існують види прогнозів забруднення атмосферного повітря?
4. Як застосовуються гаусові моделі розповсюдження шкідливої домішки від окремого джерела?
5. У чому полягає вплив мікрометеорологічних умов у місті на формування рівня забруднення?
6. Які існують синоптико-статистичні методи прогнозу забруднення атмосфери?
7. Який комплексний показник прогнозують у методі метеорологічних умов забруднення атмосфери?

**3.2. Модуль ЗМ-Л2. Математичне моделювання і прогнозування стану водного середовища**

*3.2.1. Повчання*

**Тема 7. Поняття математичної моделі та математичного моделювання.**

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: поняття математичних моделей і їх роль у науці; математичне моделювання і його етапи; моделювання і прогноз.

Література [2, 5]

**Тема 8. Точність обчислювальних експериментів.**

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: наближені числа і форми їх подання; абсолютна та відносна похибки, гранична похибка; правила оцінювання похибок при обчислюваннях.

Література [2, 5]

#### **Тема 9. Статистичне моделювання.**

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: підбір емпіричних формул; підбір параметрів рівняння регресії; режимні функції висоти хвиль.

Література [2, 5]

#### **Тема 10. Моделювання перенесення забруднювальних речовин у водному середовищі.**

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: процеси перенесення забруднювальних речовин у водному середовищі; консервативні та неконсервативні речовини, урахування не-консервативності при моделюванні; виведення рівнянь турбулентної дифузії речовини у водному середовищі; рішення рівнянь турбулентної дифузії методом кінцевих різниць; математичні моделі перенесення забруднювальних речовин у водному середовищі.

Література [2, 5]

#### **Тема 11. Імітаційне моделювання.**

При вивченні теми звернути особливу увагу на такі питання: сутність методу, випадкові числа з рівномірним розподіленням; перетворення випадкових чисел; простіша модель.

Література [2, 5].

### *3.2.2. Питання для самоперевірки*

1. Що таке математична модель? Назвіть етапи математичного моделювання?
2. У чому полягає математичне моделювання та яка його мета?
3. Що таке наближені числа, як оцінюється їх точність? Які існують форми подачі наближених чисел?
4. Що таке абсолютна та відносна похибки? Що таке гранична похибка?
5. Назвіть п'ять правил оцінки похибок при операціях з наближеними числами.
6. У чому полягає підбір емпіричних формул?
7. У чому полягає сутність методу найменших квадратів? Як виробляється розрахунок параметрів рівняння регресії?
8. Як виробляється побудова режимної функції хвилювання?
9. Що характеризують режимна та системна забезпеченість хвилювання? Прогноз висоти хвиль рідкісної повторюваності.
10. Як виробляється вирівнювання параболічної, гіперболічної та показникової залежностей?

11. Процеси перенесення речовини у турбулентному потоці, формули їх потоків?
12. Як урахується неконсервативність речовин у водному середовищі?
13. Навести розрахункову формулу турбулентної дифузії речовини у потоці (плоска задача). Послідовність розрахунку.
14. Навести розрахункову формулу турбулентної дифузії речовини у циліндричних координатах. Послідовність розрахунку.
15. Основні положення виводу рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці (локальна схема).
16. Основні положення рішення рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць для струменів, що віддалені від берегу.
17. Основні положення рішення рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць для струменів, що примикають до берегу.
18. Основні положення виводу рівняння несталої турбулентної дифузії речовини у потоці (об'єктна схема).
19. Основні положення рішення рівняння несталої турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць.
20. У чому полягає сутність методу Монте-Карло?
21. Які випадкові числа необхідні для імітаційного моделювання?
22. Які існують методи задля отримання випадкових чисел?
23. У чому полягає сутність методу зворотних функцій?
24. Як можна отримати довільне розподілення?

*Питання для самоперевірки базових результатів знань*

1. У чому полягає математичне моделювання та яка його мета?
2. У чому полягає сутність методу найменших квадратів? Як виробляється розрахунок параметрів рівняння регресії?
3. Що характеризують режимна та системна забезпеченість хвилювання? Прогноз висоти хвиль рідкісної повторюваності.
4. Процеси перенесення речовини у турбулентному потоці, формули їх потоків?
5. Як урахується неконсервативність речовин у водному середовищі?
6. Основні положення виводу рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці (локальна схема).
7. Основні положення рішення рівняння турбулентної дифузії речовини у потоці в плоскій постановці задачі методом кінцевих різниць.
8. Які випадкові числа необхідні для реалізації метода Монте-Карло?
9. Перетворення рівномірного розподілу випадкових чисел в довільне.

## **4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ**

### **4.1 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1**

1. Будь-яка алгоритмічна або аналогова система, що дозволяє імітувати процеси розсіяння домішок, називається:

**Література [1 с.7].**

2. Поширення шкідливих домішок в атмосфері, їх трансформація, випадіння з атмосфери значною мірою визначається:

**Література [1 с.9].**

3. У складних орографічних умовах важкі частки шкідливих домішок в атмосфері накопичуються:

**Література [ 1 с.17].**

4. Початкові умови при рішенні рівняння балансу атмосферних домішок:

**Література [ 1 с.15].**

5. Граничні умови при рішенні рівняння балансу атмосферних домішок

**Література [ 1 с.16].**

6. Приплив або стік домішки у виділеному об'ємі за рахунок внутрішніх причин обумовлюється

**Література [ 1 с.14].**

7. Власна швидкість домішки у нерухомому повітрі може бути обумовлена:

**Література [ 1 с.12].**

8. У чисельних методах прогнозу забруднення атмосфери прогнозують :

**Література [ 1 с.35].**

9. Поєднання приземної інверсії і слабого вітру сприяє:

**Література [ 1 с.42].**

10. Рівняння турбулентної дифузії описує баланс складових концентрації, які обумовлені:

**Література [ 1 с.34].**

11. У прогностичній схемі МУЗ предикторами є:

**Література [ 1 с.46].**

12. Чинник, що впливає на забруднення атмосфери, в прогностичних

схемах називають:

**Література [ 1 с.49].**

13. У синоптико-статистичних методах прогнозу забруднення атмосфери прогнозований показник називається:

**Література [ 1 с.40].**

14. Прогнозування забруднення атмосфери методом множинної лінійної регресії передбачає ... зв'язок між предиктантом і предикторами:

**Література [ 1 с. 49].**

15. Накопиченню шкідливих домішок в приземному шарі повітря сприяють:

**Література [ 1 с.45].**

16. Стійкість атмосфери в приземному шарі повітря сприяє:

**Література [ 1 с.43].**

17. Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини від одиночного гарячого крапкового джерела:

**Література [ 1 с.35].**

18. У міському повітрі формуванню підвищеного рівня забруднення повітря сприяють:

**Література [ 1 с.44].**

19. У великому промисловому місті складають прогноз забруднення атмосфери: **Література [ 1 с.61].**

20. Поєднання приземної інверсії температури і слабого вітру називається:

**Література [ 1 с.42].**

#### **4.2 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2**

32. Наближеними є усі числа , які одержані за рахунок ... цифр, що виходять за границі розрядної сітки. **Література [2 с.6].**

32. ЕОМ обробляють числа, які записані в формах з ... зап'ятою. **Література [2 с.6].**

33. Абсолютна похибка являє собою ... поміж справжнім значенням числа (X) та його наближенням (A). **Література [2 с.7].**

34. Відносна похибка являє собою відношення ... числа до його наближеного значення (A). **Література [2 с.7].**

35. Гранична абсолютна похибка є верхньою межею модуля ... числа. **Література [2 с.7].**
36. Гранична відносна похибка являє собою відношення граничної абсолютної похибки до ... числа. **Література [2 с.7].**
37. Для наближеного числа, яке одержано у випадку округлення, абсолютна похибка дорівнює ... останнього розряду числа. **Література [2 с.7].**
38. Для наближеного числа, яке одержано у випадку відкидання цифр, що виходять за розрядну сітку, абсолютна похибка дорівнює ... останнього розряду числа. **Література [2 с.7].**
39. Гранична абсолютна похибка суми чи різниці наближених чисел дорівнює ... граничних абсолютних похибок цих чисел. **Література [2 с.8].**
40. Гранична відносна похибка добутку чи частки від поділу двох наближених чисел дорівнює ... граничних відносних похибок цих чисел. **Література [2 с.8].**
41. Основа методу найменших квадратів полягає у тому, що пошук параметрів залежності виконується за умови ... відхилень розрахункових значень функції від емпіричних. **Література [2 с.11, 12].**
42. Рівняння регресії це така пряма лінія, параметри якої одержані методом .... **Література [2 с.12].**
43. Режимна функція висоти хвиль, як випадкової величини, являє собою закон її розподілення в .... **Література [2 с.14].**
44. Системна забезпеченість висоти хвиль, як випадкової величини, являє собою закон її розподілення в ..... **Література [2 с.14].**
45. Режимна функція будується за середнім значенням висоти хвиль, якщо вона розраховується за даними спостережень за ... . **Література [2 с.14].**
46. Режимна функція будується за значенням висоти хвиль із забезпеченістю ... у системі у випадку, якщо вона розраховується за даними спостережень за хвилюванням. **Література [2 с.14].**
47. Перенесення речовини у потоці із середньою швидкістю цього потоку називається .... **Література [2 с.18].**



48. Перенесення речовини у водному середовищі за рахунок сили ваги називається .... **Література [2 с.18].**

49. ... речовини відбувається за рахунок вихрового руху води у потоці. **Література [2 с.18].**

50. Одинична витрата (інтенсивність переносу) речовини при адвекції прямо пропорційно концентрації речовини і ... . **Література [2 с.18].**

51. Одинична витрата (інтенсивність переносу) речовини при осіданні прямо пропорційно концентрації речовини і ... . **Література [2 с.18].**

52. Одинична витрата (інтенсивність переносу) речовини при турбулентній дифузії прямо пропорційно градієнту концентрації речовини і ... . **Література [2 с.19].**

53. При ... турбулентній дифузії речовини концентрація цієї речовини у точці простору залежить від часу. **Література [2 с.23].**

54. При ... турбулентній дифузії речовини концентрація цієї речовини у точці простору не залежить від часу. **Література [2 с.23].**

55. У плоскій постановки задачі в рівнянні турбулентної дифузії зміною концентрації домішки ... потоку можна знехтувати. **Література [2 с.23].**

56. У напрямку середнього вектору швидкості потоку ... речовини можна знехтувати. **Література [2 с.23].**

57. При просторовій постановки задачі у водному середовищі одна зі осей прямокутної системи координат розташовується ... . **Література [2 с.20].**

58. У водному середовищі проекції вектора осідання речовини на горизонтальні осі прямокутної системи координат ... . **Література [2 с.21].**

59. При розрахунках детальними методами розповсюдження консервативної, розчиненої речовини у водному середовищі сума значень концентрації цієї речовини у кожному створі повинна ... . **Література [2 с.26].**

60. Врахування трансформації речовини у водному середовищі виконується шляхом введення ... в розглядуване рівняння. **Література [2 с.19].**

61. Врахування осідання речовини у водному середовищі виконується шляхом введення ... в розглядуване рівняння. **Література [2 с.18].**

62. При постійному скиді стічних вод у потік використовується диференціальне рівняння ... турбулентної дифузії. **Література [2 с.23].**

63. При аварійному розливі забруднювальної речовини у водному об'єкті використовується диференціальне рівняння ... турбулентної дифузії. **Література [2 с.23].**

#### **4.4 Питання до практичних занять модуля ЗМ-П1**

##### **Тема 1. Статистичний прогноз забруднення атмосфери методом множинної лінійної регресії**

1. Назвіть параметри, які описують процес переносу і розсіяння домішки, у синоптико-статистичних методах прогнозу забруднення атмосфери.
2. Назвіть узагальнені інтегральні показники забруднення атмосфери по місту в цілому.
3. Що виступає у синоптико-статистичних методах прогнозу ЗА у якості предиктанту?
4. Який розподіл концентрації у промисловому місті в залежності від швидкості вітру на рівні флюгера?
5. Як здійснити вибір предиктанта та предикторів для статистичних схем прогнозу забруднення повітря у місті ?
6. У чому полягає фізичний смисл інерційного фактора?
7. У чому суть методу прогнозу забруднення повітря на основі множинної лінійної регресії?
8. Дати характеристику процедурі перевірки адекватності моделі.

**Література [1, 4, 7, 11]**

##### **Тема 2. Прогноз показника Р методом розпізнавання образів**

1. Які значення може приймати показник фонового забруднення “Р” ?
2. Який зв'язок між предиктантом і предикторами передбачає прогностичний метод розпізнавання образів?
3. Які класи ЗА прогнозують методом розпізнавання образів?
4. Що прогнозують методом розпізнавання образів?
5. Як впливає напрям та швидкість вітру на забруднення атмосфери у місті?
6. Які особливості впливу на рівень забруднення атмосфери її термічної стійкості та умов застою повітря?
7. Як розрахувати виправданість прогнозу ЗА методом розпізнавання образів?

**Література [1, 4, 6, 7, 11]**

#### 4.5 Питання до практичних занять модуля ЗМ-П2

1. Що характеризує режимна забезпеченість хвилювання?
2. Що характеризує системна забезпеченість хвилювання?
3. Яку забезпеченість у системі мають висоти хвиль, які є результатом спостережень на гідрологічних постах?
4. За якими напрямками можуть бути побудовані режимні функції висоти хвиль?
5. Як виконується прогнозування режиму хвилювання?
6. Як виконується побудова режимної функції висоти хвиль?
7. Як розраховують висоту хвиль з необхідною забезпеченістю в системі?
  
8. Які методи розрахунку розводження стічних вод називаються детальними?
9. Запишіть рівняння турбулентної дифузії для плоскої задачі при відсутності поперечних течій, нехтуючи гідравлічною крупністю частинок і враховуючи процес розводження стаціонарним?
10. Як задається сітка на розрахунковій області потоку?
11. Запишіть розрахункову формулу, за яких умов вона виконується?
12. Які дані необхідні для розрахунку розводження стічних вод?
13. Виходячи з яких умов визначається розмір осередків?
14. Як виконується розрахунок біля берегів?

**Література [2, 5]**

#### 4.7 Тестові завдання до заліку

1. Будь-яка алгоритмічна або аналогова система, що дозволяє імітувати процеси розсіяння домішок, називається:

**Література [1 с.7].**

2. Поширення шкідливих домішок в атмосфері, їх трансформація, випадіння з атмосфери значною мірою визначається:

**Література [1 с.9].**

3. У складних орографічних умовах важкі частки шкідливих домішок в атмосфері накопичуються:

**Література [1 с.17].**

4. Початкові умови при рішенні рівняння балансу атмосферних домішок:

**Література [1 с.15].**

5. Граничні умови при рішенні рівняння балансу атмосферних домішок

**Література [1 с.16].**

6. Приплив або стік домішки у виділеному об'ємі за рахунок внутрішніх причин обумовлюється  
**Література [ 1 с.14].**
7. Власна швидкість домішки у нерухомому повітрі може бути обумовлена:  
**Література [ 1 с.12].**
8. У чисельних методах прогнозу забруднення атмосфери прогнозують :  
**Література [ 1 с.35].**
11. Поєднання приземної інверсії і слабого вітру сприяє:  
**Література [ 1 с.42].**
12. Рівняння турбулентної дифузії описує баланс складових концентрації, які обумовлені:  
**Література [ 1 с.34].**
11. У прогностичній схемі МУЗ предикторами є:  
**Література [ 1 с.46].**
12. Чинник, що впливає на забруднення атмосфери, в прогностичних схемах називають:  
**Література [ 1 с.49].**
13. У синоптико-статистичних методах прогнозу забруднення атмосфери прогнозований показник називається:  
**Література [ 1 с.40].**
14. Прогнозування забруднення атмосфери методом множинної лінійної регресії передбачає ... зв'язок між предиктантом і предикторами:  
**Література [ 1 с. 49].**
15. Накопиченню шкідливих домішок в приземному шарі повітря сприяють:  
**Література [ 1 с.45].**
16. Стійкість атмосфери в приземному шарі повітря сприяє:  
**Література [ 1 с.43].**
17. Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини від одиночного гарячого крапкового джерела:  
**Література [ 1 с.35].**
18. У міському повітрі формуванню підвищеного рівня забруднення повітря сприяють:  
**Література [ 1 с.44].**

19. У великому промисловому місті складають прогноз забруднення атмосфери:

**Література [ 1 с.61].**

20. Поєднання приземної інверсії температури і слабкого вітру називається:

**Література [ 1 с.42].**

32. Наближеними є усі числа , які одержані за рахунок ... цифр, що виходять за границі розрядної сітки. **Література [2 с.6].**

32. ЕОМ обробляють числа, які записані в формах з ... зап'ятою.

**Література [2 с.6].**

33. Абсолютна похибка являє собою ... поміж справжнім значенням числа (X) та його наближенням (A). **Література [2 с.7].**

34. Відносна похибка являє собою відношення ... числа до його наближеного значення (A). **Література [2 с.7].**

35. Гранична абсолютна похибка є верхньою межею модуля ... числа.

**Література [2 с.7].**

36. Гранична відносна похибка являє собою відношення граничної абсолютної похибки до ... числа. **Література [2 с.7].**

37. Для наближеного числа, яке одержано у випадку округлення, абсолютна похибка дорівнює ... останнього розряду числа. **Література [2 с.7].**

38. Для наближеного числа, яке одержано у випадку відкидання цифр, що виходять за розрядну сітку, абсолютна похибка дорівнює ... останнього розряду числа. **Література [2 с.7].**

39. Гранична абсолютна похибка суми чи різниці наближених чисел дорівнює ... граничних абсолютних похибок цих чисел. **Література [2 с.8].**

40. Гранична відносна похибка добутку чи частки від поділу двох наближених чисел дорівнює ... граничних відносних похибок цих чисел. **Література [2 с.8].**

41. Основа методу найменших квадратів полягає у тому, що пошук параметрів залежності виконується за умови ... відхилень розрахункових значень функції від емпіричних. **Література [2 с.11, 12].**

42. Рівняння регресії це така пряма лінія, параметри якої одержані методом .... **Література [2 с.12].**
43. Режимна функція висоти хвиль, як випадкової величини, являє собою закон її розподілення в .... **Література [2 с.14].**
44. Системна забезпеченість висоти хвиль, як випадкової величини, являє собою закон її розподілення в ..... **Література [2 с.14].**
45. Режимна функція будується за середнім значенням висоти хвиль, якщо вона розраховується за даними спостережень за ... . **Література [2 с.14].**
46. Режимна функція будується за значенням висоти хвиль із забезпеченістю ... у системі у випадку, якщо вона розраховується за даними спостережень за хвилюванням. **Література [2 с.14].**
47. Перенесення речовини у потоці із середньою швидкістю цього потоку називається .... **Література [2 с.18].**
48. Перенесення речовини у водному середовищі за рахунок сили ваги називається .... **Література [2 с.18].**
49. ... речовини відбувається за рахунок вихрового руху води у потоці. **Література [2 с.18].**
50. Одинична витрата (інтенсивність переносу) речовини при адвекції прямо пропорційно концентрації речовини і ... . **Література [2 с.18].**
51. Одинична витрата (інтенсивність переносу) речовини при осіданні прямо пропорційно концентрації речовини і ... . **Література [2 с.18].**
52. Одинична витрата (інтенсивність переносу) речовини при турбулентній дифузії прямо пропорційно градієнту концентрації речовини і ... . **Література [2 с.19].**
53. При ... турбулентній дифузії речовини концентрація цієї речовини у точці простору залежить від часу. **Література [2 с.23].**
54. При ... турбулентній дифузії речовини концентрація цієї речовини у точці простору не залежить від часу. **Література [2 с.23].**
55. У плоскій постановки задачі в рівнянні турбулентної дифузії зміною концентрації домішки ... потоку можна знехтувати. **Література [2 с.23].**

56. У напрямку середнього вектору скорості потоку ... речовини можна знехтувати. **Література [2 с.23].**
57. При просторової постановки задачі у водному середовищі одна зі осей прямокутної системи координат розташовується ... . **Література [2 с.20].**
58. У водному середовищі проекції вектора осідання речовини на горизонтальні осі прямокутної системи координат ... . **Література [2 с.21].**
59. При розрахунках детальними методами розповсюдження консервативної, розчиненої речовини у водному середовищі сума значень концентрації цієї речовини у кожному створі повинна ... . **Література [2 с.26].**
60. Врахування трансформації речовини у водному середовищі виконується шляхом введення ... в розглядуване рівняння. **Література [2 с.19].**
61. Врахування осідання речовини у водному середовищі виконується шляхом введення ... в розглядуване рівняння. **Література [2 с.18].**
62. При постійному скиді стічних вод у потік використовується диференційне рівняння ... турбулентної дифузії. **Література [2 с.23].**
63. При аварійному розливі забруднювальної речовини у водному об'єкті використовується диференційне рівняння ... турбулентної дифузії. **Література [2 с.23].**
64. До основних етапів побудови моделі відносяться.... **Література [1 с.113].**

## 5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### *Основна література*

1. Полетаєва Л.М., Юрасов С.М., Ільїна В.Г. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Дніпропетровськ: „Економіка”, 2005. 179 с.
2. Юрасов С.М. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Частина 2. Моделювання водного середовища: Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 46 с.
3. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник / В.І. Лаврік, В.М. Боголюбов, Юрасов, В.Г. Ільїна. К.: ВЦ «Академія», 2010. 400 с.
4. 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 спеціальності 101 «Екологія». / Чернякова О.І., Грабко Н.В., Наконечна З.В. Одеса, ОДЕКУ, 2022. 71 с.  
[http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/10581/1/ModeluvannaVozd\\_MV\\_KP\\_KEOD\\_2022\\_71c.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/10581/1/ModeluvannaVozd_MV_KP_KEOD_2022_71c.pdf)
5. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля» для студентів 3 курсу денної форми навчання за спеціальністю «Екологія та охорона навколишнього середовища» / Полетаєва Л.М., Юрасов С.М., Ільїна В.Г., Чернякова О.І., Грабко Н.В., Фролова Н.М., Одеса: ОДЕКУ, 2006. с.
5. Полетаєва Л.М. Моделювання та прогнозування стану довкілля. (Атмосферне повітря): Конспект лекцій. - Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2021. – 96 с.

### *Додаткова література*

6. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы - Л.: Гидрометеиздат.1985. 272 с.
7. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы – Л.: Гидрометеиздат, 1991.  
[www. Library-odeku.com/bmb.com](http://www.Library-odeku.com/bmb.com)  
<http://library.odeku.edu.ua>.