

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан інженерно-хімічного факультету
(назва інституту/факультету)

_____ Панов Є.М. _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2017 р.

Моделювання та прогнозування стану довкілля
(назва кредитного модуля)

РОБОЧА ПРОГРАМА КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

освітній ступінь бакалавр
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряом 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування
(шифр і назва)

Програмам професійного спрямування
Екологія та охорона навколишнього середовища
(назва)

Ухвалено методичною комісією
інженерно-хімічного факультету
(назва інституту/факультету)

Протокол від _____ р. № _____

Голова методичної комісії
_____ Д.Е. Сідоров _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2017 р.

Київ – 2017

Робоча програма кредитного модуля Моделювання та прогнозування стану довкілля для студентів за напрямом підготовки 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування освітнього ступеня бакалавр, за денною формою навчання складена відповідно до програми навчальної дисципліни Моделювання та прогнозування стану довкілля

Розробник робочої програми:

доцент, к.т.н. Сіренко Людмила Вікторівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри екології та технології рослинних полімерів _____
(повна назва кафедри)

Протокол від _____ 2017 року №

Завідувач кафедри
_____ М.Д. Гомеля _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2017 р.

Протокол від _____ 2018 року №

Завідувач кафедри
_____ М.Д. Гомеля _____
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> <small>(шифр і назва)</small>	Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль Модельовання та прогнозування стану довкілля»	Форма навчання <u>денна</u> <small>(денна / заочна)</small>
Напрямок підготовки <u>6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування</u> <small>(шифр і назва)</small>	Кількість кредитів ECTS <u>4,5</u>	Статус кредитного модуля <u>нормативний</u> <small>(нормативний або за вибором ВНЗ/студентів)</small>
Спеціальність _____ <small>(шифр і назва)</small>	Кількість розділів <u>2</u>	Цикл до якого належить кредитний модуль <u>професійної та практичної підготовки</u>
Спеціалізація _____ <small>(назва)</small>	Індивідуальне завдання <u>розрахунково-графічна робота</u> <small>(вид)</small>	Рік підготовки <u>4</u>
Освітній ступінь <u>бакалавр</u>	Загальна кількість годин <u>135</u>	Лекції <u>18 год.</u>
		Практичні (семінарські) <u>0 год.</u>
		Лабораторні <u>45 год.</u>
	Тижневих годин: аудиторних – <u>3,5</u> СРС – <u>4</u>	Самостійна робота <u>72 год.</u> у тому числі на виконання індивідуального завдання <u>15 год.</u>
		Вид та форма семестрового контролю <u>екзамен</u> <small>(екзамен / залік / диф. залік; усний / письмовий / тестування тощо)</small>

Робочу програму кредитного модуля «Модельовання та прогнозування стану довкілля» складено відповідно до програми професійного спрямування Екологія та охорона навколишнього середовища.

Кредитний модуль належить до нормативних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки бакалаврів за напрямом 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування.

Предмет кредитного модуля – процес формалізації задач, що виникають при організації та оптимізації процесу управління охороною навколишнього природного середовища, у вигляді математичних моделей та їх дослідження методами математичного моделювання.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Моделювання та прогнозування стану довкілля» передують навчальні дисципліни, такі як: «Природоохоронне законодавство та екологічне право», « Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічна експертиза». Навчальна дисципліна «Моделювання та прогнозування стану довкілля» забезпечує дисципліни «Організація та управління природоохоронною діяльністю», «Економіка природокористування».

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у студентів комплексу знань, умінь з питань системного аналізу складних процесів в екології у їх взаємозв'язку з прикладними аспектами математичної екології. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- володіння сучасними методами математичного моделювання та прогнозування стану довкілля,
- використання математичних знань для обробки даних спостережень за станом довкілля та моделювання явищ і процесів, що відбуваються в ньому,
- використання знань з моделювання процесів в навколишньому природному середовищі.

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- понятійного апарату та загальних принципів моделювання і прогнозування стану довкілля
- моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля
- моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів з урахуванням їх впливу на регіональному рівні
- моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу. промисловості на навколишнє середовище.

уміння:

- на основі аналізу сучасного стану та негативних тенденцій середовища здійснювати прогнозування можливих небезпечних процесів (явищ) для прийняття управлінських рішень;
- використовуючи певні моделі прогнозувати рівні забруднення як окремих елементів екосистеми, так й екосистеми в цілому. Визначати фактори погіршення стану екосистем.

досвід:

- використання математичних моделей для моделювання процесів в навколишньому природному середовищі;
- використання знань з моделювання для оцінки впливу господарської діяльності на навколишнє середовище;
- формулювання висновків про причини виникнення екологічної небезпеки для прийняття управлінських рішень та розробки заходів по забезпеченню екологічної безпеки на основі аналізу моделі;
- прогнозування стану довкілля та формулювання рекомендацій щодо його оптимізації

3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1 Загальні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля					
<i>Тема 1.</i> Комплекс взаємозв'язаних задач аналізу та прогнозу екологічних процесів	18	6		6	6
<i>Тема 2.</i> Фізичні основи моделювання та прогнозу процесів забруднення навколишнього середовища.	22	4		10	8
<i>Контрольна робота</i>	4			2	2
Разом за розділом 1	44	10		18	16
Розділ 2. Основні напрямки моделювання та прогнозування стану довкілля					
<i>Тема 3.</i> Чисельно-аналітичні та емпірико-статистичні методи моделювання та прогнозу процесів забруднення довкілля.	35	4		22	9
<i>Розрахунково-графічна робота</i>	15				15
<i>Тема 4.</i> Експертні системи в екологічних задачах	11	4		5	2
Разом за розділом 2	61	8		27	26
<i>Екзамен</i>	30				30
Всього годин	135	18		45	72

4. Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних знань з дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля»;
- 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, повторення їх у різних формулюваннях

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Місце та роль задач моделювання у комплексі задач аналізу та прогнозу екологічних процесів. Літ. (1; 3; 9 с.23-26). Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (13 с.12-13)
2	Системні аспекти дослідження екологічних процесів. Літ. (1; 3; 10 с.58-64). Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (13 с.12-13)
3	Загальна характеристика проблеми моделювання систем. Класифікація видів моделювання систем. Літ. (3; 5). Завдання на СРС: ознайомитись з загальною схемою побудови моделі. Літ. (3; 5; 9 с.27-29)

4	Аналіз фізичних явищ, які лежать в основі екологічних процесів та їх математичний опис. Критерії турбулентного руху атмосфери. Літ. (3; 4; 6; 10 с.14-22). Завдання на СРС: ознайомитись з антропогенними змінами клімату міст. Літ. (6; 10 с.14-22).
5	Виведення рівняння турбулентної дифузії та переміщення шкідливої домішки в атмосфері. Літ. (4; 9 с.38-45). Завдання на СРС: ознайомитись з оцінкою якості води в басейнах річок та водоймищ в умовах антропогенного впливу. Теоретичні основи розрахункових методів. Літ. (7 с.92-205).
6	Прогностичні рівняння, їх інтегрування. Літ. (4; 9 с.47-49). Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (13 с.13-14)
7	Характеристики турбулентності та швидкості вітру у приземному шарі атмосфери. Літ. (1; 4; 6). Завдання на СРС: ознайомитись з методами дискретизації прогностичних диференціальних рівнянь. Літ. (9 с.51-54)
8	Застосування експертних систем для прийняття рішень в екологічних задачах. Загальна структура системи підтримки прийняття рішень. Літ. (8; 10 с.45-57). Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання Літ. (13 с.14)
9	Визначення параметрів процесу забруднення за допомогою системи підтримки прийняття рішення. Літ. (8; 10 с.45-57). Завдання на СРС: ознайомитись з загальними можливостями автоматизованих систем контролю та управління якістю довкілля. Літ. (2; 10 с.31-36).

5. Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Лабораторні заняття мають на меті закріпити теоретичні положення кредитного модуля, набуті під час лекцій та у процесі вивчення навчальної інформації, що виноситься на самостійне опрацювання. Основні завдання циклу лабораторних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області математичного моделювання та прогнозування стану довкілля;
- 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 та експертні системи в задачах математичного моделювання та прогнозу процесу забруднення довкілля;
- навчити студентів працювати з науковою та довідковою літературою

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Прогноз розповсюдження концентрації шкідливих домішок від декількох джерел на промисловій площині з застосування ком'ютерної програми, яка реалізує загальноновизнану методику	6
2	Робота з комп'ютерними базами ГДК повітря, води, ґрунту	4
3	Визначення гранично-допустимого скиду речовин у водний об'єкт з застосуванням комп'ютерної програми «SBROS»	6
4	Моделювання забруднення повітряного басейну від автотранспортного підприємства.	6
5	Визначення потужності викидів забруднюючих речовин при спалюванні різних видів палива.	8
6	Комп'ютерне моделювання забруднення повітряного басейну від енергетичних установок	8
7	Прийняття рішення в задачах вибору адекватної моделі прогнозу екологічних ситуацій.	5
8	Модульна контрольна робота	2
	Всього	45

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Загальна схема побудови моделі забруднення повітряного басейну. Літ. (3; 5; 9 с.27-29)	2
2	Антропогенні зміни клімату міст. Літ. (6; 10 с.14-22)	2
3	Оцінка якості води в басейнах річок та водоймищ в умовах антропогенного впливу. Теоретичні основи розрахункових методів. Літ. (7 с. 92-205).	2
4	Методи дискретизації прогностичних диференційних рівнянь. Літ.(9 с.51-54)	2
5	Загальні можливості автоматизованих систем контролю та управління якістю довкілля Літ. (2, 10 с.31-36)	2
6	Підготовка до лекцій	5
7	Підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт	10
8	Модульна контрольна робота	2
9	Розрахунково-графічна робота	15
10	Екзамен	30
	Всього годин	72

7. Індивідуальні завдання

З метою поглиблення знань студентів з кредитного модуля, отримання досвіду самостійної роботи в області математичного моделювання та прогнозування стану довкілля, пропонується виконання індивідуального завдання у вигляді розрахунково-графічної роботи на тему «Моделювання забруднення повітряного басейну від одиночного джерела», 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 та прогнозу процесу забруднення довкілля.

Вимоги до структури, змісту і оформлення роботи приведені в Літ. (13). Вихідні дані для виконання РГР додаються (Додаток А)

8. Контрольні роботи

З метою контролю рівня засвоєння матеріалу та сприйняття його студентами, протягом семестру проводиться модульна контрольна робота. Питання, що виносяться на контрольну роботу, додаються. (Додаток Б).

9. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтингова оцінка студента з кредитного модуля має дві складові, максимальна сума балів по кожній з них дорівнює 50. Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля «Моделювання та прогнозування стану довкілля» наведено в додатку В.

10. Методичні рекомендації

Лекційні заняття проводяться у навчальних групах чисельністю 20-35 студентів.

Кредитний модуль вивчається шляхом аудиторного прослуховування лекцій повторення пройденого матеріалу в аудиторні години, детального вивчення пройденого матеріалу в домашніх умовах, уточнення окремих моментів на лабораторних заняттях, самостійного вивчення окремих тем.

Для забезпечення студентів методичною літературою розроблено курс лекцій, методичні вказівки до проведення лабораторних занять[11], методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи та самостійної роботи студентів [13], рекомендовані Вченою Радою ІХФ. За денною формою навчання пропонується впровадження рейтингової системи оцінки успішності засвоєння студентами навчального матеріалу з кредитного модуля.

11. Рекомендована література

11.1. Базова

1. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
2. Примак А.В. и др. Автоматизированные системы защиты воздушного бассейна от загрязнения. – К.: Техника, 1988. – 166с.
3. Петросян Л.А., Захаров В.В. Введение в математическую экологию. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1986. – 224с.
4. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 272с.
5. Молчанов А.А. Моделирование сложных систем. – К.: Выща шк., 1989
6. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометиздат, 1991. – 423с.
7. Математические модели контроля загрязнения воды./ Под ред. А.Джеймса. – М.: Мир, 1981. – 470с.
8. Попов Э.В. Экспертные системы. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат.лит. 1987. – 288с.

11.2. Допоміжна

9. Методические указания по курсам «Математическое моделирование экологических процессов», «Основы математического моделирования и прогнозирования в охране окружающей среды»./ Сост. В.В. Ковгар, Л.В. Сиренко – К.: КПИ, 1992, - 80с.
10. Методические указания по курсам «Математическое моделирование экологических процессов», «Основы математического моделирования и прогнозирования в охране окружающей среды»./ Сост. В.В. Ковгар, Л.В. Сиренко – К.: КПИ, 1993. – 68с.
11. Методические указания к лабораторным работам по курсам «Математическое моделирование экологических процессов», «Основы математического моделирования и прогнозирования в охране окружающей среды». Для студентов специальностей специальностей «Прикладная математика», «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»/ Сост. В.В. Ковгар, Л.В. Сиренко. – К.: КПИ, 1993.– 65с.
12. Методичні вказівки з курсу “Математичне моделювання і прогноз стану навколишнього середовища”. Для студентів заочного відділення за спеціальністю “Екологія”. / Сост. Л.В. Сіренко – К.: Державний інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Мінекобезпеки України.
13. 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>.
14. ОНД – 86. Госкомгидромет. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометиздат, 1986.-93с.
15. Методика расчета предельно-допустимых сбросов веществ в водные объекты со сточными водами, Харьков, 1990.

12. Інформаційні ресурси

Електронні ресурси з курсу «Моделювання та прогнозування стану довкілля» включають:

- навчальну програму дисципліни,
- робочу навчальну програму кредитного модуля,
- методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи та до виконання самостійної роботи студентів розміщені за адресою <http://www.eco-paper.kpi.ua/for-student>, а також у електронному кампусі.

Додаток А

Таблиця. Вихідні дані до виконання розрахунково-графічної роботи

№	Q м ³ /с	UI м/с	H м	K_0	K_1	n
1	200	2	10	30	10	0; 1
2	400	2; 5	30	30	10	0
3	600	7	20; 50	20	10	1
4	200; 800	10	50	20	10	1
5	200	2	10	25	5, 10	2
6	400	3; 8	10	25	5	2
7	600	5	10; 30	30	10	0
8	800	7	60	30	10	0; 2
9	1000	9	80	35	15	1
10	400; 1000	10	50	25	15	1
11	500	3	20	20; 30	10	2
12	500	5	30	20	10; 15	2
13	300	6	10; 25	20	10	0
14	300	5; 10	20	30	10	0
15	400	6	30	30	10	1; 2
16	600; 800	2	20	20	5	1
17	600	5	50	20; 30	5	1
18	800	7	50	30	5; 10	2
19	200	3	10; 20	20	10	2
20	400	3; 8	20	30	10	2
21	500	6	30	30	10	0; 2
22	500; 1000	7	70	35	15	0
23	600	8	50	20; 30	10	0
24	700	3	40	30	10; 15	1
25	900	5; 9	80	30	10	1

Додаток Б

Питання до контрольної роботи

Варіант 1

1. Провести порівняння класичного та системного підходів у моделюванні екологічних систем.

7	4,5	135	18	45	72	1	1	Екз.

Рейтингова оцінка студента з кредитного модуля має дві складові, максимальна сума балів по кожній з них дорівнює 50. Стартова складова (r_c) складається з балів, які студент отримує за:

- 1) виконання та захист 7-ми лабораторних робіт;
- 2) одну модульну контрольну роботу;
- 3) одну розрахунково-графічну роботу;

Друга складова (r_e) характеризує відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів

Стартова складова (r_c):

1.Лабораторна робота.

- за умови гарної роботи, правильно оформленого протоколу, гарного і своєчасного захисту роботи – 2 бали;
- за умови невиконання (зниження) показника хоча б з однієї позиції -1бал.

У разі недопущення до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем нараховується штрафний (-1) бал.

2.Модульна контрольна робота.

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)-16-15 балів ;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями 14-12 балів
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) -11 - 9 балів ;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

3. Розрахунково-графічна робота.

- «відмінно», виконані всі вимоги до роботи – 20-19 балів;
- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки 18-15 балів;
- «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 14-12 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам на «задовільно» – 0 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням РГР на перевірку нараховується штрафний (-1) бал.

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, розрахунково-графічної роботи і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимальна сума балів, яку може отримати студент дорівнює 20 балів. На першій атестації (8 тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 10 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів максимальна сума балів, яку може отримати студент дорівнює 36 балів. На другій атестації (14 тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 18 балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання. Кожне теоретичне питання оцінюється у 25 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) 25-23 балів ;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або відповідь з незначними неточностями 22-17 балів ;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) -16 -14 балів ;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	$R=r_c+r_e$	ECTS -оцінка	Екз. оцінка
------	-------------	--------------	-------------

95-100	A	Відмінно
85-94	B	Добре
75-84	C	
65-74	D	Задовільно
60-64	E	
<60	F _x	Незадовільно
<i>Не зараховано РГР, або є не зараховані лаб. роб., або $r_c < 25$</i>	F	Не допущено

Склав: доцент каф. Е та ТРП Сіренко Л.В. _____

Ухвалено на засіданні кафедри Е та ТРП

Протокол № _____ від _____ 2017р.

Завідувач кафедри

_____ проф. М.Д. Гомеля

Ухвалено на засіданні кафедри Е та ТРП

Протокол № _____ від _____ 2018р.

Завідувач кафедри

Перелік питань на екзамен

1. Обґрунтувати необхідність застосування системного підходу до рішення екологічних задач.
2. Визначити основні припущення, які використовуються для рішення рівняння турбулентної дифузії в аналітичному вигляді

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

3. Визначити загальну структуру системи підтримки прийняття рішень в екологічних задачах.
4. Проаналізувати загальне рівняння турбулентної дифузії, що відображає процес розповсюдження домішки у приземному шарі атмосфери.
5. Проаналізувати вплив антропогенних змін клімату міста на забруднення повітряного басейну.
6. Визначити основні задачі, які вирішуються за допомогою автоматизованих систем в комплексі екологічних заходів
7. Навести загальну характеристику проблеми моделювання систем.
8. Проаналізувати параметри, що впливають на характеристики турбулентності k_y , k_z приземного шару атмосфери у рівнянні турбулентної дифузії:

$$u \frac{\partial q}{\partial x} - \omega \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial y} k_y \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial q}{\partial z} - \alpha q$$

- 8.
9. Дати визначення термінам «математичне моделювання», «аналітичне моделювання».
10. Проаналізувати критерії турбулентного руху атмосфери.
11. Представити класифікацію видів моделювання за ознаками характеру процесів, які досліджуються.
12. Навести алгоритм виведення рівняння турбулентної дифузії та переміщення шкідливих домішок в атмосфері
13. Представити класифікацію основних дифузійних моделей забруднення повітря.
14. Перерахувати основні фактори середовища, які впливають на розподіл забруднюючої домішки в атмосфері.
15. Представити класифікацію видів моделювання за формою представлення об'єкта дослідження.
16. Перерахувати умови спрощення прогностичного рівняння турбулентної дифузії та надати його математичний опис.
17. Охарактеризувати задачі та основні напрямки прогнозу забруднення навколишнього середовища.
18. Визначити методи дискретизації диференціальних рівнянь.
19. Визначити загальну структуру експертних систем при вивченні процесів розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
20. Представити математичну модель розповсюдження шкідливих домішок для водних об'єктів.
21. Провести порівняння класичного та системного підходів у моделюванні систем.
22. Навести характеристики турбулентності та швидкості вітру у приземному шарі атмосфери.
23. Представити склад вихідних даних для побудови моделі забруднення повітряного середовища від одиночного джерела.
24. Визначити граничні умови при розв'язанні рівняння турбулентної дифузії для точкового джерела.
25. Представити загальну схему побудови моделі забруднення повітряного басейну промисловим підприємством.
26. Проаналізувати рівняння турбулентної дифузії, що описує процес забруднення атмосфери шкідливою газоподібною домішкою та визначити умови його спрощення.

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

27. Навести загальні вимоги до моделей забруднення повітряного басейну.
28. Перелічити основні припущення, які використовуються при побудові прогностичного рівняння розповсюдження домішки.
29. Навести основні аналітичні моделі забруднення повітря від одиночного джерела та умови їх застосування.
30. Проаналізувати способи представлення знань в експертних системах.
31. Проаналізувати основні напрямки математичного моделювання процесів забруднення навколишнього середовища.
32. Вивести рівняння турбулентної дифузії для турбулентного переносу домішки.
33. Визначити загальні етапи процесу моделювання систем на прикладі моделювання процесу забруднення атмосфери промисловим об'єктом.
34. Представити рівняння турбулентної дифузії і граничні умови для лінійного джерела.
35. Охарактеризувати умови застосування емпіричних та статистичних моделей для вивчення закономірностей розповсюдження шкідливих домішок.
36. Вивести рівняння турбулентної дифузії для адвективного переносу.
37. Визначити загальні показники, що характеризують екологічний стан міста.
38. Навести основні припущення, що використовуються для аналітичного вирішення задачі прогнозу забруднення атмосфери шкідливою газоподібною домішкою від стаціонарного джерела.
39. Проаналізувати основні напрямки математичного моделювання процесів забруднення навколишнього середовища.
40. Провести порівняння граничних умов при дослідженні процесу поширення домішок в атмосфері від одиночного джерела для випадків розповсюдження шкідливої домішки над водною поверхнею і поверхнею ґрунту.
41. Навести умови застосування системи підтримки прийняття рішення для визначення параметрів процесу забруднення довкілля
42. Проаналізувати умови спрощення основного диференціального рівняння, що описує процес забруднення атмосфери шкідливою газоподібною домішкою:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} + w \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} (k_x + D) \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} (k_y + D) \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} (k_z + D) \frac{\partial q}{\partial z} - \alpha q$$
43. Представити види атмосферних стратифікацій за ознакою вертикального градієнту температури повітря .
44. Навести формули по визначенню коефіцієнтів турбулентної дифузії у приземному та пограничному шарах атмосфери.
45. Перелічити загальні показники, що застосовуються в інформаційних системах екологічного моніторингу міст.
46. Проаналізувати рівняння турбулентної дифузії, що описує процес забруднення атмосфери шкідливою газоподібною домішкою та визначити умови його спрощення.

$$u \frac{dq}{dt} - w \frac{dq}{dz} = \frac{d}{dz} k_z \frac{dq}{dz} + \frac{d}{dy} k_y \frac{dq}{dy} - \alpha q.$$
47. Охарактеризувати основні типи аналітичних моделей забруднення повітря.
48. Навести вихідні показники джерел забруднення та середовища для визначення концентрації домішок шляхом інтегрування прогностичних рівнянь.
49. Провести порівняння характерних видів інверсій температури для міста та його околиць.
50. Навести математичний опис задачі прогнозу забруднення повітря від точкового джерела за допомогою теорії атмосферної дифузії.