


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

на засіданні групи забезпечення  
спеціальності  
207 Водні біоресурси та аквакультура  
від «15» серпня 2023 року  
протокол № 1  
Голова групи  Шекк П. В.

**УЗГОДЖЕНО**

Декан природоохоронного факультету

 Чугай А. В.  
(назва факультету, прізвище, ініціали)

**СИЛЛАБУС**

навчальної дисципліни

**ГІДРОХІМІЯ ТА БІОХІМІЯ ГІДРОБІОНТІВ**

(назва навчальної дисципліни)

**207 Водні біоресурси та аквакультура**

(шифр та назва спеціальності)

**Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів**

(назва освітньої програми)

**бакалавр**

**денна**

(рівень вищої освіти)

(форма навчання)

**II**

**IV**

**4/120**

**іспит**

(рік навчання)

(семестр навчання)

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

(форма контролю)

**Циклова комісія з хімії навколишнього середовища  
кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища**

(кафедра)

Одеса, 2023 р.

Автор: Чокан Л. О., старший викладач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища (циклова комісія з хімії навколишнього середовища)

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

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри хімії навколишнього середовища від «15» серпня 2023 року, протокол № 1

Викладач: лекційний модуль – Чокан Л. О., старший викладач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища (циклова комісія з хімії навколишнього середовища)

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

лабораторний модуль – Чокан Л. О., старший викладач кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища (циклова комісія з хімії навколишнього середовища)

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

Рецензент: Софронков О. Н. голова циклової комісії хімії навколишнього середовища кафедри фізики та технологій захисту навколишнього середовища, доктор технічних наук, професор

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

#### Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності
Васильєва М. Г.	27.08.2020 р. Протокол №1	

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<p>Мета</p>	<p>Формування у студентів повного уявлення про хімічний склад природних вод та закономірності його зміни під впливом природних та антропогенних факторів, про шляхи вирішення актуальних проблем регіональної та прикладної гідрохімії; формування у студентів цілісного світогляду на основі сучасних знань щодо уяви про біохімічні процеси, про хімічний склад основних представників гідробіонтів та розуміння сутності процесів, що відбуваються в їхніх організмах, а головне – формування бази знань сучасного стану гідро- та біохімічних проблем та творчого відношення до їх вирішення.</p>
<p>Компетентність</p>	<p>Здатність виявляти хімічний склад природних вод, фактори формування їх хімічного складу та ознайомлення з основними методами гідрохімічного аналізу, гідрохімічними методами дослідження.</p>
<p>Результат навчання</p>	<p>Знати основи гідрохімії, органічної та біологічної хімії; основні закономірності функціонування водних систем вміти користуватися лабораторним обладнанням; володіти навичками роботи з лабораторним обладнанням.</p>
<p>Базові знання</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теоретичні основи гідрохімії – фізичні та хімічні властивості води, енергетику процесів розчинності, властивості розчинів неелектролітів, електролітів, колоїдних розчинів, електрохімічні процеси у водних розчинах.</li> <li>2. Умови формування хімічного складу природних вод.</li> <li>3. Поняття про гідрохімічний режим водної екосистеми.</li> <li>4. Особливості хімічного складу вод атмосферних опадів, річкової, озерної, морської, океанічної та підземної води.</li> <li>5. Основи прикладної гідрохімії та методів гідрохімічних досліджень водних екосистем.</li> <li>6. Теоретичні основи статичної і динамічної біохімії.</li> <li>7. Будову та властивості білків, ліпідів, вуглеводів.</li> <li>8. Фізико-хімічні властивості жирів.</li> <li>9. Будову, класифікацію, фізико-хімічні властивості білків.</li> <li>10. Функції та біологічне значення вуглеводів.</li> <li>11. Властивості та хімічну природу ферментів.</li> <li>12. Механізм дії ферментів та кінетику ферментативних реакцій.</li> <li>13. Механізм фізіологічної дії макро- і мікроелементів в активації ферментативних процесів; вміст O, N, C, P, H, S в організмах гідробіонтів.</li> <li>14. Поняття про особливості та взаємозв'язок обміну речовин.</li> <li>15. Основи метаболічних процесів, що відбуваються в організмах гідробіонтів (динамічну біохімію).</li> <li>16. Основні положення техніки безпеки при гідрохімічних та біохімічних дослідженнях.</li> </ol>

Базові вміння	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отримувати результати гідро- та біохімічних досліджень у лабораторії.</li> <li>2. Виражати результати хімічного аналізу води (складу іонів, розчинених газів, біогенних елементів, органічних речовин, мікроелементів, радіоактивних речовин у природних водах).</li> <li>3. Визначати твердість води та застосовувати методи її усунення.</li> <li>4. Узагальнювати матеріали гідрохімічних досліджень.</li> <li>5. Класифікувати природні води за хімічним складом та мінералізацією.</li> <li>6. Оцінювати якість води для різноманітних цілей.</li> <li>7. Розв'язувати розрахункові завдання біологічної хімії.</li> <li>8. Класифікувати білки, ліпіди, вуглеводи, вітаміни, ферменти.</li> <li>9. Якісне і кількісне визначення білків, ліпідів, вуглеводів, ферментів.</li> <li>10. Визначення фізико-хімічних констант у гідробіонтів.</li> <li>11. Кількісне визначення вмісту мінеральних речовин в організмі.</li> <li>12. Зробити вірні висновки на основі проведених досліджень у лабораторії.</li> </ol>
Базові навички	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отримання навичок при роботі з лабораторними приладами, хімічними реактивами, посудом та фізико-хімічною апаратурою у гідро- та біохімічних дослідженнях.</li> <li>2. Застосування правил техніки безпеки при виконанні гідро- та біохімічних дослідів.</li> <li>3. Отримання навичок застосування методів аналітичної хімії у гідрохімічних дослідженнях (титрування, методи гравіметрії, якісні реакції).</li> <li>4. Приготування розчинів для проведення якісних реакцій у біохімії.</li> <li>5. Складати формули при класифікації білків, ліпідів, вуглеводів, вітамінів, ферментів.</li> </ol>
Пов'язані ссиллабуси	«Хімія (неорганічна, аналітична, органічна, фізична, колоїдна)».
Попередня дисципліна	«Аквакультура природних водойм»
Наступна дисципліна	«Гідробіологія».
Кількість годин	<p>Лекції – 30 годин;  Лабораторні заняття – 30 годин;  Самостійна робота студентів – 60 годин.</p>

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		Аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	<u>Основи гідрохімії.</u>		
	1. Ціль та завдання гідрохімії, її задачі на сучасному етапі і подальші перспективи розвитку України. Роль гідрохімії у господарському розвитку України. Теоретичні основи гідрохімії. Вода як розчинник. Будова молекули води, її структура. Водневий зв'язок. Хімічні, фізичні, аномальні властивості води. Структура води у різних агрегатних станах. Ізотопи води.	2	1
	2. Природна вода – багатокомпонентний розчин. Класифікація домішок води за їх фазово-дисперсним складом. Умови формування хімічного складу природних вод.	3	1
	3. Загальна характеристика хімічного складу природних вод (розчинені гази, рН, редокс-потенціал, основні йони, мікроелементи та радіоактивні елементи, біогенна речовина, органічна речовина, забруднювальні речовини).	4	1,5
	4. Обробка результатів хімічного аналізу вод. Класифікації природних вод за мінералізацією та за хімічним складом. Графічні зображення даних про хімічний склад води. Формула Курлова.	3	1
	5. Регіональна гідрохімія (атмосферних опадів, річок, озер, водосховищ, морів та океанів, підземних вод).	3	1
	6. Прикладна гідрохімія. Вимоги до складу води при її використанні.	1	0,5
	Підготовка до тестового контрольного завдання		5
ЗМ-Л2	<u>Основні структурні компоненти гідробіонтів (статична біохімія)</u>		
	1. Білки, амінокислоти у складі гідробіонтів. Хімічні властивості амінокислот. Фізико-хімічні властивості білків. Осадження білків.	2	1
	2. Загальна характеристика ліпідів. Прості ліпіди. Складні ліпіди.	2	1
	3. Загальна характеристика та класифікація вуглеводів. Моносахариди. Дисахариди та полісахариди.	2	1
	4. Ферменти – біологічні каталізатори білкової	2	1

	природи. Властивості ферментів. Будова ферментів. Біологічна роль. Класифікація ферментів. Внутрішньоклітинна локалізація ферментів. Практичне використання ферментів.		
	5. Загальна характеристика вітамінів. Поняття про вітаміни. Жиророзчинні, водорозчинні вітаміни.	1	0,5
	6. Роль гормонів. Гормони гіпофізу та підшлункової залози. Інші гормони білкової та небілкової природи.	2	1
	7. Мінеральні речовини в складі гідробіонтів. Вміст та елементарний склад. Біологічна роль мінеральних речовин та їх вміст в тканинах гідробіонтів. Макроелементи та мікроелементи	1	0,5
	<u>Особливості та взаємозв'язок обміну речовин в організмах гідробіонтів (динамічна біохімія).</u>		
	1. Обмін речовин у гідробіонтів.	2	1
	2. Молекулярна організація клітини.		
	Підготовка до тестового контрольного завдання		5
Підготовка до іспиту			20
<b>Разом:</b>		<b>30</b>	<b>43</b>

Консультації: ст. викл. Чокан Лариса Олександрівна, згідно з графіком консультацій, затвердженого на засіданні циклової комісії.

## 2.2 Практичні (лабораторні) модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		Аудиторні	СРС
ЗМ-Лаб1	<b><u>ГІДРОХІМІЯ</u></b> <u>Лабораторна робота №1</u> «Вступне заняття. Техніка безпеки при проведенні гідрохімічних досліджень. Йони водню у природних водах. Водневий показник. Методи визначення рН у природній воді»	4	1,5
	<u>Лабораторна робота №2</u> «Головні аніони, які містяться у природних водах. Визначення загальної та вільної лужності природної води. Визначення хлорид-іонів (Cl <sup>-</sup> ) у природній воді аргентометричним методом. Визначення сульфат-іонів (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )»	4	1,5
	<u>Лабораторна робота №3</u> «Визначення вмісту йонів кальцію (Ca <sup>2+</sup> ) у природній воді та загальної твердості води трилонометричним методом. Визначення карбонатної твердості води (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) методом титрування соляною кислотою. Розрахунок	4	1,5

	<p>вмісту йонів магнію (<math>Mg^{2+}</math>) та некарбонатної твердості природної води. Розрахунок вмісту суми йонів натрію та калію (<math>K^+ + Na^+</math>) у природній воді. Розрахунок загального вмісту йонів (мінералізації)».</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторна робота №4</u></p> <p>«Обробка результатів гідрохімічних досліджень, оформлення звіту в формі таблиці, класифікація природної води за хімічним складом (О. О. Альокіна) та мінералізацією (за комісією ЮНЕСКО). Формула Курлова».</p> <p style="text-align: center;"><b><u>БІОХІМІЯ ГІДРОБІОНТІВ</u></b></p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторна робота №5</u></p> <p>«Методика відбору зразків тканин і крові у риб для біохімічних досліджень. Якісні реакції на амінокислоти та білки. Визначення вмісту білка у крові гідробіонтів. Висолювання білків. Реакції осадження білків».</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторна робота №6</u></p> <p>«Обмін ліпідів. Визначення складу ліпідів. Розчинність та утворення емульсій. Відкриття ненасичених жирних кислот в риб'ячому жирі. Гідроліз жиру. Визначення загальної кількості ліпідів. Кількісне визначення ліпідів в тканинах гідробіонтів».</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторна робота №7</u></p> <p>«Обмін вуглеводів. Визначення глюкози в крові. Дослідження властивостей вуглеводів у гідробіонтів. Властивості вуглеводів. Визначення глюкози в крові гідробіонтів хімічним та ферментативним методами».</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторна робота №8</u></p> <p>«Визначення загальних властивостей ферментів. Вплив температури та рН середовища на активність амілази. Специфічність дії ферментів. Вплив активаторів та інгібіторів на активність амілази. Кількісне визначення амілази за Вольтгеймутом».</p> <p>Підготовка до тестового контрольного завдання</p>	<p>4</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>1,5</p> <p>1,5</p> <p>1,5</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>5</p>
	<b>Разом:</b>	<b>30</b>	<b>17</b>

Перелік лабораторій: Лабораторія хімії №1 – ауд. 112.

Перелік лабораторного обладнання та лабораторій: хімічна лабораторія має лабораторні столи, витяжні шафи, дистильатор, технохімічні та аналітичні терези. Перелік лабораторного посуду та хімічних реактивів, що використовують при виконанні кожної лабораторної роботи зазначений у методичних вказівках для

лабораторних робіт.

Консультації: ст. викл. Чокан Лариса Олександрівна, згідно з графіком консультацій, затвердженого на засіданні циклової комісії.

### 2.3 Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Підготовка до лекційних занять	6	1-8 тижні
	• Назва контрольного заходу (обов'язковий): Тестова контрольна робота до ЗМ-Л1	5	8 тиждень
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять	7	9-15 тижні
	• Назва контрольного заходу (обов'язковий): Тестова контрольна робота до ЗМ-Л2	5	14 тиждень
ЗМ-Лаб1	• Підготовка до лабораторних занять	12	1-15 тижні
	• Назва контрольного заходу (обов'язковий): Тестова контрольна робота до ЗМ-Лаб1	5	15 тиждень
Підготовка до іспиту		20	
<b>Разом:</b>		<b>60</b>	

## 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ

### 3.1. Методика проведення та оцінювання контрольних лекційних заходів для ЗМ-Л1, ЗМ-Л2.

Дисципліна «Гідрохімія та біохімія гідробіонтів» складається з двох розділів: в першому розділі розглядаються питання з гідрохімії, у другому розділі вивчаються основні структурні компоненти гідробіонтів – білки, ліпіди, ферменти, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини та обмінні процеси, що відбуваються у водних організмах.

Програма дисципліни передбачає вивчення 2-х лекційних модулів у 4 семестрі відповідно розподілу основного теоретичного курсу лекційних занять на структурнологічні завершені розділи - **ЗМ-Л1, ЗМ-Л2**.

Для студентів денної форми навчання форми контролю рівня засвоєння змістовних лекційних модулів: усне опитування під час лекційних занять (УО); тестова контрольна робота (ТКР).

Тестування з лекційних модулів **ЗМ-Л1, ЗМ-Л2** проводяться відповідно на 8, 14 тижнях 4-го семестру після опанування теоретичних знань на лекціях.

Кожний тест основного теоретичного курсу - **ЗМЛ1, ЗМЛ2** складається з 20 питань.

Таблиця містить інформацію щодо нарахування балів за опрацювання лекційних занять:



Теоретичний матеріал	Кількість балів
<b>ЗМ-Л1</b>	<b>25</b>
<b>ЗМ-Л2</b>	<b>25</b>
<b>Загалом</b>	<b>50</b>

Обов'язково враховується своєчасність виконання студентом графіку навчального процесу. Сума отриманих балів складається з суми виконаних своєчасно контролюючих заходів. Якщо студент не виконав з поважних причин окремих модулів, він може його здати у двотижневий термін згідно з графіком контрольних заходів.

### **3.2. Методика проведення та оцінювання практичного (лабораторного) контрольного заходу – ЗМ-Лаб1**

Для студентів денної форми навчання форми контролю рівня засвоєння практичного (лабораторного) змістовного модулю:

- тестова контрольна робота (ТКР).

Після виконання лабораторних робіт у навчальній хімічній лабораторії контроль за опануванням знань, вмінь та навичок здійснюється через використання тестового завдання, тобто змістовного модулю ЗМ-Лаб1. На опрацювання лабораторних робіт № 1-8, ЗМ-Лаб1, представлено 20 тестових питань (10 питань з розділу «Гідрохімія» та 10 питань з розділу «Біохімія гідробіонтів»), де кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал. За виконання та захист лабораторних робіт №1-8 нараховується 30 балів.

Всі види оцінювання практичної частини дисципліни «Гідрохімія та біохімія гідробіонтів» для студентів денної форми навчання зведені у таблицю:

Контрольний захід практичної частини	Кількість балів
ЗМ-Лаб1 (ТКР)	20
Виконання та захист лабораторних робіт №1-8 (ЗЛР, УО, РЗ, КЗ) №1-7 – по 4 бала + №8 – 2 бала	30
<b>Загалом</b>	<b>50</b>

### **3.3. Методика проведення та оцінювання іспиту**

Студент вважається допущеним до підсумкового контролю (іспиту), якщо він вчасно виконав всі види робіт, передбачені програмою дисципліни «Гідрохімія та біохімія гідробіонтів» і набрав за модульною системою суму балів не менше ніж **50% (25 балів)** від максимально можливої за практичну частину.

Екзаменаційні білети складені у вигляді тестових завдань закритого типу, які потребують від студента вибору правильних відповідей з декількох, запропонованих у запитанні. Запитання формуються по всьому переліку сформованих у навчальній дисципліні знань (в першу чергу базової компоненти). Кількість запитань у кожному екзаменаційному білеті – 20 (10 з гідрохімії та 10 з

біохімії гідробіонтів), кожний з яких оцінюється в 5 балів. Загальна екзаменаційна оцінка еквівалентна відсотку правильних відповідей із загального обсягу питань екзаменаційного білету. Максимальна оцінка за виконання екзаменаційної контрольної роботи дорівнює 100 балам.

Загальна кількісна оцінка з дисципліни є усередненою між кількісною оцінкою поточних контролюючих заходів та кількісною оцінкою семестрового контролюючого заходу (іспиту).

## **4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

### **4.1. ЗМ-Л1 «Основи гідрохімії»**

#### **4.1.1. Повчання щодо виконання ЗМ-Л1**

Підготовка до змістовного модулю ЗМ-Л1 (розділ «Гідрохімія») включає вивчення теоретичного матеріалу, для опанування якого необхідно вести конспект лекцій та користуватись літературою основною [1] та додатковою [7-9, 11-15]. Посібники, підручники та конспект лекцій є в наявності у бібліотеці ОДЕКУ, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт є у достатній кількості на кафедрі хімії навколишнього середовища, а також доступні у Репозитарії ОДЕКУ (URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>).

Після опанування теоретичного матеріалу кожної теми, для перевірки засвоєння їх змісту (базових знань), необхідно дати відповіді на запитання для самоперевірки.

#### **4.1.2. Питання до самоперевірки студентів**

1. Які цілі та завдання гідрохімії як науки?
2. Які є сучасні наукові напрямки розвитку гідрохімії України?
3. Поясніть будову молекули води. Поясніть високе значення дипольного моменту води ( $6 \cdot 10^{-28}$  Кл·м), виходячи з будови її молекули.
4. Поясніть ізотопний склад води. Які властивості має «важка вода» та як вона впливає на живі організми?
5. Як пояснити аномальні властивості води? Яке значення мають ці аномалії для життя на Землі?
6. Поясніть структуру молекул води у різних агрегатних станах.
7. Які взаємодії є міжмолекулярними? Що таке Ван-дер-Ваальсові сили? На які типи вони поділяються?
8. Як пояснити високу розчинну та дисоціюючу здатність води?
9. Як класифікують домішки води за їх фазово-дисперсним станом?
10. Як визначити тепловий ефект реакції розчинення?
11. Які існують способи вираження концентрацій розчинів?
12. В чому полягають основні положення теорії електrolітичної дисоціації?
13. Іонізація води. Константа води. Водневий показник (рН). Реакція середовища у водних розчинах. Індикатори.
14. Яку реакцію називають гідролізом солей? Як впливає гідроліз солей на рН водних розчинів?
15. Окисно-відновний процес у водних розчинах. Які важливіші окисники та відновники у природних водах?

16. В чому полягає сутність електрометричного визначення рН водних розчинів?
17. Природна вода – багатокомпонентний розчин. Які іони, що містяться у природній воді, називають головними або макрокомпонентами?
18. Розчинені у природній воді гази. Які атмосферні гази та в яких кількостях вміщуються у природних водах? Які гази вулканічного походження і за яких умов присутні у природних водах? Які гази біохімічного походження розчинені у природних водах?
19. Які речовини, присутні у природних водах, називають біогенними? У якій формі вони існують?
20. Як поділяються органічні речовини у природній воді за походженням? Як впливають ґрунти на формування хімічного складу природних вод? Яким чином живі істоти впливають на формування хімічного складу природних вод?
21. Мікроелементи та їх роль у життєвих процесах гідросфери.
22. Що називають радіоактивністю природних вод?
23. Дайте визначення мінералізації природних вод. Як співвідношення головних іонів у природній воді залежить від її мінералізації?
24. Які фактори зумовлюють формування хімічного складу природних вод за класифікацією А. М. Ніканорова?
25. Як поділяє О. О. Альокін умови формування хімічного складу природних вод?
26. Концентрація водневих йонів та рН, як результат і показник стану хімічних рівноважних систем у природних водах.
27. Окисно-відновні умови та редокс-потенціал у природних водах.
28. Які складові частини карбонатної системи? Як співвідношення їх залежить від зовнішніх умов? Яка роль карбонатної системи у водних об'єктах?
29. Коловорот вуглецю. Умови утворення та розчинності карбонатів.
30. Які класифікації природних вод за хімічним складом поширені в гідрохімічній практиці?
31. В чому сутність класифікації природних вод за хімічним складом О. О. Альокіна?
32. Які існують класифікації природних вод за ступенем мінералізації?
33. Які існують форми і способи вираження результатів аналізу природних вод?
34. Охарактеризуйте хімічний склад атмосферних опадів: мінералізація та головні йони, концентрація йонів водню, вміст біогенних елементів, вміст радіоактивних елементів.
35. Охарактеризуйте хімічний склад річкових вод й умови їх формування: вміст розчинених газів, концентрація йонів водню, головні йони і неоднорідність складу річкових вод, мікроелементи та радіоактивні ізотопи, біогенні елементи, органічні речовини.
36. Загальна гідрохімічна характеристика озер. Озера прісні, солонуваті та солоні.
37. Які особливості формування і прогноз хімічного складу вод водосховищ?
38. Загальні відомості про сольовий склад вод океану. Вміст основних йонів і солоність океанічної води. Вміст газів, концентрація йонів водню. Вміст мікроелементів у океанічній воді та її радіоактивність. Біогенні елементи й органічні речовини у водах морів і океанів.
39. Які фактори визначають формування хімічного складу підземних вод?
40. Охарактеризуйте найбільш поширені типи мінеральних вод і вод специфічного складу.
41. Як оцінити воду для різних видів використання (господарсько-побутове,

- технічне, для зрошення)?
42. Побутове та технічне значення твердості води. Агресивна дія природної води на бетон і метал.
  43. Значення вивчення міграції хімічних елементів для географічних та біологічних досліджень. Які основні джерела забруднення природних вод?
  44. Які хімічні показники оцінки забрудненості вод?
  45. Які основні методи хімічного аналізу природної води?

## **4.2. ЗМ-Л2 «Основні структурні компоненти гідробіонтів (статична біохімія). Особливості та взаємозв'язок обміну речовин в організмах гідробіонтів (динамічна біохімія)»**

### **4.2.1. Повчання щодо виконання ЗМ-Л2**

Підготовка до змістовного модулю з розділу «Біохімія гідробіонтів» включає вивчення теоретичного матеріалу (ЗМ-Л2), для успішного засвоєння якого необхідно вести конспект лекцій, в якому в лаконічній формі та суворій послідовності викладені усі питання теоретичного змістовного модулю «ЗМ-Л2». Крім конспекту лекцій для вивчення програмного матеріалу можливо самостійно користуватись основною [2-4] та додатковою [16, 17] літературою. Посібники, підручники та конспект лекцій є в наявності у бібліотеці ОДЕКУ, а також доступні у Репозитарії ОДЕКУ (URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/>).

Після опанування теоретичного матеріалу кожної теми, для перевірки засвоєння їх змісту (базових знань), необхідно дати відповіді на запитання для самоперевірки.

### **4.2.2 Питання до самоперевірки студентів після вивчення тем «ЗМ-Л2»**

1. Дайте визначення поняттю «Біохімія»? Які задачі біохімії? Які методи біохімічних досліджень?
2. Методи відбору біологічних зразків у гідробіонтів.
3. Дайте визначення поняттю білки.
4. Перерахуйте біологічні функції білків і пептидів в організмах гідробіонтів.
5. Поясніть ферментативну, структурну, регуляторну, рецепторну, транспортну, скорочувальну, захисну, знешкоджувальну, оживну, когенетичну функції білків.
6. Замінні й незамінні амінокислоти.
7. Хімічні властивості білків.
8. Поясніть поняття «нативний стан» білкової молекули.
9. Структурні рівні організації білкових молекул.
10. Поясніть що собою являє і як утворюється первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білкової молекули.
11. Як утворюється пептидний зв'язок?
12. Поясніть поняття «цвіттер-іон»?
13. Що забезпечує стійкість білкових молекул у водному розчині?
14. Поясніть поняття «ізоелектрична точка» білкової молекули?
15. Поясніть поняття «денатурація» білкової молекули? Фактори, які її викликають.
16. Висолювання білків.

17. Фізіологічна роль ліпідів в тілах гідробіонтів? (структурна, енергетична, вітамінна, захисна, регуляторна, електро- та термо- ізолююча, джерело ендогенної води). Дайте визначення поняттю ліпіди.
18. Чим конституційні (структурні) ліпіди відрізняються від резервних (депозитних)?
19. Дайте визначення поняттям йодне й кислотне число.
20. Класифікація ліпідів за хімічним складом.
21. Запишіть загальну формулу жирів.
22. Дайте визначення поняттю вуглеводи. Дайте класифікацію вуглеводів.
23. Яка біологічна роль вуглеводів в тілах гідробіонтів? (структурна, енергетична, захисна, регуляторна, опорна, кофакторна, гідроосмотична, пластична).
24. Фізико-хімічні властивості моно-, оліго-, полісахаридів.
25. Способи утворення дисахаридів мальтозного і тригалактозного типу. Записати відповідні реакції.
26. Що собою являють ферменти? Яка будова ферментів?
27. Фізико-хімічні властивості ферментів? Ферменти-протеїни і ферменти-протеїди, в чому різниця між ними?
28. Спеціалізовані центри ферментів.
29. Фактори, які впливають на каталітичну активність ферментів. Класифікація ферментів в залежності від типу каталітичної хімічної реакції.
30. Етапи ферментативного каталізу.
31. Вітаміни: визначення, класифікація, хвороби які виникають за відсутності та при надлишку вітамінів.
32. Яка біологічна роль мінеральних солей?
33. Які елементи називають макро- та мікроелементи?
34. Теорії біологічного окиснення. Сучасне уявлення про механізм біологічного окиснення.
35. «Дихальний ланцюг».
36. Запишіть формулу молекули АТФ. Обмін вуглеводів і ліпідів та їх роль для організмів
37. Обмін білків, нуклеїнових кислот, води й мінеральних речовин у гідробіонтів.
38. Особливості та взаємозв'язок обміну речовин у гідробіонтів на різних етапах їх існування.
39. Анаеробне перетворення вуглеводів.
40. Напишіть хімічні реакції глікогенолізу, вкажіть, якими ферментами він каталізується, його енергетичну цінність і значення для організму гідробіонтів.
41. Що таке гліколіз? Напишіть його хімічні реакції. Якими ферментами він каталізується? Вкажіть енергетичну цінність гліколізу і його значення для організму гідробіонтів.
42. Напишіть хімічний процес спиртового бродіння глюкози і розгляньте схожість і відмінність процесів гліколізу і спиртового бродіння.
43. Наведіть хімічні реакції перетворення ацетил-КоА у циклі трикарбонових кислот (цикл Кребса). Енергетична цінність циклу Кребса, біологічна роль.
44. Що таке пентозофосфатний шлях окиснення глюкози? Його значення для організму. Наведіть хімічні реакції окиснювальної фази пентозофосфатного циклу.
45. Біосинтез вуглеводів у тканинах. Дайте характеристику процесів глюконеогенезу і глікогеногенезу, їх роль в організмі.

46. Регуляція обміну вуглеводів в організмі гідробіонтів і основні види патології.
47. Як відбувається травлення і всмоктування ліпідів у шлунково-кишковому тракті гідробіонтів? Роль жовчі у цьому процесі.
48. Що таке йодне та кислотне число жиру? Яка мета їх визначення?
49. Біосинтез і окиснення вищих жирних кислот.
50. Що таке Р-окиснення? Що є кінцевим продуктом Р-окиснення жирних кислот, де воно відбувається у клітинах? Яке значення має Р-окиснення у процесах утворення енергії?
51. Як відбувається біосинтез жирних кислот і тригліцеридів?
52. Процеси синтезу ліпоїдів, зокрема, фосфатидів.
53. Як зветься система ферментів, за допомогою якої здійснюється біосинтез високомолекулярних жирних кислот?
54. Охарактеризуйте біологічну цінність білків і азотистий баланс в організмі гідробіонтів. Які види азотистого балансу ви знаєте? Дайте характеристику повноцінних і неповноцінних білків. Напишіть формули незамінних амінокислот для риб.
55. Назвіть основні етапи ентерального обміну білків. Які ферменти беруть участь у перетравленні білків у шлунково-кишковому тракті? Роль соляної кислоти в травленні. Який механізм активації пепсиногену і трипсиногену, його фізіологічне значення?
56. Поясніть механізм всмоктування амінокислот у кишечнику. Дайте характеристику амінокислотного фонду організму.
57. Яким хімічним перетворенням можуть підлягати амінокислоти під дією ферментів мікроорганізмів у товстому кишечнику? Напишіть реакцію утворення фенолу з амінокислоти тирозину і шляхи його знешкодження за участю УДФГК і ФАФС.
58. Що таке трансамінування і яке його біологічне значення? Дайте характеристику амінотрансфераз. Наведіть хімічні реакції трансамінування між глутаміною і пірвіноградною кислотами.
59. Напишіть реакції декарбоксілювання амінокислот і покажіть значення біогенних амінів в організмі (ГАМК, гістамін, серотонін). Які ферменти беруть участь у процесах декарбоксілювання? Дайте їх характеристику. Назвіть інгібітори амінооксидаз. Шляхи знешкодження амінів.
60. Вкажіть види дезамінування амінокислот і наведіть хімізм цих процесів. Який з них переважає в організмі?
61. Покажіть зв'язок процесів дезамінування і трансамінування. Напишіть хімізм дезамінування аланіну шляхом трансдезамінування.
62. Основні шляхи знешкодження аміаку. Напишіть хімічні реакції орнітинового циклу.
63. Яким способом відбувається виведення кінцевих продуктів розпаду амінокислот у низькоорганізованих тварин?
64. Які тварини називаються амоніотелічними?
65. Як здійснюється знешкодження аміаку в організмі людини і вищих хребетних тварин і деяких риб?
66. Що собою являє орнітиновий цикл?
67. Які організми називають урікотелічними?
68. Як здійснюється розпад нуклеїнових кислот у водних тварин? Які продукти розпаду нуклеїнових кислот?

69. Що є обов'язковою умовою для синтезу РНК та ДНК?
70. Які ферменти беруть участь у синтезі нуклеїнових кислот? У чому полягає механізм синтезу нуклеїнових кислот?

### 4.3 ЗМ-Лаб1 «Гідро- та біохімічні дослідження»

#### 4.3.1. Повчання щодо виконання ЗМ-Лаб1

Для успішного опанування тем ЗМ-Лаб1 необхідно вивчити теоретичну частину, виконати та захистити лабораторні роботи № 1-8. Перед початком кожної лабораторної роботи студенти проходять короткий інструктаж з техніки безпеки та відмічаються у спеціальних журналах з техніки безпеки та пожежної безпеки. Для оцінювання кожної лабораторної роботи їх потрібно правильно оформити, зробити розрахунки та висновки, захистити (дати відповіді на контрольні питання та виконати розрахункові завдання до кожної теми). Для самостійного опанування тем даних лабораторних робіт можна скористатися основною [5, 6] і додатковою [10,18,19] літературою, а також відповісти на питання для самоперевірки студентів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт у достатній кількості є на кафедрі хімії навколишнього середовища, а також доступні у Репозитарії ОДЕКУ (URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>).

#### 4.3.2 Питання до самоперевірки студентів після вивчення тем «ЗМ-Лаб1»

Питання для самоперевірки після вивчення матеріалів лабораторної роботи №1

1. Надайте визначення йонного добутку води. Що називають водневим показником?
2. У яких межах водневий показник змінюється у природних водах?
3. Як зміна вмісту  $\text{CO}_2$  у воді впливає на водневий показник?
4. Як похідні карбонатної системи впливають на водневий показник?
5. Які фактори впливають на водневий показник у природних водах?
6. Опишіть принцип дії рН-метра. На чому заснований потенціометричний метод визначення рН?
7. Який ще існує метод визначення рН природної води?
8. Розрахуйте рН розчинів, де концентрація йонів  $\text{H}^+$  (моль/дм<sup>3</sup>) дорівнює:  
а)  $2 \cdot 10^{-7}$ ; б)  $8,1 \cdot 10^{-3}$ ; в)  $2,7 \cdot 10^{-10}$ .
9. Визначте концентрації  $[\text{H}^+]$  та  $[\text{OH}^-]$  у розчині, рН якого дорівнює 6,2.
10. Розрахуйте рН розчинів слабких електролітів:  
а) 0,02M  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; б) 0,1M  $\text{HCN}$ ; в) 0,05N  $\text{HCOOH}$ ; г) 0,01M  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Питання для самоперевірки після вивчення матеріалів лабораторної роботи №2

1. Які йони, що містяться у природних водах, належать до головних (макрокомпоненти)? Яке співвідношення між головними катіонами та аніонами спостерігають у прісній та морській воді?
2. Які форми вираження концентрацій розчинених у воді речовин застосовують у гідрохімічних розрахунках?
3. Які головні аніони містяться у природних водах? Яке їх співвідношення у прісних та солоних водах? Які джерела надходження головних аніонів у природні води?
4. Визначити молярну концентрацію ( $C_M$ ), молярну концентрацію еквівалента

( $C_n$ ), молярну концентрацію ( $C_m$ ) та титр (Т) 25%-го розчину солі сульфат натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , густина якого  $1,2 \text{ г/см}^3$ .

5. Яким чином мінералізація води впливає на форми знаходження головних йонів?
6. Що називають карбонатною системою? Як впливають форми карбонатної системи на рН природної води?
7. Що називають загальною лужністю та вільною (карбонатною) лужністю природної води?
8. З чим пов'язане походження аніонного складу природних вод?
9. Який принцип методу визначення хлорид-іонів у природних водах?
10. Який принцип методу кількісного аналізу вмісту сульфат-іонів у природних водах? У чому полягає якісний метод визначення сульфат-іонів у природних водах?

#### Питання для самоперевірки після вивчення матеріалів лабораторної роботи №3,4

1. Якими причинами обумовлено походження катіонного складу природних вод?
2. Як зображують дані про хімічний склад природних вод за формулою Курлова?
3. Як зображують дані про хімічний склад природних вод за класифікацією О.О. Альокіна?
4. Як зображують дані про хімічний склад та мінералізацію природних вод за іншими класифікаціями? (В.О. Олександров, М.Г. Валяшко, В.О. Сулін). Для яких типів вод їх застосовують?
5. Присутність яких йонів у воді зумовлюють її твердість?
6. Солі яких металів зумовлюють карбонатну (тимчасову) твердість природної води? Назвіть основні методи усунення тимчасової твердості води.
7. Що називають некарбонатною (постійною) твердістю природної води? Охарактеризуйте основні методи її усунення.
8. Який метод пом'якшення води називають термічним? Напишіть хімічні реакції, що протікають при пом'якшенні води цим методом. Які хімічні реакції протікають при кип'ятінні води, яка містить гідрокарбонати кальцію та магнію? Розрахуйте карбонатну твердість води, якщо у  $1 \text{ дм}^3$  її міститься по  $0,8 \text{ г}$  цих солей.
9. Як визначають загальну, карбонатну та некарбонатну твердість води?
10. В яких одиницях виражається твердість води? Чому дорівнює некарбонатна твердість води, у  $10 \text{ дм}^3$  якої міститься  $0,5 \text{ г}$   $\text{MgCl}_2$ ? Яку масу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  треба додати, щоб її усунути?
11. Розрахуйте загальну твердість води, якщо на реакцію з солями твердості, які містяться у  $100 \text{ см}^3$  води, треба було  $4 \text{ см}^3$  розчину трилону Б з концентрацією  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ . Яку масу фосфату натрію  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  необхідно додати у  $500 \text{ дм}^3$  води для її усунення?
12. У чому сутність іонітного способу усунення твердості природної води? Через іонітний фільтр пропустили  $200 \text{ см}^3$  води, загальна твердість якої  $4 \text{ ммоль/дм}^3$ . Скільки моль еквівалентів  $\text{Mg}^{2+}$  та  $\text{Ca}^{2+}$  затримано фільтром, якщо твердість води знижена до  $0,5 \text{ ммоль/дм}^3$ ?

#### Питання для самоперевірки після вивчення матеріалів лабораторної роботи №5

1. Які методи відбору біологічних зразків у гідро біонтів?
2. Які правила техніки безпеки в біохімічній лабораторії?
3. Які властивості крові, про що можуть свідчити аналізи крові?



4. Методи одержання гомогенату.
5. З яких хімічних елементів складаються біологічні об'єкти?
6. Які ви знаєте антикоагулянти?
7. Що таке зсідання крові? Від яких факторів залежить цей процес?
8. З яких компонентів складається кров гідробіонтів?
9. Яких правил треба дотримуватись при роботі з фотоелектроколориметром?
10. Що таке висолювання білків? Чим відрізняється висолювання білків від денатурації?
11. Що таке ізоелектрична точка?
12. Чим обумовлені кольорові реакції на білки й амінокислоти? Яке практичне значення якісних реакцій на білки?
13. Як ведуть себе білки у водному розчині в присутності надлишку кислоти або лугу?
14. Якими ознаками характеризується денатурація?
15. Яка концентрація білка в крові гідробіонтів? Від чого вона залежить?
16. Що таке пептидний зв'язок? Як він утворюється та визначається якісно?

Питання для самоперевірки після вивчення матеріалів лабораторної роботи №6

1. Які з перелічених тригліцеридів будуть знебарвлювати бромну воду: триолеїн, тристерин?
2. Молекули нейтральних жирів можуть містити три різні жирні кислоти. Напишіть формули двох таких тригліцеридів.
3. Напишіть рівняння реакції гідролізу тристеарина в лабораторії під впливом мінеральних кислот і в організмі.
4. Обґрунтувати фізіологічну роль ліпідів в життєдіяльності організму.
5. Як відбувається біосинтез жирних кислот в організмі?
6. Якою є будова холестеролу і його біологічна роль? Як відбувається синтез холестеролу в організмі?
7. Опишіть зв'язок між обміном білків, ліпідів і вуглеводів.
8. Класифікація ліпідів.
9. Будова і властивості гліцеридів.
10. Перетравлення жирів і роль жовчі в цьому процесі. Жовчні кислоти їх будова і біологічна роль.
11. Будова і властивості фосфатидів.
12. В яких розчинниках розчиняються ліпіди (вода, бензол, кислоти)?
13. Який процес називають омиленням жирів?
14. Який показник характеризує ступінь ненасиченості жирних кислот?
15. Який показник характеризує вміст вільних жирних кислот в нейтральних жирах?

Питання для самоперевірки після вивчення матеріалів лабораторної роботи №7

1. Напишіть реакції гідролізу сахарози і мальтози, користуючись структурними формулами.
2. Якою буде реакція Феллінга з крохмалем і глікогеном?
3. Яку реакцію слід запропонувати для того, щоб пересвідчитись в повному гідролізі крохмалю до глюкози?
4. Які полісахариди є найбільш важливими для життєдіяльності людини і тварин?
5. При бродінні дріжджового соку накопичується ефір фруктозо-1-фосфату, який

- є обов'язковим продуктом розкладу глюкози. Напишіть його формулу.
6. Напишіть фрагмент молекули крохмалю (4-5 ланцюга) і рівняння гідролізу до мальтози.
  7. Напишіть фрагмент (4-5 груп) молекул амілози, амілопектину і глікогену.
  8. Яку класифікацію мають вуглеводи?
  9. Біологічна роль вуглеводів в організмі гідробіонтів.
  10. Вкажіть метод кількісного визначення глюкози в крові гідробіонтів.
  11. Якісні реакції на вуглеводи. Основні властивості вуглеводів.
  12. Вплив на вуглеводи  $\alpha$ -нафтолу, кислот, солей, йоду.
  13. Які вуглеводи мають найбільше значення для організму?
  14. Як впливає нестача вуглеводів на життєдіяльність гідробіонтів?
  15. Які ви знаєте продукти окиснення вуглеводів?

Питання для самоперевірки після вивчення матеріалів лабораторної роботи №8

1. Наведіть приклади абсолютної та відносної специфічності ферменту.
2. Яку дію мають на ферменти солі важких металів і міцні мінеральні кислоти?
3. Ферменти гексокінази каталізують перенос фосфатної групи, напишіть повне рівняння реакції:  

$$\text{АТФ} + \text{глюкоза} \rightarrow \text{АДФ} + \text{глюкозо-6-фосфат}$$
4. Фермент уреаза гідролізує сечовину, утворюючи  $\text{CO}_2$  і  $\text{NH}_3$ . Напишіть рівняння цієї реакції.
5. Напишіть рівняння реакції гідролізу крохмалю.
6. Класифікація ферментів.
7. Як виділяють і очищують ферменти? Які методи класичного визначення ферментів ви знаєте?
8. Які ферменти відносяться до групи окисно-відновних?
9. Який оптимум рН має фермент пепсин (1-2, або 4-5, або 6-7)?
10. Який оптимум рН має фермент амілаза (1-2, або 7-8, або 4-5)?
11. При якій температурі ферменти денатурують?
12. В чому полягає специфічність дії ферментів?
13. Що таке термолабільність ферментів?
14. Як визначають кількість амілази ?
15. Які умови є оптимальними для ферментів?
16. Що покладено в основу класифікації ферментів? Наведіть приклад.

## 5. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

### 5.1. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1 (Розділ «Гідрохімія»)

1. Виберіть вірну відповідь. Яке значення приймає водневий показник (рН) в поверхневих водах більшості річок? [1, с.72-75; 148-178]
2. Яке значення мінералізації за класифікацією О.О. Алекіна відповідає водам морської солоності? [1, с.50-60]
3. Виберіть, який з факторів, що формують хімічний склад природних вод належить до геологічних факторів [1, с.32-36]

4. Виберіть, вміст яких розчинених газів, є характерним для підземних вод.  
[1, с.67-75; 226-260]
5. Виберіть вірну відповідь. Яке значення приймає водневий показник (рН) у поверхневих водах океанів?  
[1, с.72-75; 263-286]
6. Який з наведених видів природних вод характеризується найменшою мінералізацією?  
[1, с.50-60]
7. У яких одиницях вимірювання визначають солоність морських та океанічних вод?  
[1, с.50-60]
8. Виберіть, який з факторів, що формують хімічний склад природних вод належить до фізико-хімічних факторів  
[1, с.32-41]
9. Виберіть, вміст яких розчинених газів, є характерним для поверхневих вод річок  
[1, с.67-75; 148-178]
10. Виберіть, тривале споживання вод навіть із низьким вмістом якого з мікроелементів порушує обмін речовин (неорганічні сполуки з ним виступають інгібіторами ферментів та здатні заміщувати кальцій у кістках)  
[1, с.103-111]
11. Яке значення мінералізації за класифікацією О.О. Алекіна відповідає прісним водам?  
[1, с.50-60]
12. До якої групи факторів формування складу природних вод належить перетворення катіонів заліза в аеробних умовах залізобактеріями?  
[1, с.32-43]
13. Виберіть вірну відповідь. Яке значення приймає водневий показник (рН) у поверхневих водах морів та океанів?  
[1, с.72-75; 263-285]
14. Який з наведених видів природних вод характеризується найвищою мінералізацією?  
[1, с.50-60]
15. До якої групи факторів формування складу природних вод належить гідроліз солей?  
[1, с.32-45]
16. До якого класу за класифікацією О.О. Алекіна не можуть відноситись поверхневі океанічні води?  
[1, с.50-60]
17. Виберіть, який з мікроелементів належить до важливих поживних елементів для гідробіонтів, а також бере участь у процесах фотосинтезу, реакціях фотолізу води й виділення кисню  
[1, с.103-111]
18. Виберіть, вміст яких розчинених газів, є характерним для поверхневих вод океанів  
[1, с.67-75; 263-285]
19. Виберіть, вміст якого з головних катіонів є переважаючим у поверхневих прісних водах більшості річок  
[1, с.76-91; 148-178]
20. Серед перелічених елементів, що містяться у природних водах, виберіть біогенні  
[1, с.92-98]
21. Як впливає на водневий показник (рН) у природних водах наявність великої концентрації іонів  $\text{HCO}_3^-$ ?  
[1, с.72-75]
22. Чим зумовлені аномальні властивості води?  
[1, с.19-27]
23. До якої групи факторів формування складу природних вод належать окисно-відновні реакції?  
[1, с.32-45]
24. В яких природних водах може відбуватись анаеробна бактеріальна діяльність?  
[1, с.41-43]
25. Яке значення мінералізації за класифікацією О.О. Алекіна відповідає водам морської солоності?  
[1, с.47-60]
26. З надлишком якого елемента в ґрунтах, водах і продуктах харчування пов'язана «уровська» хвороба (болі в суглобах та змінення форми скелета, як

- наслідок здатності цього елемента замінювати кальцій у кістках)? [1, с.103-111]
27. Серед перелічених іонів, що містяться у природних водах, виберіть токсичні для гідробіонтів [1, с.103-115]
  28. Виберіть, які гази, розчинені у водах річок, озер, морів та океанів відносяться до газів біохімічного походження [1, с.67-75]
  29. До якої групи факторів формування складу природних вод належить рельєф місцевості? [1, с.32-43]
  30. В яких природних водах більш ймовірно відбувається аеробна бактеріальна діяльність? [1, с.41-43]
  31. Яке значення мінералізації за класифікацією О.О. Алекіна відповідає розсолам? [1, с.47-60]
  32. Серед елементів виберіть той, що входячи до складу вітаміну В<sub>12</sub>, досить активно впливає на надходження азотистих речовин, збільшення вмісту хлорофілу та аскорбінової кислоти, активізує біосинтез і підвищує вміст білкового азоту в рослинах (але підвищені концентрації сполук з цим мікроелементом є токсичними) [1, с.103-111]
  33. Виберіть, який з факторів за класифікацією О.О. Алекіна, що формують хімічний склад природних вод, відносяться до прямих факторів [1, с.32-43]
  34. Виберіть, для яких природних вод найчастіше застосовується класифікація природних вод за хімічним складом М.Г. Валяшко? [1, с.47-60]
  35. До якої групи факторів формування складу природних вод належить клімат місцевості? [1, с.32-43]
  36. Серед елементів виберіть той, що належить до канцерогенних – підвищена концентрація цього мікроелемента у питній воді може спричиняти респіраторні захворювання [1, с.103-111]
  37. Виберіть, який з факторів, що формують хімічний склад природних вод належить до біологічних факторів [1, с.32-43]
  38. Виберіть, у якому випадку водний розчин набуває властивості лужного середовища [1, с.72-75]
  39. Виберіть, які з факторів за класифікацією О.О. Алекіна, що формують хімічний склад природних вод, відносяться до непрямих факторів (другорядні) [1, с.32-43]
  40. Виберіть, для яких природних вод найчастіше застосовується класифікація природних вод за хімічним складом В.О. Олександрова [1, с.47-60]
  41. Виберіть, який ізотоп входить до складу молекули «важкої» води» [1, с.19-23]
  42. Серед елементів виберіть той, мікроконцентрації якого в організмі людей, тварин, рослин є необхідним, тому що зменшує токсичність кадмію та міді; а при нестачі його у рослинних організмах порушується обмін вуглеводів і білків, зменшується вміст хлорофілу [1, с.103-111]
  43. За яких умов аеробні бактерії живуть і розвиваються у воді? [1, с.41-43]
  44. Яке значення приймає водневий показник (рН) в атмосферних водах? [1, с.72-75; 130-147]
  45. Виберіть, яким аналітичним методом визначають вміст хлорид-іонів у природних водах? [1, с.76-91]
  46. Виберіть, яким аналітичним методом визначають вміст органічної речовини у природних водах? [1, с.98-103]
  47. Виберіть, які з факторів, що формують хімічний склад природних вод,

- належать до антропогенних факторів. [1, с.32-45]
48. Виберіть вірну відповідь. Як впливає на водневий показник у природних водах (рН) висока концентрація розчиненого діоксиду вуглецю CO<sub>2</sub>? [1, с.72-75]
49. Виберіть, надмірний вміст сполук якого з елементів (може потрапляти у водойми зі стічними водами) викликає надмірне зростання водної рослинності, що призводить до зменшення кисню у воді, її «цвітіння», загибелі риби та погіршення якості води [1, с.103-111]
50. Виберіть, який з факторів, що формують хімічний склад природних вод належить до геологічних факторів [1, с.32-45]

## 5.2. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2 (Розділ «Біохімія гідробіонтів»)

1. Яка спільна фізична властивість всіх ліпідів? [2, с.46-51]
2. Як називають ефіри трьохатомного спирту гліцерину і вищих жирних кислот? [2, с.46-51]
3. У яких місцях переважно відбувається інтенсивний синтез і накопичення ліпідів? [2, с.46-51]
4. Які кислоти, що утворюються з моносахаридів при окисненні тільки первинної спиртової групи до карбоксильної, мають найбільше біологічне значення? [2, с.54-69]
5. Ферменти під дією високих температур денатурують, тому якими сполуками вони являються? [2, с.70-84]
6. На активність ферментів впливають хімічні сполуки, що знаходяться в реакційній системі. Одні з них підвищують активність ферментів. Як вони називаються? [2, с.70-84]
7. Як вони називаються ферменти, які складаються з двох частин: термолабільної білкової і термостабільної небілкової? [2, с.70-84]
8. Процеси перенесення окремих груп від одних субстратів до інших, що відбуваються в організмі, каталізують ферменти. Як вони називаються? [2, с.70-84]
9. Які ферменти каталізують реакції, за яких одні речовини перетворюються в інші при незмінній кількості атомів (процеси ізомеризації), що відбуваються в організмі? [2, с.70-84]
10. Як називаються захворювання, що розвиваються у людей за недостатньої кількості вітамінів у їжі? [2, с.85-105]
11. Всі вітаміни по фізичним властивостям, поділяють на дві групи. Які? [2, с.85-105]
12. Як Д. Кейлін назвав залізовмісні ферменти дихального ланцюга? [2, с.70-84]
13. Який вітамін входить до складу дегідрогеназ? [2, с.85-105]
14. Як називають групу залізовмісних білків, які переносять електрони в процесі тканинного дихання від убіхінону (або від флавопротеїдів) до молекулярного кисню і активують його? [2, с.26-45]
15. Виберіть вірне ствердження: амінокислоти, виділені з білків, являють собою похідні насичених карбонових кислот, у яких один або два атоми водню в радикалі заміщені якою групою? [2, с.26-45]
16. Як називається значення рН, при якому молекула амінокислоти нейтральна? [2, с.26-29]
17. В результаті взаємодії карбоксильної групи (-COOH) однієї амінокислоти та

- аміногрупи ( $-NH_2$ ) іншої, утворюється який зв'язок? [2, с.26-45]
18. Як називають структуру молекул білків, яка характеризує якісний амінокислотний склад поліпептидного ланцюга, кількість амінокислотних залишків у ньому, зв'язаних пептидними зв'язками, і порядок чергування цих залишків? [2, с.26-45]
  19.  $\alpha$ -спіраль – це яка конформація пептидного ланцюга білкової молекули в просторі? [2, с.26-45]
  20. Яка дія викликає незворотну коагуляцію розчинів білків? [2, с.26-45]
  21. Як називаються відповідно дегідрогенази, коферменти яких містять ФМН і ФАД? [2, с.70-84]
  22. Молекула якої речовини є універсальним рухомим джерелом хімічної енергії в клітинах? [2, с.46-53]
  23. Як називають спосіб упакування вторинної структури молекул білків з утворенням клубків різноманітної форми? [2, с.26-45]
  24. Як називають втрату біологічної активності білкової молекули? [2, с.26-45]
  25. В спеціалізованих тканинах (підшкірна клітковина, внутрішнє сало, печінка, кістки та інше), зосереджена основна частина синтезованих ліпідів. Як вони називаються? [2, с.46-53]
  26. Жири рослинного походження і деяких гідробіонтів містять у своєму складі переважно залишки яких кислот? При звичайній температурі вони є рідинами, їх називають оліями. [2, с.46-53]
  27. Як називаються органічні сполуки, які утворюються в рослинах в процесі фотосинтезу? [2, с.54-69]
  28. Як називається група вуглеводів, молекули яких складаються з двох молекул моносахаридів? [2, с.54-69]
  29. З двадцяти амінокислот, які входять до складу живих організмів десять не синтезуються в організмі тварин і повинні надходити разом з їжею. Як вони називаються? [2, с.26-30]
  30. Як називають стан білкової молекули, при якому білки виконують свої біологічні функції? [2, с.26-45]
  31. Як називають таку конфігурацію пептидного ланцюга білкової молекули в просторі, що являє собою форму спіралі або структуру складчастої спіралі? [2, с.26-45]
  32. За яких температур ферменти припиняють свою дію, але не руйнуються? [2, с.70-84]
  33. Як називаються ферменти, які складаються тільки з амінокислот? [2, с.70-84]
  34. Як називаються білкова частина складного ферменту? [2, с.70-84]
  35. Як називається небілкова частина складного ферменту? [2, с.70-84]
  36. Які ферменти каталізують реакції розщеплення субстратів за участю води (гідроліз), що відбуваються в організмі? [2, с.70-84]
  37. Які ферменти каталізують синтетичні процеси, у результаті яких утворюються нові речовини, з використанням енергії АТФ, що відбуваються в організмі? [2, с.70-84]
  38. Як називається захворювання, яку викликає повна відсутність в їжі якогось вітаміну, що на ранніх стадіях виліковується шляхом введення в організм відповідного вітаміну? [2, с.85-105]
  39. До якої групи відносять ретиноли і каротиноїди (вітаміни групи А), токофероли (вітаміни групи Е), філохінони (вітаміни групи К), кальцифероли (вітаміни

- групи D)? [2, с.85-105]
40. Який вітамін входить до складу дегідрогеназ? [2, с.85-105]
41. Яку структуру спіралі має  $\beta$ -конформація пептидного ланцюга білкової молекули в просторі? [2, с.26-45]
42. Яка структура білкової молекули виникає в результаті асоціації декількох пептидних ланцюгів, що мають первинну, вторинну і третинну структури? [2, с.26-45]
43. Як називають ліпіди, які входять до складу клітинних оболонок і протоплазми, утворюючи комплекси з білками? [2, с.46-53]
44. Як називається хвороба, що виникає внаслідок відсутності декількох вітамінів? [2, с.85-105]
45. На які три основні класи поділяють вуглеводи? [2, с.54-70]

### 5.3. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Лаб1

6. Виберіть вірне значення водневого показника рН, якщо концентрація іонів водню у водному розчині  $[H^+] = 2,3 \cdot 10^{-9}$  моль/дм<sup>3</sup> [5, с.10-14;17-19]
2. Виберіть вірне значення загальної твердості води ( $T_{\text{заг.}}$ ), якщо природна вода є м'якою [5, с.34-37; 6, с.70-78]
3. Виберіть вірне ствердження: аналітичним методом визначення водневого показника у природних водах є... [5, с.10-14;17-19]
4. Серед наведених визначень виберіть вірне визначення водневого показника (рН) [5, с.10-14;17-19]
5. Виберіть вірне значення розчинності солі AgCl, якщо добуток розчинності  $DP(AgCl) = 1,8 \cdot 10^{-10}$  [6, с.38-41]
6. Виберіть вірне значення рН при гідролізі солі AgNO<sub>3</sub> в 0,1М розчині солі, якщо  $K_d(AgOH) = 5 \cdot 10^{-3}$  (рК=2,3). Напишіть реакцію гідролізу (в молекулярному та іонно-молекулярному виді). [6, с.42-51]
7. Яке значення константи гідролізу солі NaNO<sub>2</sub>, якщо  $K_d(HNO_2) = 6,9 \cdot 10^{-4}$ ? [6, с.42-51]
8. Виберіть вірне значення постійної твердості води, якщо  $T_{\text{заг.}} = 7,5$  ммоль/дм<sup>3</sup>, а  $T_k = 3,2$  ммоль/дм<sup>3</sup> [5, с.34-37; 6, с.70-78]
9. Оберіть вірне значення молярної маси еквіваленту іонів Ca<sup>2+</sup> [5, с.34-37; 6, с.70-78]
10. Виберіть вірне значення рОН водного розчину, якщо рН = 5,6 [5, с.10-14;17-19]
11. Виберіть вірний метод усунення карбонатної твердості природної води [5, с.34-37; 6, с.70-78]
12. Виберіть вірний метод усунення некарбонатної твердості природної води [5, с.34-37; 6, с.70-78]
13. Виберіть вірний метод аналітичного визначення загальної твердості природної води [5, с.34-37; 6, с.70-78]
14. Яке значення константи гідролізу солі KCN, якщо  $K_d(HCN) = 5,0 \cdot 10^{-10}$  [6, с.42-51]
15. Виберіть вірне значення розчинності солі MnS, якщо добуток розчинності  $DP(MnS) = 2,5 \times 10^{-10}$  [6, с.38-41]
16. Розрахуйте та виберіть вірне значення рН при гідролізі солі NaClO, якщо концентрація солі 0,01М та  $K_d(HClO) = 2,95 \cdot 10^{-8}$  (рК=7,53). Напишіть реакцію гідролізу (в молекулярному та іонно-молекулярному виді). [6, с.42-51]

17. Виберіть вірну відповідь: якщо 1 моль розчиненої речовини знаходиться у 1 дм<sup>3</sup> розчину, то молярна концентрація (См) дорівнює... [6, с.59-68]
18. Оберіть вірне значення молярної маси еквіваленту іонів Mg<sup>2+</sup> [5, с.34-37; 6, с.70-78]
19. Виберіть вірне значення титру 30% -го розчину солі Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (ρ=1,14 г/см<sup>3</sup>) [6, с.59-68]
20. Виберіть вірне значення водневого показника рН, якщо концентрація іонів водню у водному розчині [H<sup>+</sup>]=7,25·10<sup>-12</sup> моль/дм<sup>3</sup> [5, с.10-14;17-19]
21. Виберіть вірну відповідь. Яке значення приймає водневий показник (рН) у поверхневих водах океанів? [5, с.10-14]
22. Який з наведених видів природних вод характеризується найменшою мінералізацією? [6, с.55-57]
23. Виберіть вірне ствердження: аналітичним методом визначення загальної лужності природних вод є... [5, с.24-26]
24. Виберіть вірне значення концентрації іонів водню у водному розчині [H<sup>+</sup>], якщо водневий показник рН =12,25 [5, с.10-14;17-19]
25. Виберіть, чому дорівнює нормальна (Сн) концентрація 20% розчину біхромату натрія Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (ρ=1,14 г/см<sup>3</sup>) [6, с.59-68]
26. Виберіть, вміст яких розчинених газів, є характерним для поверхневих вод річок [10, с.7-8]
27. Виберіть вірне ствердження: природна вода не рекомендована до використання для господарсько-питних потреб, якщо її загальна твердість (Тзаг.)=... [5, с.34-37; 6, с.70-78]
28. При якому значенні рН слід очікувати великий вміст (>80%) діоксиду вуглецю СО<sub>2</sub> у природній воді? [5, с.10-14;17-19]
29. Яким законом лімітується концентрація кисню у поверхневих водах (0-14 мг/л)? [10, с.7-11]
30. Виберіть групу аніонів, вміст яких еквівалентний концентрації кальцію та магнію, визначають твердість природної води [5, с.34-37; 6, с.70-78]
31. Виберіть вірну відповідь. Який з наведених видів природних вод характеризується найвищою мінералізацією? [1, с. 55-57; 6, с.55-57]
32. Виберіть, яке значення концентрації іонів водню [H<sup>+</sup>], якщо концентрація гідроксид-іонів у водному розчині [ОН<sup>-</sup>]=5,6·10<sup>-12</sup> моль/дм<sup>3</sup> [5, с.10-14;17-19]
33. У яких одиницях вимірювання визначають твердість природних вод? [5, с.34-37; 6, с.70-78]
34. В результаті якої реакції з білками відбувається процес виникнення мідного комплексу забарвленого в рожево-фіолетовий чи синьо-фіолетовий колір [5, с.51-61; 6, с.83-91]
35. Скільки пептидних зв'язків міститься в молекулі октапептиду? [5, с.51-61; 6, с.83-91]
36. Яка реакція є якісною реакцією на вільні аміногрупи з утворенням барвника Руемана синьо-фіолетового кольору? [5, с.51-61; 6, с.83-91]
37. З двадцяти амінокислот, які входять до складу живих організмів десять не синтезуються в організмі тварин і повинні надходити разом з їжею, як їх називають? [5, с.51-61; 6, с.83-91]
38. Взаємодія білків з концентрованою нітратною кислотою є реакцією на присутність яких сполук? [5, с.51-61; 6, с.83-91]
39. Оберіть глюкозу з наведених формул моносахаридів [5, с.67-70; 6, с.95-103]



40. Які *кислоти* утворюються при окисненні альдегідної групи моносахаридів? [5, с.67-70; 6, с.95-103]
41. Молекули вуглеводів, що містять вільну карбонільну групу  $\text{>C=O}$  окислюючись в лужному середовищі відновлюють  $\text{Cu}^{2+}$  до  $\text{Cu}^+$ . Як при цьому змінюється забарвлення? [5, с.67-70; 6, с.95-103]
42. Утворення дисахаридів може здійснюватися за рахунок напівацетальних гідроксилів обох моносахаридів. В такому випадку утворений дисахарид відносять до якого типу? [5, с.67-70; 6, с.95-103]
43. Ліпіди забезпечують 25-30% енергетичних потреб організму. Окислення 1 г жиру – 39,1 кДж енергії. До яких функцій відноситься дана біохімічна функція? [5, с.63-66; 6, с.92-95]
44. Виберіть реактив, за допомогою якого можна довести ненасичений характер триолеїну [5, с.63-66; 6, с.92-95]
45. Як називають кількість міліграмів калій гідроксиду (KOH), яка витрачається для нейтралізації вільних жирних кислот, що містять 1 г жиру? [5, с.63-66; 6, с.92-95]
46. Ліпіди які входять до складу клітинних мембран і нервової тканини, а також містять залишки фосфатної кислоти, відносять до... [5, с.63-66; 6, с.92-95]
47. Як називають ліпіди, молекули яких містять крім ліпідного, вуглеводневий компонент? [5, с.63-66; 6, с.92-95]
48. Денатурація білків приводить до руйнування якої їх структури? [5, с.51-61; 6, с.83-91]

#### 5.4 Тестові завдання до іспиту

1. Які катіони, що містяться у природних водах, належать до головних іонів (макрокомпонентів)? [1, с.76-83]
2. Які ізотопи входять до складу «важкої» води? [1, с.19-22]
3. Недостатній вміст якого з мікроелементів у питній воді спричиняє захворювання зубів? [1, с.103-111]
4. Який тип твердості природної води зумовлюють іони  $\text{HCO}_3^-$ , кількість яких еквівалентна кількості іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ ? [1, с.287-292]
5. Для якого типу природних вод застосовується класифікація за хімічним складом природних вод О.О. Алекіна? [1, с.47-60]
3. 6. Виберіть, який з факторів, що формують хімічний склад природних вод належить до біологічних факторів [1, с.32-44]
4. 7. Виберіть вірне значення загальної твердості води (Тзаг.), якщо природна вода є м'якою [1, с.287-292]
7. Виберіть, які розчинені гази атмосферного походження знаходяться у поверхневих водах річок, озер, морів та океанів [1, с.67-72]
8. Виберіть, який аналітичний метод визначення органічної речовини у природних водах [1, с.98-102]
9. Виберіть, який фактор зумовлює аномальні властивості води [1, с.19-22]
10. Який заряд має білок в ізоелектричній точці? [2, с.26-45]
11. В яких розчинниках розчиняються ліпіди? [2, с.46-53]
12. Яка речовина утворюється при кислотному гідролізі крохмалю? [2, с.54-69]
13. Який вчений вказав на важливу роль вітамінів як добавок до харчування?

- [2, с.85-105]
14. Виберіть, яка якісна реакція на білок [2, с.26-45]
15. З двадцяти амінокислот, які входять до складу живих організмів десять не синтезуються в організмі тварин і повинні надходити разом з їжею. Як їх називають? [2, с.26-45]
16. Які функції виконують ліпіди? [2, с.46-53]
17. Який вітамін необхідний для здійснення нормального зорового акту? [2, с.85-105]
18. Важливий гомополісахарид, який міститься у тканинах людини і тварин і відіграє роль резервного вуглеводу, тому його ще називають тваринним крохмалем. Вище описано полісахарид... [2, с.54-69]
19. Виберіть вірну відповідь. Які катіони, що містяться у природних водах, належать до мікрокомпонентів? [1, с.103-111]
20. Яке значення може приймати водневий показник (рН) в атмосферних водах? [1, с.72-75; 130-136]
21. Виберіть, недостатній вміст якого з мікроелементів у питній воді спричиняє захворювання щитовидної залози «ендемичний зоб» [1, с.103-111]
22. Виберіть, яким методом можна усунути некарбонатну твердість природної води [1, с.287-291]
23. В яких одиниця вимірювання виражають концентрації головних іонів в класифікації природних вод за хімічним складом О.О. Алекіна? [1, с.50-60]
24. Планктон та патогенні бактерії за фазово-дисперсним станом належать до якого класу домішок природних вод? [1, с.66-112; 15, с.17-19]
25. Яке значення приймає водневий показник (рН) в поверхневих водах більшості річок? [1, с.148-178]
26. Яке значення мінералізації за класифікацією В.І. Вернадського відповідає розсолам? [1, с.50-60]
27. Які фізико-хімічні властивості характерні для білків? [2, с.26-45]
28. Які з перелічених тригліцеридів будуть знебарвлювати бромну воду? [2, с.54-69]
29. Які хімічні зв'язки приймають участь в утворенні вторинної структури білка? [2, с.26-45]
30. Які моносахариди утворюються при кислотному гідролізі сахарози? [2, с.54-69]
31. Які кислоти утворюються при окисненні альдегідної групи моносахаридів? [2, с.54-69]
32. Виберіть, які катіони, що містяться у природних водах, визначають її твердість? [1, с.287-291]
33. При якому значенні рН слід очікувати великий вміст (>80%) діоксиду вуглецю CO<sub>2</sub> у природній воді? [1, с.72-75]
34. Виберіть, тривале споживання вод навіть із низьким вмістом якого з мікроелементів порушує обмін речовин (неорганічні сполуки з ним виступають інгібіторами ферментів та здатні заміщувати кальцій у кістках)? [1, с.103-111]
35. Яке значення мінералізації за класифікацією О.О.Алекіна відповідає прісним водам? [1, с.50-60]
36. Як називається харчовий білок, що містить всі незамінні амінокислоти? [2, с.26-45]
37. Ферменти, що каталізують реакції розщеплення речовин за участю води, яку

- мають назву? [2, с.70-84]
- 38.** Утворення дисахаридів може здійснюватися за рахунок напівацетального гідроксила одного моносахариду і якогось гідроксила (здебільшого це гідроксил, що знаходиться біля четвертого атома Карбону) іншого, в такому випадку дисахарид відносять до якого типу? [2, с.54-69]
- 39.** З якими із вказаних нижче сполук нінгідриновий реактив дає кольорову реакцію? [2, с.26-45]
- 40.** Швидкість якої реакції прискорюють ферменти? [2, с.70-84]
- 41.** Процес висолювання білків відноситься до якого типу взаємодії? [2, с.26-45]

## 6. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Основна література

1. Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Загальна гідрохімія : підручник. К.: Либідь, 1997. 384 с.
2. Горліченко М. Г., Шевченко С. В. Біохімія гідробіонтів : конспект лекцій. Одеса : Вид-во «ТЕС», 2009 р. 144 с. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/676/>
3. Євтушенко М. Ю., Горліченко М. Г., Шевченко С. В. Статична біохімія гідробіонтів : навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2012 р. 220 с. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/693/>
4. Горліченко М. Г., Шевченко С. В. Біохімія гідробіонтів. Частина II «Динамічна біохімія» : конспект лекцій. Одеса, 2014. 180 с. (електронна версія). <http://eprints.library.odeku.edu.ua/684/>
5. Васильєва М. Г., Шевченко С. В. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни «Гідрохімія та біохімія гідробіонтів» для студентів II-го курсу денної та дистанційної форм навчання, спеціальності – «Водні біоресурси та аквакультура». Одеса : ОДЕКУ, 2017. 90 с. (електронна версія). <http://eprints.library.odeku.edu.ua/721/>
6. Васильєва М. Г., Рудковська О.В. Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів при вивченні дисципліни «Гідрохімія та біохімія гідробіонтів» для студентів II-го курсу природоохоронного факультету, спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура». ОДЕКУ, 2019. 163 с. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/5781/>

### Додаткова література

7. Алёкин О. А. Основы гидрохимии. Л., 1970. 368 с.
8. Горев Л. М. та ін. Гідрохімія України. Київ. : Вища школа, 1995. 252 с.
9. Никаноров А. М., Посохов Е. В. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 244 с.
10. Васильєва М. Г. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни «Гідрохімія» для студентів II-го курсу природоохоронного факультету, напрям підготовки – 6.090201 «Водні біоресурси і аквакультура», рівень підготовки – бакалаври. Одеса : ОДЕКУ, 2007. 51 с. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/4320/>
11. Федорова Г. В. Гідрохімія і методи гідрохімічних досліджень : конспект лекцій. Дніпропетровськ : «Економіка», 2006. 79 с. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/1158/>
12. Основы химии и технологи воды / Кульский Л. А., Отв. ред. Строкач П. П. Киев : Наук. думка, 1991.
13. Алекин О. А., А. Д. Семенов, Б. А. Скопинцев. Руководство по химическому анализу вод суши. Л. : Гидрометеиздат, 1973. 269 с.
14. Унифицированные методы анализа вод. Под общей редакцией д.х.н., проф. Ю. Ю. Лурье. М., 1973.
15. Кульский Л. А., Накорчевская В. Ф. Химия воды. Физико-химические процессы обработки природных и сточных вод. Киев : Вища школа, 1983.
16. Губський Ю. І. Біологічна хімія : підручник. Київ-Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. 508 с. (електронний варіант)
17. Вороніна Л. М. та ін. Біологічна хімія : Підручник / Л. М. Вороніна, В. Ф. Десенко, Н. М. Мадієвська та ін. За ред. проф. Л. М. Вороніної. Х.: Основа; Видавництво НФАУ, 2000. 608 с. (електронний варіант)
18. Горліченко М. Г. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни «Біохімія гідробіонтів» для студентів. ОДЕКУ : Одеса, 2007. 57 с.
19. Мельничук Д. О., Мельникова Н. М. Біохімія гідробіонтів : посібник для лабораторних робіт. К., 2011. 216 с. (електронний варіант)