


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні групи забезпечення
спеціальності
від « 27 » 05 2021 року
протокол № 8
Голова групи  Чугай А.В.

УЗГОДЖЕНО
Декан (директор) МАП
 Боровська Г.О.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни
Д13 «Математичне моделювання гідроекологічних систем та методи
управління»

(назва навчальної дисципліни)

101 «Екологія»

(шифр та назва спеціальності)

Гідроекологія

(назва освітньої програми)

магістр

(рівень вищої освіти)

денна

(форма навчання)

I

(рік навчання)

II

(семестр навчання)

6/180

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

іспит

(форма контролю)

гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ

(кафедра)

Одеса, 2021 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні групи забезпечення
спеціальності
від «___» _____ 20__ року
протокол № ___
Голова групи _____ Чугай А.В.

УЗГОДЖЕНО
Декан (директор) МАП
Боровська Г.О.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни
**Д13 «Математичне моделювання гідроекологічних систем та методи
управління»**

(назва навчальної дисципліни)

101 «Екологія»

(шифр та назва спеціальності)

Гідроекологія

(назва освітньої програми)

магістр

(рівень вищої освіти)

денна

(форма навчання)

I

(рік навчання)

II

(семестр навчання)

6/180

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

іспит

(форма контролю)

гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ

(кафедра)

Одеса, 2021р.

Автори: Катинська І.В., ст. викладач кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ, к.геогр.н.

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри (назва кафедри) від « 13 » травня 20 21 року, протокол № 10 .

Викладачі: лекційні заняття - Катинська І.В. к.геогр.н., ст.викладач

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

практичні заняття – Катинська І.В. к.геогр.н., ст.викладач

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Рецензент: Лобода Н.С. зав. кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ д.геогр.н., професор

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Метою дисципліни є надання магістрам необхідних знань в галузі математичного моделювання гідроекологічних систем, забезпечення теоретичними знаннями і практичними навичками, необхідними для використання математичного моделювання для розрахунків якості природних вод, розробки заходів для їх захисту і охорони вод від забруднення, створення на водоймах сприятливих умов для біологічної продуктивності та господарської діяльності
Компетентність	K21 Здатність формулювати цілі математичного моделювання, знати основні принципи побудови математичних моделей гідроекологічних систем та особливості їх застосування.
Результат навчання	PR211 Вміти обирати вид математичної моделі в залежності від поставлених задач, об'єму вихідної інформації, граничних умов та застосовувати їх для знаходження оптимальних технічних, технологічних, організаційних природоохоронних рішень в умовах антропогенного впливу.
Базові знання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципи вивчення гідроекологічних систем та їх структури. 2. Принципи побудови математичних моделей змиву хімічних речовин з річкових басейнів. 3. Принципи побудови моделей біологічної продуктивності прісноводних екосистем. 4. Методи оптимального програмування якості води гідроекологічних систем. 5. Основи стохастичного моделювання. 6. Основи нейромережевого моделювання. 7. Моделі “чорного ящика”
Базові вміння	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оцінювати головні показники гідрологічного режиму водного об'єкту для використання їх в моделюванні гідроекологічних систем. 2. Оцінювати гідрохімічні та гідробіологічні показники для формування бази вихідних даних гідроекологічних моделей. 3. Вибирати цільові функції для реалізації моделей оптимального програмування. 4. Оцінювати результати розрахунків якості води та біологічної продукції за гідроекологічними моделями. 5. Генерувати ряди спостережень на основі стохастичної моделі. 6. Використовувати функції відгуку для оптимізації роботи водної екосистеми. 7. Виконувати імітаційне нейромережеве моделювання з використанням сучасного комп'ютерного забезпечення та її використовувати для рішення задач оптимізації управління водними екосистемами.
Базові навички	<ol style="list-style-type: none"> 1) соціально-особистісного характеру: <ul style="list-style-type: none"> - здатність до системного творчого мислення, наполегливість у досягненні мети професійної та науково-

	<p>дослідницької діяльності;</p> <ul style="list-style-type: none"> - здатність до пошуку альтернативних рішень у професійній діяльності; <p>2) інструментальні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навички аналізу, оцінки та синтезу нових ідей; - навички розроблення заходів з упровадження нової техніки і технологій; - навички отримання, збереження, обробки, поширення професійної та науково-технічної інформації; - володіння навичками проведення експериментальних досліджень. <p>3) загальнонаукового характеру:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знання сучасних математичних моделей, які описують життєдіяльність водних екосистем; - вміння застосовувати сучасні математичні моделі, які описують життєдіяльність водних екосистем, з метою розрахунків та прогнозів характеристик екологічного стану гідроекологічних систем та складання розрахункових та прогностичних методик; - знання сучасних статистичних методів для проведення просторово-часових узагальнень характеристик гідроекологічного стану водних об'єктів; - вміння проводити просторово-часові узагальнення характеристик гідроекологічного стану водних об'єктів та здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної, науково-технічної інформації.
Пов'язані силлабуси	-
Попередня дисципліна	-
Наступна дисципліна	Методи багатовимірного аналізу при вирішенні гідроекологічних задач
Кількість годин	лекції: 45 годин практичні заняття: 45 годин лабораторні заняття: семінарські заняття: самостійна робота студентів: 90 годин

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Назва модуля: «Методи аналізу і моделювання екосистем. Основи стохастичного та нейромережевого моделювання»		
	• <i>Лекція 1</i> Класифікація математичних моделей по наявній інформації, рівня складності, об'єктів моделювання.	4	3
	• <i>Лекція 2</i> Загальні прийоми моделювання природних систем.	4	3
	• <i>Лекція 3</i> Особливості використання математичних прийомів для різних завдань і наявних даних .	4	3
	• <i>Лекція 4</i> Огляд методів стохастичного моделювання. Метод Монте-Карло. Використання простого ланцюга Маркова як стохастичної моделі стоку.	4	3
• <i>Лекція 5</i> Моделі «чорного ящика». Штучні нейронні мережі як окремих клас математичних моделей. Основні положення теорії нейронних мереж.	4	3	
ЗМ-Л2	Назва модуля: «Моделювання потоків хімічних речовин в річках і лиманах. Моделі міських і сільськогосподарських стоків»		
	• <i>Лекція 6</i> Загальна база моделей переносу речовин річковими водами. Стаціонарні моделі переносу однокомпонентних домішок. Інтегрування рівняння для різних режимів для різних співвідношень адвективного переносу і дифузії.	5	4
	• <i>Лекція 7</i> Динамічні моделі. Вирішення рівнянь моделі кінцево-різницевиими методами. Моделі багатокомпонентної річкової системи.	5	4
	• <i>Лекція 8</i> Схематична модель міського стоку. Емпіричні формули накопичення осадового матеріалу на міських територіях.	5	4
	• <i>Лекція 9</i> Характер розподілу джерел забруднень по поверхні річкових водозборів. Просторова модель трансформації русловою системою притоки води, змиву наносів і забруднюючих речовин зі схилів.	5	4
• <i>Лекція 10</i> Кінематико-хвильова модель процесів стоку води і винесення наносів і забруднюючих речовин зі схилів річкових водозборів. Модель змиву наносів з поверхні схилів. Модель винесення забруднюючих речовин зі схилів.	5	4	
Разом:		45	35

Консультації: Катинська Ірина Вікторівна, понеділок, 14:30-16:05, ауд. 515

2.2. Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Назва модуля: «Методи аналізу і моделювання екосистем. Основи стохастичного та нейромережевого моделювання»		
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Практична робота 1</i> Розрахунки рівноважної концентрації кисню в природних водах. Визначення змін концентрації кисню за рахунок аерації води в зазначених зонах водойми. Визначення часу, необхідного для досягнення рівноважної концентрації кисню у воді, при різних температурах, швидкостях вітру та течії (згідно із завданням викладача). Будування кривих накопичення кисню в воді з часом). Використання комп'ютерної професійної системи математичного моделювання MatLab. 	7	5
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Практична робота 2</i> Розрахунок концентрації кисню при органічному забрудненні річки. Визначення зміни концентрації кисню по довжині річки. Оцінка здатності річки до самоочищення в залежності від температури води, глибини річки, швидкості течії, початкових значень БСК (згідно із завданням викладача). Проведення аналізу результатів розрахунків. Побудування кривих розподілу концентрації кисню по довжині річки. Використання програми для обчислень у системі математичного моделювання MatLab <i>ZagrjznenieReki.m</i>. 	7	5
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Практична робота 3</i> Рівняння нормального розмноження. Складання програми обчислень у системах MatLab чи Excel. Визначення правильного підбирання постійної інтегрування C. Побудування сполученого графіку розв'язку рівняння нормального розмноження при $k=0,1$. Надання аналізу поведінки кривих при малій і великій чисельності популяцій. 	5	5
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Практична робота 4</i> Рівняння вибуху. Складання програми обчислень у системах MatLab чи Excel. Визначення правильного підбирання постійної інтегрування C. Побудування сполученого графіку розв'язку рівняння вибуху при $k=0,1$. Надання аналізу поведінки кривих при малій і великій чисельності популяцій. 	5	4
ЗМ-П2	Назва модуля: «Моделювання потоків хімічних речовин в річках і лиманах. Моделі міських і сільськогосподарських стоків»		
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Практична робота 5</i> Логістична крива. Визначення оптимальної продукції риб у ставку. 	5	4
	<i>Практична робота 6</i> Квоти вилову. Визначення		

	абсолютної квоти вилову (за даними практичної роботи 5). Побудування кривої чисельності популяції для випадків абсолютних квот вилову, прийнявши що вага 1 риби дорівнює 1 кг.	5	4
	<i>Практична робота 7</i> Вилов з відносною квотою. Визначення відносної квоти вилову (за даними практичної роботи 5). Побудування кривої чисельності популяції для випадків відносних квот вилову, прийнявши що вага 1 риби дорівнює 1 кг. Визначення часу відновлення продуктивності водойми для випадків повної заборони на вилов і дозволу на вилов у кількості, обумовленій відносною квотою.	5	4
	<i>Практична робота 8</i> Імовірнісний підхід до розрахунків кількісних змін у екосистемах. Визначення змісту коефіцієнтів, наведених у додатку. Побудування фазової та інтегральної кривої розвитку популяцій живих організмів при різних значеннях коефіцієнтів. Визначення критичних значень чисельності популяцій і надання їхнього аналізу.	6	4
	Разом:	45	35

Консультації: Катинська Ірина Вікторівна, понеділок, 14:30-16:05, ауд. 515

2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення (тиждень)
ЗМ-Л1	<ul style="list-style-type: none"> • Підготовка до лекційних занять • Тестова контрольна робота модулю 1 (обов'язково) 	10	1-7
		5	8
ЗМ-П1	<ul style="list-style-type: none"> • Підготовка до практичних занять • Захист практичних робіт (усне опитування або відповіді на контрольні запитання) (обов'язково) 	15	2-8
		4	2-8
ЗМ-Л2	<ul style="list-style-type: none"> • Підготовка до лекційних занять • Тестова контрольна робота модулю 2 (обов'язково) 	15	9-14
		5	15
ЗМ-П2	<ul style="list-style-type: none"> • Підготовка до практичних занять • Захист практичних робіт (усне опитування або відповіді на контрольні запитання) (обов'язково) 	12	9-15
		4	9-15
	Виконання ІЗ	-	-
	Підготовка до іспиту	20	16
	Разом:	90	

1. Методика проведення та оцінювання контрольних заходів для ЗМ-Л1 та ЗМ-Л2.

Теоретичний матеріал містить конспект лекцій і його опанування оцінюється через відповіді на контрольні тестові питання.

У ході навчання магістр виконує 2 модульні тестові контрольні роботи, кожна з яких складається з 20 тестових завдань. Кожне питання оцінюється у 1 бал. Максимальна сума балів за кожний з лекційних модулів становить **20 балів**.

Максимальна сума балів за теоретичну частину становить **40 балів**.

2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1 та ЗМ-П2.

Два практичних модуля включають до себе 8 завдань. Кожне із завдань оцінюється максимальною сумою в 5 балів (виконання та своєчасне подання (за програмою) практичних завдань, або у систему MOODLE – 2 бали, оформлення роботи – 1 бал, УО під час практичних занять або відповіді на контрольні запитання у системі MOODLE – 2 бали).

Максимальна сума балів за практичну частину становить **40 балів**.

3. Методика проведення та оцінювання роботи студента за змістовними модулями.

Максимальна сума балів, яку отримують студенти за всіма змістовними модулями дисципліни «Математичне моделювання гідроекологічних систем та методи управління», становить **80 балів**, вона формує інтегральну оцінку поточного контролю студентів з цієї навчальної дисципліни.

4. Допуск до підсумкового семестрового контролю (іспиту).

Студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю (іспиту) з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені програмою навчальної дисципліни і набрав за модульною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за практичну частину, тобто 50 балів.

6. Методика проведення та оцінювання іспиту.

Варіанти екзаменаційних завдань (підсумкового контролю) містять 20 запитань у тестовому вигляді. Кожна вірна відповідь оцінюється у 1 бал. Максимальна кількість балів за виконаний варіант екзаменаційної роботи становить **20 балів**.

Результати складання письмового іспиту виставляються у вигляді кількісної оцінки (бал успішності) у заліково-екзаменаційної відомості встановленого зразка. Далі викладач усереднює кількісну оцінку поточних контролюючих заходів та кількісну оцінку семестрового контролюючого заходу і виставляє загальну кількісну оцінку (загальний бал успішності) за 4-х бальною якісною шкалою та оцінку «F» за 7-ми бальною шкалою ECTS.

Якщо студент за підсумками іспиту отримав загальну кількісну оцінку менше 50% (від максимально можливої на екзамені), то викладачем виставляється оцінка «FX» за шкалою ECTS та «незадовільно» за 4-х бальною якісною шкалою, незалежно від набраної студентом загальної кількісної оцінки. Такі студенти мають можливість напрацювати допуск до іспиту та скласти його у встановленому в ОДЕКУ порядку в межах ліквідації заборгованостей підсумковою атестацією комісією.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1 Модуль ЗМ-Л1 «Математичне моделювання гідроекологічних систем та методи управління»

3.1.1. Повчання

Перший модуль розглядає класифікації математичних моделей; загальні прийоми моделювання природних систем, виділення систем з навколишнього середовища; особливості використання математичних прийомів для різних завдань; загальну базу моделей переносу речовин річковими водами; стохастичні моделі; нейромережеві моделі.

Необхідно після вивчення теоретичного матеріалу кожної теми ЗМ-Л1, для перевірки засвоєння їх змісту (базових знань), дати відповіді на запитання для самоперевірки. Для поглибленого самостійного вивчення дисципліни необхідно скористатися літературою (основною [2,3,5] та додатковою [6,7]), перелік якої наведений нижче.

3.1.2. Питання для самоперевірки

1. За якими властивостями (цілями) можна встановити якість моделей?
2. Які моделі використовують для розв'язання практичних завдань, що пов'язані з оцінюванням та прогнозуванням якості природних вод і стану водних екосистем, при моделюванні основних гідроекологічних процесів і явищ?
3. На які моделі класифікують математичні гідроекологічні моделі за метою моделювання?
4. На які моделі класифікують математичні гідроекологічні моделі за наявною інформацією?
5. На які моделі класифікують математичні гідроекологічні моделі за рівнем складності ?
6. Які гідроекологічні моделі можна виділити за об'єктом моделювання?
7. На які 4 види поділені всі моделі?

8. Які моделі бувають в залежності від способу побудови?
9. Які фізичні моделі бувають від від способу виразу відносин подібності?
10. На які моделі підрозділяються концептуальні моделі в залежності від способу виразу відношення подібності.
11. Назвіть 4 послідовні етапи систематизації прийомів математичного моделювання в гідроекології.
12. Що таке первинна обробка матеріалів та яким чином вона проводиться у гідроекології?
13. Що таке логіко-математична модель?
14. Що є основою логіко-математичної моделі?
15. Як інакше називають логіко-математичної моделі, в залежності від суворості фізичних передумов і математичного висновку?
16. Які математичні моделі називають апріорними моделями?
17. Під якою назвою відомо застосування системного аналізу до екології?
18. За допомогою чого формалізується вербальна модель і що отримується внаслідок цієї формалізації?
19. Аналізом моделі називається ...
20. Що лежить в основі системного аналізу?
21. Окремий випадок аналогії з підвищеними вимогами схожості, тобто це «схожість, доведена до пропорційності змін» називається ...
22. Які операції виконуються при моделюванні гідроекологічних систем для уточнення мети дослідження ?
23. Що таке керівні змінні?
24. Що таке стохастична модель?
25. Яким чином визначаються характеристики стану в стохастичній моделі?
26. Метод Монте-Карло – це ...
27. Як ще називають метод Монте-Карло і чому?
28. Що передбачається при використанні принципу Монте-Карло?
29. Що передбачає параметричний підхід при використанні принципу Монте-Карло?
30. Що передбачає непараметричний підхід при використанні принципу Монте-Карло?
31. Операція лінійної фільтрації – це ...
32. Як називається лінійний оператор, який перетворює «білий шум» x_t в процес Q_t ?
33. Як у моделях авторегресії виражається поточне значення модельованої величини Q ?
34. Назвіть 3 етапи при стохастичному моделюванні.
35. Ланцюг Маркова – це ...
36. Що необхідно вказати для моделювання випадкового процесу із заданим маргінальним законом розподілу?
37. Що розглядається у моделі динаміки зміни водних ресурсів в умовах антропогенної діяльності?
38. Нейронна мережа – це ...
39. Скільки прихованих шарів може містити нейронна мережа?

40. Що є найпоширенішим алгоритмом навчання нейронної мережі?
41. Як зазвичай називають цикли алгоритму?
42. Як називається правило корекції помилок нейромережевого моделювання?

Питання для самоперевірки базових результатів знань

1. Класифікації математичних моделей.
2. Загальні прийоми моделювання природних систем.
3. Виділення систем з навколишнього середовища;
4. Особливості використання математичних прийомів для різних завдань.
5. Загальну базу моделей переносу речовин річковими водами .
6. Стаціонарні моделі переносу домішок.
7. Динамічні моделі.
8. Стохастичні моделі.
9. Нейромережеві моделі.
10. Поняття про систему.
11. Основні етапи математичного моделювання.
12. Імітаційне моделювання.
13. Випробування моделі; критерії якості.

Модуль ЗМ-Л2 «Моделювання потоків хімічних речовин в річках і лиманах. Моделі міських і сільськогосподарських стоків»

3.2.1 Повчання

Другий змістовний лекційний модуль присвячений вивченню стаціонарних моделей переносу домішок; динамічних моделей; моделей багатокомпонентної річкової системи; схематичної моделі міського стоку; просторової моделі трансформації русловою системою притоки води, змиву наносів і забруднюючих речовин зі схилів; кінематико-хвильової моделі процесів стоку води і винесення наносів і забруднюючих речовин зі схилів річкових водозборів; моделі змиву наносів з поверхні схилів; моделі винесення забруднюючих речовин зі схилів. Також розглядається класифікація зовнішніх факторів, які визначають функціонування гідроекологічних систем.

Необхідно після вивчення теоретичного матеріалу кожної теми ЗМ-Л2, для перевірки засвоєння їх змісту (базових знань), дати відповіді на запитання для самоперевірки. Для поглибленого самостійного вивчення дисципліни необхідно скористатися літературою (основною [2, 3-5] та додатковою [4-6, 7]), перелік якої наведений нижче.

3.2.2. Питання для самоперевірки

1. Які рівняння зазвичай використовуються у динамічних моделях?
2. Які завдання вирішуються на базі моделей якості води?
3. Для чого у моделях якості вод вживаються економічні заходи?
4. В зв'язку з чим на сьогодні потрібні просторові моделі?
5. Для чого використовуються просторові моделі у гідроекології?
6. Як називають моделі формування і трансформації хімічного складу природних вод?
7. Що враховують динамічні моделі перенесення речовин у водотоках?
8. Що є теоретичною основою всіх розглянутих моделей управління якістю води?
9. Сформулюйте принцип збереження маси стосовно до концентрації $C(x,t)$ джерела забруднювача всередині будь-якої водної ділянки річкового русла
10. Стационарний режим концентрації речовин можливий ...
11. В який період спостерігається стаціонарний режим в природних водотоках?
12. За якими умовами може бути взята умова стаціонарності потоків хімічних речовин?
13. Який частіше буває коефіцієнт дифузії D для річок з прісною водою, де немає приливів і відливів?
14. Що відбувається з коефіцієнтом дифузії D у міру наближення до моря або озера?
15. Що відбувається зі швидкістю течії U у міру наближення до моря або озера?
16. В чому полягає основна ідея кінцево-різницевого методу рішення диференціальних рівнянь моделі в практиці екологічного моделювання якості природних вод?
17. Завдяки яким процесам здійснюється переміщення води і речовин в кожній секції водотоку при кінцево-різницевому методі рішення диференціальних рівнянь моделі?
18. Згідно стандартної формули Михаеліса-Ментен чим є швидкість росту водоростей від існуючої концентрації S ?
19. За якими умовами швидкість росту водоростей у моделі багатокомпонентної річкової системи дорівнює нулю?
20. Від чого залежить рівноважна температура водної поверхні?
21. Що є головними неточковими джерелами забруднювачів?
22. Що є ключовим параметром в моделях міського стоку?
23. Від чого залежить розподілене навантаження джерел забруднень від забудованої площі водозбору в моделях міського стоку?
24. На чому засновані рівняння, що включені в модель міського стоку?
25. Для чого використовується щодобова імітаційна модель виносу речовин стоком з міського водозбору?
26. Що включають розрахункові схеми виносу хімічних речовин міським стоком?

27. На чому засновані моделі, що описують винесення наносів з поверхні ґрунтів або моделі їх ерозії?
28. Що є забруднювачами в сільськогосподарському стоці?
29. Що повинна враховувати модель формування якості річкових вод?
30. Яку роль у реальних умовах грає місце розташування на водозборі площини з тим або іншим рівнем джерел забруднення поверхні і що воно визначає?
31. Що повинна враховувати структура моделі виносу речовин з водозборів?
32. Як називаються моделі виносу речовин з водозборів, які враховують просторовий характер всіх факторів поверхневого стоку з водозбору?
33. Яка основна здатність моделі виносу речовин з водозборів?
34. Від чого залежить процес виносу речовин з поверхні схилів?
35. Що таке еквідистанта і як вона проводиться?
36. Для чого використовується система еквідистант?
37. Що таке ізохроні?
38. Якою залежністю можна скористатися у моделі формування якості річкової води за відсутності даних подовжніх профілів русел для визначення поточного уклону русла?
39. Метод, який є одним з найбільш прийнятних способів відновлення полів опадів.
40. Аналіз ізокорелят – це ...
41. Коли починається та чим супроводжується стік води зі схилів?
42. Від чого залежать водовіддача і стік води по поверхні схилів?

Питання для самоперевірки базових результатів знань

1. Моделі багатокомпонентної річкової системи.
2. Випробування моделі. Критерії якості моделі.
3. Класифікація зовнішніх факторів, які визначають функціонування гідроекологічних систем;
4. Аналіз одномірного диференційного рівняння збереження маси річкового потоку;
5. Використання стаціонарної моделі переносу для обчислення поздовжнього розподілу концентрації заданої речовини;
6. Аналіз динамічної моделі розподілу концентрації домішок;
7. Моделі багатокомпонентної річної системи
8. Схематична модель міського стоку.
9. Основні властивості стратифікованих водойм.
10. Види забруднення поверхні річкових водозборів.
11. Методи оптимізації параметрів.

3.3 Модуль ЗМ-ПР1 «Математичне моделювання гідроекологічних

систем та методи управління».

3.3.1. Повчання

Перший практичний модуль передбачає отримання знань та навичок при визначенні змін концентрації кисню в природних водах та по довжині річки; визначення часу, необхідного для досягнення рівноважної концентрації кисню у воді, при різних температурах, швидкостях вітру та течії; оцінка здатності річки до самоочищення в залежності від температури води, глибини річки, швидкості течії, початкових значень БСК; використання комп'ютерної професійної системи математичного моделювання MatLab для обчислень (Практична робота №1-№2). Практичні роботи №3 та №4 присвячені складанню програми обчислень за рівнянням нормального розмноження та за рівняннями вибуху у системах MatLab чи Excel для визначення правильного підбирання постійної інтегрування C та побудуванню сполученого графіку розв'язку рівняння нормального розмноження та рівняння вибуху.

Для оцінювання кожної практичної роботи їх потрібно оформити та захистити (дати відповіді на контрольні питання).

Для самостійного виконання практичних завдань можна скористатися основною [1, 6] і додатковою [10, 11, 14] літературою.

3.3.2. Питання для самоперевірки

1. Від чого залежить рівноважна концентрація кисню у воді?
2. Про що свідчить зниження концентрації кисню нижче рівноважної?
3. Від чого залежить швидкість розчинення атмосферного кисню у воді?
4. В яких одиницях може бути виражена концентрація кисню $C_{\text{кн}}$?
5. Яким чином наявність зелених водоростей впливає на концентрацію кисню у воді?
6. Який зміст розчиненого кисню має бути у річках, що використовуються для господарсько-питного водопостачання?
7. Про що свідчить Зниження концентрації кисню у воді?
8. Аерація – це ...
9. Умови від яких залежить швидкість розкладання органічних речовин у воді.
10. Які значення здобуває концентрація кисню у воді при відсутності в ній органічних речовин?
11. Чому при органічних забрудненнях найменша концентрація кисню у воді спостерігається нижче створу, у якому зроблений скид?
12. Як можна обчислити відстань від створу скидання до створу з найменшою концентрацією кисню?
13. Яким чином відбувається розкладання відходів у випадках забруднення річкової води органічними відходами?
14. Концентрацію відходів вимірюють...

15. Одиниця виміру БСК ...
16. Чому пропорційна швидкість розкладання відходів?
17. Якою буде реальна концентрація кисню відносно рівноважної при наявності відходів?
18. Приведіть приклади використання рівнянь нормального розмноження при оцінці біомаси планктону, бентосу.
19. У чому полягає відмінність швидкості розмноження відповідно до рівнянь нормального розмноження і рівняння вибуху при малій і великій чисельності популяції?
20. Інтегральні криві рішення – це ...

3.4 Модуль ЗМ-ПР2 «Моделювання потоків хімічних речовин в річках і лиманах. Моделі міських і сільськогосподарських стоків»

3.4.1. Повчання

Другий модуль практичних робіт побудований з метою отримання студентами навичок визначення оптимальної продукції риб у ставку (практична робота № 5), використати логістичну криву для оцінки чисельності популяції при обмежених ресурсах. В практичних роботах 6 та 7 навчитися визначати абсолютні і відносні квоти вилову, будувати криві чисельності популяції для випадків абсолютних і відносних квот вилову, визначати час відновлення продуктивності водойми для випадків повної заборони на вилов і дозволу на вилов у кількості обумовленою відносною квотою. Практична робота № 8 навчає використовувати імовірнісний підхід до розрахунків кількісних змін у екосистемах, будувати фазові й інтегральні криві розвитку популяцій живих організмів при різних значеннях коефіцієнтів, визначати і аналізувати критичні значення чисельності популяцій.

Для оцінювання кожної практичної роботи їх потрібно оформити та захистити (дати відповіді на контрольні питання).

Для самостійного виконання практичних завдань можна скористатися основною [1, 6] і додатковою [10, 11, 14] літературою.

3.4.2. Питання для самоперевірки

1. Як враховується в диференціальних рівняннях нормального розмноження конкуренція за їжу?
2. Що буде відбуватися з популяцією, якщо її чисельність більше чим забезпеченість їжею?
3. Що буде відбуватися з популяцією, якщо її чисельність менше чим забезпеченість їжею?
4. Чому при певних значеннях чисельності популяції швидкість її росту

найбільша?

5. Поясніть фізичний зміст кривої сукцесії.
6. В яких випадках рівняння звичайного розмноження $dx/dt=kx$ придатне для розрахунку?
7. Що таке квота?
8. Чому квоти вилову встановлюються так, щоб вони не перевищували $\frac{1}{4}$ чисельності популяції?
9. За якими умовами може відбутися повне вимирання популяції?
10. У чому полягає розходження між абсолютною і відносною квотою?
11. Яка найбільша швидкість розмноження популяції?
12. У яких випадках використовується абсолютна швидкість вилову?
13. У яких випадках використовується відносна швидкість вилову?
14. Від чого залежить швидкість відтворення риб?
15. Вкажіть недоліки детермінованих методів для моделювання процесів кількісних змін у екосистемах.
16. Від чого залежать імовірності виживання і продовження роду?
17. Розподіл Релея – це ...
18. Чому в екологічних системах відбуваються коливання чисельності популяцій хижака і жертви?
19. Чи існує рівновага чисельності хижака і жертви?
20. У чому полягає зміст поняття радіального відхилення для живих систем?

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Питання до підсумкового контролю за результатами вивчення лекційних модулів

4.1.1 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

1. Математичні моделі, одержані, виходячи з посилання, що спирається на інтуїтивні міркування про природу реальності (дедуктивний метод), що вивчається, і призначені для пояснення конкретного явища або вирішення поставленої задачі ... [5, С.12].
2. Ступінь, з якого вербальна модель відповідає екологічним уявленням, закладеним в основу моделі – це ... [ЗМЛ1, Л1, стор.1].
3. Умовний образ об'єкта досліджень, сконструйований таким чином, щоб відбити риси об'єкта, важливі для поставленої мети – це ... [5, С.10].
4. При наявності органічних відходів реальна концентрація кисню буде ... [1, ПР 2, С.1-2].
5. Моделі призначені для компактного виразу інформації, наприклад, макет, називаються: ... [5, С.11].
6. Аналіз даних спостережень і будь-якої корисної інформації в цілях підбору найпростіших варіантів називається: ... [ЗМЛ1, Л4, стор.3].
7. Використання моделей з метою збільшення теоретичних і експериментальних знань називається: ... [5, С.7]
8. Швидкість розчинення атмосферного кисню у воді залежить від ... [1, ПР 1, С.1].
9. Моделі, які є модифікацією оригіналу, що втілена в елементах однорідного або різномірідного субстрата, побудована відповідно до певних правил, які завжди засновані на теоретичних висновках – це ... [ЗМЛ1, Л1, стор.3].
10. Моделі оптимального або нормативного стану системи: ... [5, С.10].
11. Якщо приріст популяції пропорційний числу пар, то чисельність стає ... [1, ПР 4, С.2].
12. Метод Монте-Карло – це ... [5, С.19].
13. Нейронна мережа – це... [5, С.34].
14. Швидкість розчинення атмосферного кисню у воді залежить від ... [1, ПР 1, С.1].
15. За метою моделювання математичні гідроекологічні моделі класифікують на ... [5, С.10].
16. Модель розповсюдження та накопичення різних токсичних і радіоактивних речовин за різними компонентами водної екосистеми враховує ... [ЗМЛ1, Л1, стор.1].
17. Аналіз даних спостережень і будь-якої корисної інформації в цілях підбору найпростіших варіантів[5, С.21].

18. Визначення параметрів, від яких залежить прийнятність моделі, що розглядується називається ... [ЗМЛ1, Л4, стор.3].
19. Найпоширенішою функцією активності при вирішенні гідрометеорологічних завдань є ... [5, С.35-36, 41].
20. Моделі призначені для компактного виразу інформації, наприклад, макет – це ... [ЗМЛ1, Л1, стор.3].
21. Особлива форма впорядкування інформації, яка покликана передавати кількісно виражене відношення (пряме, опосередковане) окремої людини, соціальної групи і т.п. до ступеня вираженості елементів системи, а також визначати ступінь придатності, сприятливості, гідності ... [5, С.10].
22. Здатність моделі кількісно передбачити зміни в стані екосистеми та імітувати дані – це ... [ЗМЛ1, Л1, стор.1].
23. Правило корекції помилок нейромережевого моделювання називається ... [5, С.40].
24. Оцінка узгодженості апроксимованої моделі з фактичними даними з метою виявлення недоліків моделі і покращити її збіжність називається: [ЗМЛ1, Л4, стор.3].
25. За наявною інформацією математичні гідроекологічні моделі класифікують на ... [5, С.10].
26. Моделі, в яких стан системи досліджується в допустимих (або заданих) межах зміни параметрів, елементів, зв'язків і т.п. – це ... [ЗМЛ1, Л1, стор.2].
27. Аналітичний вираз, що є алгоритмом, який описує реальність з метою демонстративності ... [5, С.12].
28. Зниження концентрації кисню нижче рівноважної свідчить про ... [1, ПР 1, С.1-2].
29. Моделі, що імітують конкретну властивість об'єкта називають ... [5, С.10].
30. Яку кількість варіантів двовимірного розподілу – модифікацій описів простого ланцюга Маркова можна сконструювати при тому самому вигляді автокореляційної функції? [ЗМЛ1, Л4, стор.4].
31. Найпоширенішим алгоритмом навчання моделі є: ... [5, С.39].
32. У рівнянні нормального розмноження швидкість росту популяцій пропорційна... [1, ПР 3, С.1]
33. За рівнем складності моделі класифікують ... [5, С.10].
34. Модель динаміки біогенних елементів річки, водосховища, озера або іншого водного об'єкта враховує ... [ЗМЛ1, Л1, стор.1].
35. Послідовність випадкових випробувань, яка володіє такою властивістю, що ймовірність результатів наступного випробування залежить тільки від результатів безпосередньо попереднього випробування, це ... [5, С.22].
36. Діапазон застосовності моделі в різних ситуаціях, де модель може працювати – це... [ЗМЛ1, Л1, стор.1].
37. Моделі-модифікації оригіналу, яка будучи втілена в елементах однорідного або різнорідного субстрата, побудована відповідно до певних правил, які завжди засновані на теоретичних висновках ... [5, С.11].

38. Математичний вираз змиву речовин від основних природних чинників – це модель ... [ЗМЛ1, Л1, стор.2].
39. Системи розподілу будь-чого окремо або по групах, які можуть розглядатися поза системними відношеннями, лише під кутом зору їх схожості або відмінності за заданою ознакою ... [5, С.10].
40. Модель водно-сольового режиму річки, водосховища, озера або іншого водного об'єкта враховує ... [ЗМЛ1, Л1, стор.1].
41. Визначення параметрів, від яких залежить прийнятність моделі, що розглядується [5, С.21].
42. При застосуванні характерних модифікацій простого ланцюга Маркова, що застосовуються для опису коливань стоку, якщо модель припускає відсутність кореляції між членами ряд, то відповідні значення забезпеченості стоку ... [ЗМЛ1, Л4, стор.5].
43. За об'єктом моделювання можна виділити такі гідроекологічні моделі ... [5, С.10].
44. Математичний вираз змиву речовин тільки від ухилу або ухилу і довжини схилу – це математична модель ... [ЗМЛ1, Л1, стор.2].
45. В залежності від способу побудови моделі бувають... [5, С.11].
46. При скиді забруднень найбільший дефіцит кисню буде ... [1, ПР 2, С.2-3]
47. За якою формулою визначаються поліноми Лежандра? [ЗМЛ1, Л4, стор.9].
48. Оцінка узгодженості апроксимованої моделі з фактичними даними з метою виявлення недоліків моделі і покращити її збіжність ... [5, С.21].
49. Оскільки значні втрати на додаткове випаровування з поверхні штучних водойм спостерігаються в зоні недостатнього зволоження, при генерації рядів природного стоку використовувалися норми кліматичного стоку, задані в діапазоні від ... [ЗМЛ1, Л4, стор.14].
50. $f(net_j)$ – це ... [5, С.39-40].
51. При застосуванні характерних модифікацій простого ланцюга Маркова, що застосовуються для опису коливань стоку, якщо модель розглядає кореляцію між нормально-розподіленими величинами, то то відповідні значення забезпеченості стоку ... [ЗМЛ1, Л4, стор.5].
52. Модель водного режиму річки, водосховища, озера або іншого водного об'єкта враховує:... [ЗМЛ1, Л1, стор.1].
53. Скільки прихованих шарів може містити нейронна мережа? ... [5, С.37].
54. Що розраховується за формулою Родріга? [ЗМЛ1, Л4, стор.9].
55. Як зазвичай називають цикли алгоритму? [ЗМЛ1, Л5, стор.6].
56. Як у моделях авторегресії виражається поточне значення модельованої величини Q ? [ЗМЛ1, Л4, стор.3].
57. Які математичні моделі називають апріорними моделями? [ЗМЛ1, Л1, стор.4].
58. Що розглядається у моделі динаміки зміни водних ресурсів в умовах антропогенної діяльності? [ЗМЛ1, Л4, стор.11].

59. Окремий випадок аналогії з підвищеними вимогами схожості, тобто це «схожість, доведена до пропорційності змін» називається ... [ЗМЛ1, Л3, стор.1].
60. Що таке логіко-математична модель? [ЗМЛ1, Л1, стор.4].
61. Що необхідно вказати для моделювання випадкового процесу із заданим маргінальним законом розподілу? [ЗМЛ1, Л4, стор.11].
62. Керівні змінні – це: [ЗМЛ1, Л3, стор.3].
63. Аналізом моделі називається ... [ЗМЛ1, Л2, стор.1].
64. Ланцюг Маркова – це ... [ЗМЛ1, Л4, стор.4].
65. Як інакше називають логіко-математичної моделі, в залежності від суворості фізичних передумов і математичного висновку? [ЗМЛ1, Л1, стор.4].
66. Як називається лінійний оператор, який перетворює «білий шум» x_t в процес Q_t ? [ЗМЛ1, Л4, стор.2].

4.1.2 Тестові питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2.

1. Динамічні моделі перенесення речовин у водотоках враховують ... [5, С.49, 57].
2. Моделі формування і трансформації хімічного складу природних вод часто називають ... [5, С.50].
3. Безперервні моделі описуються ... [ЗМЛ2, Л1, стор.1].
4. У міру наближення до моря або озера коефіцієнт дифузії D ... [5, С.54].
5. Дискретні моделі описуються ... [ЗМЛ2, Л1, стор.1].
6. Логістична крива описує чисельність популяції якщо ... [1, ПР 5, С.1-2].
7. Забруднювачі в сільськогосподарському стоці ... [5, С.71].
8. Моделі потоків хімічних речовин в руслах річок, проточних водоймищ і лиманів, разом з водним стоком визначають ... [ЗМЛ2, Л1, стор.1-2].
9. Динаміку поверхневого стоку зі схилу описують за допомогою кінематичної моделі, яка складається з ... [4, Лекція 5, С.1-2].
10. Що оцінюють детерміновані моделі у водотоках? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
11. Водовіддача і стік води по поверхні схилів залежить від ... [4, Лекція 5, С.7-9].
12. Чим відрізняються моделі виносу речовин з водозборів і їх перенесення водотоками, окрім вибраних методів управління якістю? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
13. Сформулюйте принцип збереження маси стосовно до концентрації $C(x,t)$ джерела забруднювача всередині будь-якої водної ділянки річкового русла. [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
14. Може бути взята умова стаціонарності потоків хімічних речовин якщо ... [5, С.51].
15. Моделювання природних річкових систем з врахуванням змінювання в часі концентрацій речовин і стаціонарними витратами води виконується на основі ... [ЗМЛ2, Л2, стор.1].

16. Моделі з зосередженими параметрами мають постійні параметри, які не змінюються в просторі і, як правило, описуються ... [5, С.49].
17. Показники швидкості росту водоростей залежать від ... [ЗМЛ2, Л2, стор.3].
18. Розрахункові схеми виносу хімічних речовин міським стоком включають ... [5, С.66-69].
19. Питома швидкість росту водоростей μ в заданій точці річкової системи обчислюється за стандартною ... [ЗМЛ2, Л2, стор.3].
20. Якщо квоти при постійному вилові встановлені 1/4 чисельності популяцій ... [1, ПР 6-7, С.1-2].
21. Чим лімітується швидкість росту водоростей у моделі багатокомпонентної річкової системи? [ЗМЛ2, Л2, стор.4].
22. Для річок з прісною водою, де немає приливів і відливів, коефіцієнт дифузії D часто ... [5, С.53].
23. За якими умовами швидкість росту водоростей у моделі багатокомпонентної річкової системи дорівнює нулю? [ЗМЛ2, Л2, стор.4].
24. Стаціонарний режим концентрації речовин можливий ... [5, С.51].
25. Константа швидкості реаерації (K_a) залежна від ... [ЗМЛ2, Л2, стор.6].
26. Від чого залежить рівноважна температура водної поверхні? [ЗМЛ2, Л2, стор.7].
27. При відсутності в воді будь-якого лімітуючого біогенного елемента ... [5, С.60].
28. Що є головними неточковими джерелами забруднювачів? [ЗМЛ2, Л3, стор.1].
29. Принцип збереження маси стосовно до концентрації джерела забруднювача всередині будь-якої водної ділянки річкового русла формулюється... [5, С.51].
30. Від чого залежить якість води, що стікає з водозбірної території міста? [ЗМЛ2, Л3, стор.5-6].
31. Основні домішки у вигляді відходів, що знаходяться в сільськогосподарському стоці, є ... [ЗМЛ2, Л3, стор.6].
32. Як називаються моделі виносу речовин з водозборів, які враховують просторовий характер всіх факторів поверхневого стоку з водозбору? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
33. Водоутворення при опадах для кожного елементарного майданчика водозбору з великим часом ... [4, Лекція 4, С.4-6].
34. Що визначають гідравлічні чинники інтенсивності поверхневого стоку води на схилах? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
35. Моделі з зосередженими параметрами мають постійні параметри, які не змінюються в просторі і, як правило, описуються ... [5, С.49].
36. На які процеси впливають швидкість і гідродинаміка водного потоку? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
37. Метод, ідея якого полягає в розділенні річкового русла річки, водосховища чи лиману деяке число однорідних секцій, називається... [5, С.55].

38. Назвіть перший український науково-дослідницький супутник, який в 1995 році зафіксував випромінювання земних покривів на поверхні областей півдня України? [ЗМЛ2, Л4, стор.6].
39. Концентрація хлорофілу у фітопланктоні вважається пропорційною ... [5, С.59].
40. Для перевірки однорідності поля шляхом аналізу залежності попарних коефіцієнтів кореляції від відстані між точками, названої просторовою кореляційною функцією використовується спосіб ... [ЗМЛ2, Л4, стор.7].
41. Коли починається та чим супроводжується стік води зі схилів? [ЗМЛ2, Л5, стор.1].
42. Поняття "поле" у просторовій моделі формування якості річкової води – це ... [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
43. Для чого використовується щодобова імітаційна модель виносу речовин стоком з міського водозбору? [ЗМЛ2, Л3, стор.5].
44. Аналіз ізокорелят – це ... [ЗМЛ2, Л4, стор.7].
45. Згідно стандартної формули Михаеліса-Ментен чим є швидкість росту водоростей від існуючої концентрації S ? [ЗМЛ2, Л2, стор.3].
46. На чому засновані рівняння, що включені в модель міського стоку? [ЗМЛ2, Л3, стор.2].
47. Метод, який є одним з найбільш прийнятних способів відновлення полів опадів. [ЗМЛ2, Л4, стор.6].
48. Як називають моделі формування і трансформації хімічного складу природних вод? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
49. Від чого залежить розподілене навантаження джерел забруднень від забудованої площі водозбору в моделях міського стоку? [ЗМЛ2, Л3, стор.2].
50. У моделі формування якості річкової води За відсутності даних подовжніх профілів русел для визначення поточного уклону русла можна скористатися залежністю ... [ЗМЛ2, Л4, стор.5].
51. Які завдання вирішуються на базі моделей якості води? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
52. В чому полягає основна ідея кінцево-різницевого методу рішення диференціальних рівнянь моделі в практиці екологічного моделювання якості природних вод? [ЗМЛ2, Л1, стор.7].
53. На чому засновані моделі, що описують винесення наносів з поверхні ґрунтів або моделі їх ерозії? [ЗМЛ2, Л3, стор.6].
54. Завдяки яким процесам здійснюється переміщення води і речовин в кожній секції водотоку при кінцево-різницевому методі рішення диференціальних рівнянь моделі? [ЗМЛ2, Л1, стор.7].
55. Що таке ізохрони? [ЗМЛ2, Л4, стор.3].
56. Що є теоретичною основою всіх розглянутих моделей управління якістю води? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
57. Які рівняння зазвичай використовуються у динамічних моделях? [ЗМЛ2, Л1, стор.1].
58. Що таке еквідистанта? [ЗМЛ2, Л4, стор.3].

59. Що відбувається зі швидкістю течії U у міру наближення до моря або озера? [ЗМЛ2, Л1, стор.5].
60. Що повинна враховувати модель формування якості річкових вод? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
61. Для чого використовуються просторові моделі у гідроекології? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
62. В зв'язку з чим на сьогодні потрібні просторові моделі? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
63. Що є ключовим параметром в моделях міського стоку? [ЗМЛ2, Л3, стор.2].
64. Що повинна враховувати структура моделі виносу речовин з водозборів? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
65. Від чого залежить процес виносу речовин з поверхні схилів? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
66. Для чого використовується система еквідістант? [ЗМЛ2, Л4, стор.3].

4.2. Питання для підсумкового контролю за результатами вивчення практичних модулів

4.2.1 Питання до практичних занять модуля ЗМ-П1

Питання до практичної роботи №1.

1. За рахунок зелених водоростей концентрація кисню у воді може бути [ЗМП1, ПР 1, С.1].
2. Швидкість розчинення атмосферного кисню у воді залежить від ... [ЗМП1, ПР 1, С.1].
3. Зниження концентрації кисню нижче рівноважної свідчить про ... [ЗМП1, ПР 1, С.1-2].
4. Яким чином кисень надходить у водойми [ЗМП1, ПР 1, С.1-2].
5. Від чого залежить кількість кисню, розчиненого у воді? [ЗМП1, ПР 1, С.1].
6. Граничний (рівноважний) вміст кисню залежить від температури води при парціальному тиску кисню в атмосферному повітрі, рівному.... [ЗМП1, ПР 1, С.1].
7. Граничний (рівноважний) вміст кисню залежить від температури води в умовах контакту води з повітрям при атмосферному тиску... [ЗМП1, ПР 1, С.1].
8. Концентрація кисню $C_{ки}$ може бути виражена в... [ЗМП1, ПР 1, С.1].
9. У річках, що використовуються для господарсько-питного водопостачання, вміст розчиненого кисню не повинний бути менше... [ЗМП1, ПР 1, С.1].
10. При концентрації кисню нижче _____ - гине риба [ЗМП1, ПР 1, С.1].

Питання до практичної роботи №2.

1. У випадках забруднення річкової води органічними відходами, розкладання відходів відбувається під дією ... [ЗМП1, ПР 2, С.1].
2. Концентрацію відходів вимірюють ... [ЗМП1, ПР 2, С.1].
3. Одиниця виміру БСК – це [ЗМП1, ПР 2, С.1].
4. Швидкість розкладання відходів пропорційна їх концентрації за умови ... [ЗМП1, ПР 2, С.1].
5. При відсутності відходів концентрація кисню коливається [ЗМП1, ПР 2, С.1].
6. При наявності відходів реальна концентрація кисню C буде [ЗМП1, ПР 2, С.1].
7. Зниження концентрації кисню буде збільшуватися згодом внаслідок ... [ЗМП1, ПР 2, С.1].
8. Зниження концентрації кисню буде зменшуватися внаслідок ... [ЗМП1, ПР 2, С.1].
9. Чим обумовлене початкове зниження концентрації кисню? [ЗМП1, ПР 2, С.2].
10. Яких значень надобуває концентрація кисню у воді при відсутності в ній органічних речовин? [ЗМП1, ПР 2, С.2].

Питання до практичної роботи №3.

1. Яким чином використовується рівняння нормального розмноження при оцінці біомаси планктону, бентосу? [ЗМП1, ПР 3, С.1].
2. Наведіть розв'язок рівняння нормального розмноження за умовами, що величина біологічної популяції дорівнює x і що швидкість приросту пропорційна їх наявній кількості. [ЗМП1, ПР 3, С.1].
3. Скільки років становить період подвоєння населення Землі зараз? [ЗМП1, ПР 3, С.1].
4. Яке рівняння описує радіоактивний розпад? [ЗМП1, ПР 3, С.1].
5. Періодом напіврозпаду називається час ... [ЗМП1, ПР 3, С.1].
6. Скільки становить період напіврозпаду ізотопу радію-226? [ЗМП1, ПР 3, С.1].
7. Скільки становить період напіврозпаду ізотопу урану-238? [ЗМП1, ПР 3, С.1].

Питання до практичної роботи №4.

1. У випадку, коли швидкість приросту пропорційна не чисельності популяції, а кількості пар при великих x , як відбувається приріст популяції? [ЗМП1, ПР 4, С.2].
2. У випадку, коли швидкість приросту пропорційна не чисельності популяції, а кількості пар при малих x , як відбувається приріст популяції? [ЗМП1, ПР 4, С.2].
3. Якою стає чисельність популяції за кінцевий час, якщо приріст популяції пропорційний числу пар? [ЗМП1, ПР 4, С.2].
4. У чому полягає відмінність швидкості розмноження при малій чисельності

популяції? [ЗМП1, ПР 4, С.2].

5. У чому полягає відмінність швидкості розмноження при великій чисельності популяції? [ЗМП1, ПР 4, С.2].

4.2.2 Питання до практичних занять модуля ЗМ-П2

Питання до практичної роботи №5.

1. До якої розмірності популяції рівняння звичайного розмноження $dx/dt=kx$ придатне для розрахунку? [ЗМП1, ПР 5, С.1].

2. Що буде відбуватися з популяцією, якщо її чисельність більше чим забезпеченість їжею? [ЗМП1, ПР 5, С.1].

3. Що буде відбуватися з популяцією, якщо її чисельність менше чим забезпеченість їжею? [ЗМП1, ПР 5, С.1].

4. Як враховується в диференціальних рівняннях нормального розмноження конкуренція за їжу? [ЗМП1, ПР 5, С.1].

5. При яких значеннях чисельності популяції швидкість її росту найбільша? [ЗМП1, ПР 5, С.2].

6. Фізичний зміст кривої сукцесії пояснюється ... [ЗМП1, ПР 5, С.2].

Питання до практичної роботи №6.

1. Квота – це ... [ЗМП1, ПР 6, С.1].

2. Квота характеризує ... [ЗМП1, ПР 6, С.1].

3. Скільки існує положень рівноваги при не занадто великій швидкості вилову? [ЗМП1, ПР 6, С.1].

4. Нижнє положення рівноваги $x_1 \in \dots$ [ЗМП1, ПР 6, С.1].

5. Верхнє положення рівноваги $x_2 \in \dots$ [ЗМП1, ПР 6, С.1].

6. За якими умовами вся популяція буде вилловлена за кінцевий час? [ЗМП1, ПР 6, С.1].

Питання до практичної роботи №7.

1. Найбільша швидкість розмноження популяції становить ... [ЗМП1, ПР 7, С.2].

2. У яких випадках використовують відносну швидкість вилову? [ЗМП1, ПР 7, С.2].

3. Яка стала швидкість вилову при малих відносних виловах? [ЗМП1, ПР 7, С.2].

4. За якими умовами стала швидкість вилову прагне до 0? [ЗМП1, ПР 7, С.2].

5. Якщо відносна квота така, що популяція складає половину не вилловленої, чому дорівнює максимально можлива стаціонарна швидкість відловлювання? [ЗМП1, ПР 7, С.2].

Питання до практичної роботи №8.

1. Чим обмежені детерміновані рішення для екологічних задач?

[ЗМП1, ПР 8, С.1].

2. Від чого залежить швидкість відтворення риб? [ЗМП1, ПР 8, С.2].

3. Імовірності виживання і продовження роду риб залежать від ... [ЗМП1, ПР 8, С.2].

4. Недоліки детермінованих методів для моделювання процесів кількісних змін у екосистемах представлені ... [ЗМП1, ПР 8, С.2].

5. Зміст поняття радіального відхилення для живих систем полягає у ... [ЗМП1, ПР 8, С.2].

4.3. Питання для семестрового контролю (іспиту) за результатами вивчення дисципліни

1. Умовний образ об'єкта досліджень, сконструйований таким чином, щоб відбити риси об'єкта, важливі для поставленої мети – це ... [5, С.10].

2. В зв'язку з чим на сьогодні потрібні просторові моделі? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].

3. Моделі призначені для компактного виразу інформації, наприклад, макет, називаються: ... [5, С.11].

4. Що є ключовим параметром в моделях міського стоку? [ЗМЛ2, Л3, стор.2].

5. Аналіз даних спостережень і будь-якої корисної інформації в цілях підбору найпростіших варіантів називається: ... [ЗМЛ1, Л4, стор.3].

6. Що повинна враховувати структура моделі виносу речовин з водозборів? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].

7. Моделі оптимального або нормативного стану системи: ... [5, С.10].

8. Від чого залежить процес виносу речовин з поверхні схилів? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].

9. Метод Монте-Карло – це ... [5, С.19].

10. Для чого використовується система еквідістант? [ЗМЛ2, Л4, стор.3].

11. Нейронна мережа – це... [5, С.34].

12. Чим лімітується швидкість росту водоростей у моделі багатокомпонентної річкової системи? [ЗМЛ2, Л2, стор.4].

13. За метою моделювання математичні гідроекологічні моделі класифікують на ... [5, С.10].

14. Для річок з прісною водою, де немає приливів і відливів, коефіцієнт дифузії D часто ... [5, С.53].

15. Визначення параметрів, від яких залежить прийнятність моделі, що розглядується називається ... [ЗМЛ1, Л4, стор.3].

16. Стаціонарний режим концентрації речовин можливий ... [5, С.51].

17. Найпоширенішою функцією активності при вирішенні гідрометеорологічних завдань є ... [5, С.35-36, 41].

18. Від чого залежить рівноважна температура водної поверхні? [ЗМЛ2, Л2, стор.7].

19. Правило корекції помилок нейромережевого моделювання називається ...[5, С.40].
20. За наявною інформацією математичні гідроекологічні моделі класифікують на ... [5, С.10].
21. Концентрація хлорофілу у фітопланктоні вважається пропорційною ... [5, С.59].
22. Моделі, що імітують конкретну властивість об'єкта називають ... [5, С.10].
23. Згідно стандартної формули Михаеліса-Ментен чим є швидкість росту водоростей від існуючої концентрації S ? [ЗМЛ2, Л2, стор.3].
24. Найпоширенішим алгоритмом навчання моделі є: ...[5, С.39].
25. За рівнем складності моделі класифікують ... [5, С.10].
26. Що таке еквідистанта? [ЗМЛ2, Л4, стор.3].
27. Математичний вираз змиву речовин від основних природних чинників – це модель ... [ЗМЛ1, Л1, стор.2].
28. Що відбувається зі швидкістю течії U у міру наближення до моря або озера? [ЗМЛ2, Л1, стор.5].
29. Визначення параметрів, від яких залежить прийнятність моделі, що розглядується[5, С.21].
30. Що повинна враховувати модель формування якості річкових вод? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
31. За об'єктом моделювання можна виділити такі гідроекологічні моделі ... [5, С.10].
32. Динамічні моделі перенесення речовин у водотоках враховують ... [5, С.49, 57].
33. В залежності від способу побудови моделі бувають...[5, С.11].
34. Моделі формування і трансформації хімічного складу природних вод часто називають ... [5, С.50].
35. Безперервні моделі описуються ... [ЗМЛ2, Л1, стор.1].
36. У міру наближення до моря або озера коефіцієнт дифузії D ...[5,С.54].
37. $f(\text{net}_j)$ – це ... [5, С.39-40].
38. Що оцінюють детерміновані моделі у водотоках? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
39. Водовіддача і стік води по поверхні схилів залежить від ... [4, Лекція 5, С.7-9].
40. Скільки прихованих шарів може містити нейронна мережа? ...[5, С.37].
41. Може бути взята умова стаціонарності потоків хімічних речовин якщо ... [5, С.51].
42. Що розраховується за формулою Родріга? [ЗМЛ1, Л4, стор.9].
43. Показники швидкості росту водоростей залежать від ... [ЗМЛ2, Л2, стор.3].
44. Як зазвичай називають цикли алгоритму? [ЗМЛ1, Л5, стор.6].
45. Розрахункові схеми виносу хімічних речовин міським стоком включають ... [5, С.66-69].

46. Метод, який є одним з найбільш прийнятних способів відновлення полів опадів ... [ЗМЛ2, Л4, стор.6].
47. Які математичні моделі називають апіорними моделями? [ЗМЛ1, Л1, стор.4].
48. Як називають моделі формування і трансформації хімічного складу природних вод? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
49. Що розглядається у моделі динаміки зміни водних ресурсів в умовах антропогенної діяльності? [ЗМЛ1, Л4, стор.11].
50. Від чого залежить розподілене навантаження джерел забруднень від забудованої площі водозбору в моделях міського стоку? [ЗМЛ2, Л3, стор.2].
51. Що таке логіко-математична модель? [ЗМЛ1, Л1, стор.4].
52. Які завдання вирішуються на базі моделей якості води? [ЗМЛ2, Л1, стор.2].
53. Керівні змінні – це: [ЗМЛ1, Л3, стор.3].
54. Що є головними неточковими джерелами забруднювачів? [ЗМЛ2, Л3, стор.1].
55. Аналізом моделі називається ... [ЗМЛ1, Л2, стор.1].
56. На які процеси впливають швидкість і гідродинаміка водного потоку? [ЗМЛ2, Л4, стор.2].
57. Ланцюг Маркова – це ... [ЗМЛ1, Л4, стор.4].
58. Від чого залежить якість води, що стікає з водозбірної території міста? [ЗМЛ2, Л3, стор.5-6].
59. Як називається лінійний оператор, який перетворює «білий шум» x_t в процес Q_t ? [ЗМЛ1, Л4, стор.2].
60. Основні домішки у вигляді відходів, що знаходяться в сільськогосподарському стоці, є ... [ЗМЛ2, Л3, стор.6].

5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна

1. Белов В.В. Збірник до практичних робіт з дисципліни “Математичне моделювання гідроекологічних систем”, Одеса, ОДЕКУ, 2006 р. 21с.
2. Л.М. Горєв. Основи моделювання в гідроекології: Підручник, ДО.: Либідь, 1996. 336с.
3. Іваненко О.Г. Математичне моделювання гідроекологічних систем: Навчальний посібник. – Одеса, Вид-во «Екологія», 2006. 141с.
4. Комплекс лекцій, завантажений в системі Moodle, доступний за посиланням <http://dpt06s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=42>
5. Н.С. Лобода, Н.Д. Отченаш Математичне моделювання гідроекологічних систем та методи управління: конспект лекцій (Електронне видання), Одеса, 2017р. 72с., завантажений в системі Moodle, доступний за посиланням <http://dpt06s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=42>
6. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/342/>
7. <http://library.odeku.edu.ua/>

Додаткова

1. Белов В.В. Моделирование трансформации энергии в иерархически организованных экосистемах // Научно-технічна конференція наукових та науково-педагогічних працівників ОДЕКУ. Матеріали конференції. Одеса: ОДЕКУ, 2005.
2. Белов В.В. Новый взгляд на термодинамику природных систем// Материалы 4 Междунар. Конгресса “Эниология 21 века”. – Одесса: Энио, 2002.
3. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов / Л.А. Сиренко, Н.Б. Евтушенко, Ф.Я. Комаровский и др.; Отв. Ред. Брагинский Л.П.; АН Украины. Ин-т гидробиологии. – К.: Наук. Думка, 1992. – 356 с.
4. Глушков А.В., Лобода А.В., Свиначенко А.А. Теория нейронных сетей на основе фотонного эха. – Одесса. – ТЭС. –2004. – 172 с.
5. Каллан Роберт Основные концепции нейронных сетей. М.: Вильямс, 2003. – 288 с.
6. Лаврик В.И., Никифорович Н.А. Математическое моделирование в гидроэкологических исследованиях. К.: Фитосоцицентр, 1998. 288 с.
7. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках. Навчальний посібник. – Одеса «Екологія», 2006. 197 С.
8. Моделювання і прогнозування стану довкілля / Під ред. В.І. Лаврика. – Київ. Академія, 2010. – 400 с.
9. Пэнтл Р. Методы системного анализа окружающей среды. М.: Мир, 1979.– 215с.

10. Сердюцкая, Л. Ф. Системный анализ и математическое моделирование экологических процессов в водных экосистемах. [Текст] / Л. Ф. Сердюцкая. – М. : книж. дом "Либроком", 2009. – 144с.
11. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод". Підручник.-К:Ніка – Центр, 2001.-264с.
12. Страшкраба М., Гнаука А. Пресноводные экосистемы. Математическое моделирование. –«Мир», 1989.-373 с.
13. Тимченко В.М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-Западного Причерноморья. – Киев: Наукова Думка, 1990. – 240 с.
14. Флейшман Б.С. Об имитационном и оптимизационном моделировании экосистем. –В сб.: Биофизические и математические методы исследования геосистем.- М.: Институт географии АН СССР 1978, с.51-60.
15. Loboda N.S. Neural Network and multi-fractal modeling of non-linear complex system. // Науковий вісник Ужгородського університету. – Ужгород. – 2002. – Вип.. 10. – 119-121 с.