

## Реквізити навчальної дисципліни



Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»



Екології та технології рослинних полімерів

### Математичне моделювання в екології Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4(120)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>4 години на тиждень (2 година лекційних та 2 години лабораторних робіт)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Сіренко Л.В., lyud.sirenko@gmail.com. Лабораторні : к.т.н., доцент Радовенчик Я.В., - <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/radovenchik-yaroslav-vyacheslavovich.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/radovenchik-yaroslav-vyacheslavovich.html</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5313">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5313</a></i>

#### Програма навчальної дисципліни

**1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання**  
*Математичне моделювання стає в даний час однією з найважливіших складових науково-технічного прогресу. Без застосування цієї методології не реалізується ні один великомасштабний технологічний, екологічний або економічний проект. Знання загальних принципів математичного моделювання в екології, напрямків моделювання та прогнозування стану довкілля, методик обробки та аналізу експериментальних досліджень дозволяють пояснювати результати експериментів, виконувати конкретні розрахунки основних параметрів забруднення навколишнього середовища та застосовувати методи математичного моделювання, з метою прийняття управлінських рішень на основі аналізу процесів, що відбуваються в екологічних системах.*

**Предмет навчальної дисципліни** «Математичне моделювання в екології»- застосування математичних моделей: чисельно-аналітичних, емпіричних та статистичних з метою формалізації задач, які виникають у процесі контролю і аналізу за станом забруднення довкілля

**Мета навчальної дисципліни** «Математичне моделювання в екології»

Засвоєння студентами основних знань з питань системного аналізу складних процесів в екології, та прийняття на їх основі адекватних управлінських рішень.

Відповідно до мети підготовка за даною спеціальністю вимагає формування у студентів наступних компетентностей:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях., K02
- здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач. K09
- здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем в галузі хімічної інженерії. K14

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Математичне моделювання в екології» студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- використовувати сучасні обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії, зокрема, для розрахунків устаткування і процесів хімічних виробництв; ПР08;
- розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування ПР20

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Математичне моделювання в екології» передують навчальні дисципліни з вищої математики та інформаційних технологій. Навчальна дисципліна «Математичне моделювання в екології» забезпечує дисципліну « Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології», дипломне проектування та дисципліни другого магістерського рівня вищої освіти.

## **3.Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Загальна характеристика проблеми моделювання в екології**

Місце та роль задач моделювання у комплексі задач аналізу та прогнозу екологічних процесів. Системні аспекти дослідження екологічних процесів. Загальна характеристика проблеми моделювання систем. Класифікація видів моделювання систем.

**Розділ 2. Основні напрямки моделювання та прогнозування екологічних процесів**  
Фізичні основи моделювання та прогнозу процесів забруднення навколишнього середовища. Виведення рівняння турбулентної дифузії та переміщення шкідливої домішки в атмосфері.

Чисельно-аналітичні та емпірико-статистичні методи моделювання в екології. Експертні системи в екологічних задачах

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **4.1. Базова література**

1. Ясковець І.І., Протас Н.М., Осипова Т.Ю., Касаткін Д.Ю. *Моделювання та прогнозування стану довкілля [підручник] / І.І. Ясковець, Н.М. Протас, Т.Ю. Осипова, Д.Ю. Касаткін // - К.: НУБіП України, 2018.- 566 с.*
2. *Математичне моделювання систем і процесів / Павленко П.М., Філоненко С.Ф., Чередніков О.М., Трейтяк В.В. - К., НАУ, 2017.- 392 с.*
3. *Моделювання та оптимізація систем: підручник /Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О.І., Усов А. В. – Вінниця: ПП «ТД«Едельвейс», 2017. – 804 с.*
4. *Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи та самостійної роботи з курсу “Моделювання та прогнозування стану довкілля” для студентів напрямку підготовки 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. [Електронний ресурс] / Укл.Сіренко Л.В. – Київ: НТУУ»КПІ», 2012.-<http://library.kpi.ua>.*
5. *Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник /Лаврик В.І. - “Академія”, 2010.– 400с.*

##### **4.2.Додаткова література**

6. *Диханов С.М. Моделювання і прогнозування стану довкілля. Посібник та збірник завдань до самостійної та індивідуальної роботи. – Одеська державна академія холоду, 2010. – 390 с*
7. *Моделювання та прогнозування стану довкілля. Курс лекцій. Спеціальність 101 «Екологія». / Укладач: О.В. Рибалова. Х: НУЦЗУ, 2016. - 221с.*
8. *Геоінформаційні технології в екології : Навчальний посібник / Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевичук Л.Д., Шапорев В.П., Моїсеєв В.Ф./– Чернівці;, 2012.– 273с.*
9. *Жлухтенко В. І., Наконечний С. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: Навч.-метод. посібник. У 2 ч. – Ч. 1. Теорія ймовірностей. – К.: КНЕУ,2000. – 304 с.*
10. *Жлухтенко В. І., Наконечний С. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: Навч.-метод. посібник. У 2 ч. – Ч. 2. Математична статистика. – К.: КНЕУ, 2001.–336 с.*
11. *Методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з курсу «Методи математичної статистики в екології» [Електронний ресурс] / Укл. Сіренко Л.В. – Київ: НТУУ»КПІ», 2012.-<http://library.kpi.ua>.*
12. *Сліпченко В.Г., Бридун Е.В. та ін.. Еколого-економічні збитки: кількісна оцінка. Київ, “Політехніка”, 2001.*

##### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. [Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України - https://mepr.gov.ua/](https://mepr.gov.ua/)
2. <http://www.eco-paper.kpi.ua/for-student>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на: надання сучасних знань з дисципліни «Математичне моделювання в екології»; забезпечення в процесі лекції активної роботи студентів з метою формування у них необхідного інтересу до дисципліни, розвитку самостійного творчого мислення; доступність для сприйняття даної аудиторією, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять; виділення головних думок і положень, підкреслення висновків.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Місце та роль задач моделювання у комплексі задач аналізу та прогнозу екологічних процесів. Літ. (1; 5; 6; 7). Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (4 с.12-13)	2
2	Системні аспекти дослідження екологічних процесів. Літ. (2; 5; 7). Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (4 с.12-13)	2
3	Загальна характеристика проблеми моделювання систем. Класифікація видів моделювання систем. Літ. (1; 2; 3). Завдання на СРС: ознайомитись з загальною схемою побудови моделі. Літ. (7 с.29-49)	2
4	Аналіз фізичних явищ, які лежать в основі екологічних процесів та їх математичний опис. Критерії турбулентного руху атмосфери. Літ. (1; 5; 6; 7). Завдання на СРС: ознайомитись з антропогенними змінами клімату міст. Літ. (5,6).	2
5	Чисельно-аналітичні методи моделювання та прогнозу процесів забруднення довкілля. Виведення рівняння турбулентної дифузії та переміщення шкідливої домішки в атмосфері. Літ. (1; 5; 6; 7). Завдання на СРС: ознайомитись з оцінкою якості води в басейнах річок та водоймищ в умовах антропогенного впливу. Літ. (5; 7– с. 137-152).	2
6	Прогностичні рівняння, їх інтегрування. Літ. (1; 5; 6; 7). Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (4 с.13-14)	2
7	Характеристики турбулентності та швидкості вітру у приземному шарі атмосфери. Літ. (5; 7). Завдання на СРС: Чисельно-аналітична модель забруднення повітряного басейну від точкового джерела Літ. (1; 4; 7).	2
8	Рівняння турбулентної дифузії для водного об'єкту Літ. (1; 5; 6; 7). Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (4 с.13-14)	2
9	Методи дискретизації прогностичних диференціальних рівнянь. Літ. (1, 7)	2
10	Методи імітаційного моделювання в дослідженні складних еколого-соціально-економічних систем. Завдання на СРС: Основні етапи процесу імітаційного моделювання, переваги та недоліки методу. Літ. (2, 3, 7 с.21-28).	2
11,12	Статистичні моделі екологічних процесів. Визначення чисельних	4

	<i>характеристик статистичного розподілу. Завдання на СРС : закон про великі числа Літ.(9 с.75-99 )</i>	
13	<i>Прогностична схема розпізнавання образів фонового забруднення повітря. Завдання на СРС : Первинна статистична обробка експериментальних даних . Літ. ( 10,11с.15-22).</i>	2
14	<i>Прогностична схема забруднення повітря з урахуванням метеоумов та стабільності атмосфери. Літ. (12).Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (7 с.168)</i>	2
15,16	<i>Схема лінійної регресії.. Метод найменших квадратів.Завдання на СРС : дати відповіді на контрольні запитання. Літ. (10 с.173-220)</i>	4
17	<i>Застосування експертних систем для прийняття рішень в екологічних задачах. Загальна структура системи підтримки прийняття рішень. Літ. ( 5,6) Завдання на СРС: ознайомитись з загальними можливостями ГС. Літ. (8).</i>	2
18	<i>Визначення параметрів процесу забруднення за допомогою системи підтримки прийняття рішення. Літ. (5.6).</i>	2
	<i>Всього</i>	36

### **Лабораторні заняття**

*Лабораторні роботи мають на меті закріпити теоретичні положення кредитного модуля, набуті під час лекцій та у процесі вивчення навчальної інформації, що вноситься на самостійне опрацювання.*

*Основні завдання циклу лабораторних робіт:*

- *допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області математичного моделювання екологічних процесів;*
- *навчити студентів використовувати знання з моделювання для вирішення задач, які виникають у процесі контролю і аналізу за станом забруднення довкілля;*
- *навчити студентів практично застосовувати чисельно-аналітичні, емпірико-статистичні методи в задачах математичного моделювання в екології;*
- *навчити студентів працювати з науковою та довідковою літературою.*

<i>з/п</i>	<i>Назва теми заняття</i>	<i>Кількість ауд. год</i>
1	<i>Прогноз розповсюдження концентрації шкідливих домішок від декількох джерел на промисловій площині з застосування комп'ютерної програми, яка реалізує загально визнану методику. Завдання на СРС: Підготувати вихідні дані для виконання роботи.</i>	6
2	<i>Робота з комп'ютерними базами ГДК повітря, води, ґрунту.</i>	4
3	<i>Визначення гранично-допустимого скиду речовин у водний об'єкт з застосуванням комп'ютерної програми «SBROS». Завдання на СРС: Підготувати вихідні дані для розрахунку ГДС.</i>	6
4	<i>Визначення потужності викидів забруднюючих речовин при спалюванні різних видів палива.</i>	6
5	<i>Статистичне моделювання і прогнозування забруднення повітряного басейну.</i>	6
6	<i>Прийняття рішення в задачах вибору адекватної моделі прогнозу екологічних ситуацій.</i>	6
7	<i>Модульна контрольна робота.</i>	2
	<i>Всього</i>	36

#### **Самостійна робота студента**

*Самостійна робота займає 40 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.*

<i>з/п</i>	<i>Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Загальна схема побудови моделі забруднення повітряного басейну. Літ. (7 с. 29-49)</i>	2
2	<i>Антропогенні зміни клімату міст. Літ. (5,6)</i>	2
3	<i>Оцінка якості води в басейнах річок та водоймищ в умовах антропогенного впливу. Теоретичні основи розрахункових методів. . Літ. (5; 7с. 137 -152).</i>	2
4	<i>Чисельно-аналітична модель забруднення повітряного басейну від точкового джерела Літ. (1; 4; 7).</i>	2
5	<i>Основні етапи процесу імітаційного моделювання, переваги та недоліки методу. Літ. (2,3,7с.21-28).).</i>	2
6	<i>Закон про великі числа. Літ. ( 9 с.75-99)</i>	2
7	<i>Первинна статистична обробка експериментальних даних . Літ. ( 10,11с.15-22)</i>	2
8	<i>Загальні можливості ГІС Літ. ( 8)</i>	4
9	<i>Підготовка до лекцій</i>	4
10	<i>Підготовка до виконання лаб.робіт</i>	8
11	<i>Підготовка до МКР</i>	2
12	<i>Виконання ДКР</i>	10
13	<i>Залік</i>	6
	<i>Всього</i>	48

### **Індивідуальні завдання**

*З метою поглиблення знань студентів з дисципліни, отримання досвіду самостійної роботи в області математичного моделювання в екології, пропонується виконання індивідуального завдання у вигляді домашньої контрольної роботи, виконання якої має наступні цілі: систематизація та закріплення знань, які студенти отримали під час вивчення теоретичного матеріалу, набуття і закріплення практичних навичок самостійної роботи по застосуванню чисельно-аналітичних методів в задачах математичного моделювання забруднення довкілля.Вимоги до структури, змісту і оформлення роботи приведено в Літ. (4).*

### Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Програмний результат	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
<p>Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування</p>	<p><u>Лекція 1</u> Місце та роль задач моделювання у комплексі задач аналізу та прогнозу екологічних процесів.</p> <p><u>Лекція 2.</u> Системні аспекти дослідження екологічних процесів</p> <p><u>Лекція 3.</u> Загальна характеристика проблеми моделювання систем.</p> <p><u>Лекція 4.</u> Аналіз фізичних явищ, які лежать в основі екологічних процесів та їх математичний опис</p> <p><u>Лекція 5.</u> Чисельно-аналітичні методи моделювання та прогнозу процесів забруднення довкілля.</p> <p><u>Лекція 6.</u> Прогностичні рівняння, їх інтегрування</p> <p><u>Лекція 7.</u> Характеристики турбулентності та швидкості вітру у приземному шарі атмосфери</p> <p><u>Лекція 8.</u> Рівняння турбулентної дифузії для водного об'єкту</p> <p><u>Лекція 13</u> Прогностична схема розпізнавання образів фонового забруднення повітря.</p> <p><u>Лекція 14</u> Прогностична схема забруднення повітря з урахуванням метеоумов та стабільності атмосфери</p>	<p><u>Лабораторне заняття 2.</u> Робота з комп'ютерними базами ГДК повітря, води, ґрунту.</p> <p><u>Лабораторне заняття 4.</u> Визначення потужності викидів забруднюючих речовин при спалюванні різних видів палива.</p> <p><u>Лабораторне заняття 6.</u> Прийняття рішення в задачах вибору адекватної моделі прогнозу екологічних ситуацій.</p> <p><u>Індивідуальне завдання (ДКР)</u></p>
<p>Використовувати сучасні обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії, зокрема, для розрахунків устаткування і процесів хімічних виробництв</p>	<p><u>Лекція 9.</u> Методи дискретизації прогностичних диференціальних рівнянь</p> <p><u>Лекція 10.</u> Методи імітаційного моделювання в дослідженні складних еколого-соціально-економічних систем</p> <p><u>Лекція 11,12</u> Статистичні моделі екологічних процесів</p> <p><u>Лекція 15,16.</u> Схема лінійної регресії.. Метод найменших квадратів</p> <p><u>Лекція 17,18.</u> Застосування експертних систем для прийняття рішень в екологічних задачах.</p>	<p><u>Лабораторне заняття 1.</u> Прогноз розповсюдження концентрації шкідливих домішок від декількох джерел на промисловій площині з застосування комп'ютерної програми, яка реалізує загально визнану методу.</p> <p><u>Лабораторне заняття 3</u> Визначення гранично-допустимого скиду речовин у водний об'єкт з застосуванням комп'ютерної програми «SBROS».</p> <p><u>Лабораторне заняття 5.</u> Статистичне моделювання і прогнозування</p>



		забруднення повітряного басейну
--	--	---------------------------------

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
  - <https://www.coursera.org/learn/problem-solving>;
  - <https://www.coursera.org/learn/ecosystem-services>

Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

#### Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

#### Політика академічної доброчесності

Плагиат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагиату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час здачі заліку. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

#### Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	ДКР	Семестровий контроль
6	4	120	36	-	36	48	1	1	залік

За денною формою навчання пропонується впровадження рейтингової системи оцінки успішності засвоєння студентами навчального матеріалу з кредитного модуля. Рейтинг студента з кредитного модуля «Математичне моделювання в екології» складається з балів, що отримуються за:

- 1) опитування на лекційних заняттях;
- 2) виконання та захист лабораторних робіт;
- 3) контрольну роботу;
- 4) ДКР

Семестровим контролем є залік.

### **Система рейтингових балів та критерії оцінювання**

#### **1. Експрес-контроль на лекціях, кількість відповідей 2.**

- вичерпна відповідь -5 балів,
- відповідь має несуттєві неточності – 4 бали,
- відповідь поверхнева, неповна –3- 1 бали,
- відповідь відсутня – 0 балів.

#### **2. Виконання 6 лабораторних робіт:**

- правильно виконана, оформлена та захищена робота – 10-9 балів;
- є певні несуттєві недоліки у виконанні або захисті роботи – 8-6 балів;
- є певні недоліки у підготовці, виконанні та захисті роботи – 5-1 балів;
- невиконання роботи – 0 балів,

#### **3. Модульна контрольна робота оцінюються з 15 балів:**

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15-13 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями –12 - 9 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки - 8- 6 балів
- відповідь поверхнева – 5-1 бали.
- відповідь відсутня 0 балів.

#### **4. Домашня контрольна робота оцінюється з 15 балів:**

- виконані всі вимоги до роботи - 15-13 балів
- виконані майже всі вимоги до роботи або є несуттєві помилки – 12-9 балів :
- є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 8-5 балів;
- незадовільна робота - 4-1 балів
- роботу не зараховано (робота не виконана) – 0 балів.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. Умовою першої атестації є отримання не менше 20 балів та виконання лабораторних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації є отримання не менше 40 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) та зарахування ДКР.

Таким чином рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = 2 \cdot 5 + 6 \cdot 10 + 1 \cdot 15 + 1 \cdot 15 = 100 \text{ балів}$$

Семестровий контроль: залік. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів. Необхідною умовою допуску до заліку є рейтинг не менше 40 балів. Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0,6 R, а також ті, хто хоче підвищити загальний рейтинг, виконують

залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються.

Залікова контрольна робота оцінюється в 100 балів. Кожне завдання містить два теоретичних питання. Кожне теоретичне питання оцінюється у 50 балів

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 50-41 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 40-31 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 30 - 21 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 20 – 0 балів.

Для отримання залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру рейтингових балів  $R$  переводиться згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95...100 балів	Відмінно
85...94 балів	Дуже добре
75...84 балів	Добре
65...74 балів	Задовільно
60...64 балів	Достатньо
$R < 60$ балів	Незадовільно
Якщо $r_c < 40$ балів або не виконані інші умови допуску до заліку	Недопущений

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (додаток А)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Сіренко Л.В., к.т.н. Радовенчик Я.В.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол №14 від 18.06.23 )

Погоджено Методичною комісією ІХФ (протокол № 10 від 26.05.2023)

## Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль Додаток А

1. Навести формулу для визначення вибіркового середнього, перелічити його властивості.
2. Навести алгоритм виведення рівняння турбулентної дифузії та переміщення шкідливих домішок в атмосфері
3. Обґрунтувати необхідність застосування системного підходу до рішення екологічних задач.
4. Дати визначення термінам «математичне моделювання», «аналітичне моделювання».
5. Навести алгоритм застосування методу розпізнавання образів для прогнозу забруднення повітря міста.
6. Визначити основні припущення, які використовуються для рішення рівняння турбулентної дифузії в аналітичному вигляді

$$u \frac{dq}{dt} - w \frac{dq}{dz} = \frac{d}{dz} k_z \frac{dq}{dz} + \frac{d}{dy} k_y \frac{dq}{dy} - aq.$$

7. Визначити загальну структуру системи підтримки прийняття рішень в екологічних задачах.
8. Проаналізувати критерії турбулентного руху атмосфери.
9. Проаналізувати загальне рівняння турбулентної дифузії, що відображає процес розповсюдження домішки у приземному шарі атмосфери.
10. Представити загальну схему побудови моделі забруднення повітряного басейну промисловим підприємством.
11. Навести загальні показники фонового забруднення повітря в місті.
12. Розкрити поняття генеральна та вибірка сукупності.
13. Проаналізувати вплив антропогенних змін клімату міста на забруднення повітряного басейну.
14. Визначити основні задачі, які вирішуються за допомогою автоматизованих систем в комплексі екологічних заходів
15. Представити класифікацію видів моделювання за ознаками характеру процесів, які досліджуються.
16. Навести алгоритм виведення рівняння турбулентної дифузії та переміщення шкідливих домішок в атмосфері
17. Представити класифікацію основних дифузійних моделей забруднення повітря.
18. Визначити граничні умови при розв'язанні рівняння турбулентної дифузії для точкового джерела.
19. Проаналізувати рівняння турбулентної дифузії, що описує процес забруднення атмосфери шкідливою газоподібною домішкою та визначити умови його спрощення.

$$u \frac{dq}{dt} - w \frac{dq}{dz} = \frac{d}{dz} k_z \frac{dq}{dz} + \frac{d}{dy} k_y \frac{dq}{dy} - aq.$$

20. Навести загальні вимоги до моделей забруднення повітряного басейну.
21. Навести загальну характеристику проблеми моделювання систем.
22. Представити формулу для визначення вибіркової дисперсії, перелічити її властивості.

23. Перелічити основні припущення, які використовуються при побудові прогностичного рівняння розповсюдження домішки.
24. Навести основні аналітичні моделі забруднення повітря від одиночного джерела та умови їх застосування.
25. Проаналізувати способи представлення знань в експертних системах.
26. Проаналізувати основні напрямки математичного моделювання процесів забруднення навколишнього середовища.
27. Провести порівняння класичного та системного підходів у моделюванні систем.
28. Навести характеристики турбулентності та швидкості вітру у приземному шарі атмосфери.
29. Представити склад вихідних даних для побудови моделі забруднення повітряного середовища від одиночного джерела.
30. Вивести рівняння турбулентної дифузії для турбулентного переносу домішки.
31. Навести алгоритм застосування методу послідовної графічної регресії для короткострокового прогнозу фонових забруднень повітря.
32. Навести формули для визначення розмаху варіації та коефіцієнту варіації.
33. Навести умови застосування системи підтримки прийняття рішення для визначення параметрів процесу забруднення довкілля
34. Проаналізувати умови спрощення основного диференціального рівняння, що описує процес забруднення атмосфери шкідливою газоподібною домішкою:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} + w \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} (k_x + D) \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} (k_y + D) \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} (k_z + D) \frac{\partial q}{\partial z} - \alpha q$$

35. Представити види атмосферних стратифікацій за ознакою вертикального градієнту температури повітря .
36. Навести формули для визначення розмаху варіації та коефіцієнту варіації.
37. Представити ймовірне рівняння прямої лінії регресії Y на X.
38. Навести формули по визначенню коефіцієнтів турбулентної дифузії у приземному та пограничному шарах атмосфери.
39. Перерахувати умови спрощення прогностичного рівняння турбулентної дифузії та надати його математичний опис.
40. Охарактеризувати задачі та основні напрямки прогнозу забруднення навколишнього середовища.
41. Охарактеризувати умови застосування полігонів та гістограм частот.
42. Представити рівняння турбулентної дифузії і граничні умови для лінійного джерела.
43. Охарактеризувати умови застосування емпіричних та статистичних моделей для вивчення закономірностей розповсюдження шкідливих домішок.
44. Проаналізувати рівняння турбулентної дифузії, що описує процес забруднення атмосфери шкідливою газоподібною домішкою та визначити умови його спрощення.

$$u \frac{dq}{dt} - w \frac{dq}{dz} = \frac{d}{dz} k_z \frac{dq}{dz} + \frac{d}{dy} k_y \frac{dq}{dy} - \alpha q.$$

45. Охарактеризувати основні типи аналітичних моделей забруднення повітря.
46. Розкрити поняття функція розподілу дискретних випадкових величин та перелічити її властивості.

47. *Перелічити точкові оцінки параметрів розподілу.*
48. *Навести формули розрахунку вибіркової дисперсії, перелічити її властивості.*
49. *Визначити загальну структуру експертних систем при вивченні процесів розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.*
50. *Навести основні припущення, що використовуються для аналітичного вирішення задачі прогнозу забруднення атмосфери шкідливою газоподібною домішкою від стаціонарного джерела.*