

РОБОЧИЙ ЗОШИТ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ОBOB'ЯЗКОВОЇ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ «ГІДРОБІОЛОГІЯ»

для підготовки здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти



Галузь знань
медицина

Спеціальність

Предметна спеціальність

Спеціалізація

Освітня програма

Факультет

Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна

Н5 Водні біоресурси та аквакультура

-

-

Водні біоресурси та аквакультура
природничий

Укладачі:

кандидат біологічних наук, доцент
МУЗИКА Лідія,

доктор біологічних наук, професор
ШЕЛЮК Юлія

Розглянуто та схвалено на засіданні
кафедри ботаніки, біоресурсів та
збереження біорізноманіття

Протокол від 05 червня 2026 р. № 31

Завідувач кафедри

_____ Людмила КОНСТАНТИНЕНКО

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені Івана Франка
(протокол № 12 від 26.06.2026 року)*

Рецензенти:

Першко Ірина – кандидат біологічних наук, доцент, викладач вищої кваліфікаційної категорії Житомирського базового фармацевтичного фахового коледжу Житомирської обласної ради

Житова Олена – доктор біологічних наук, професор, професор кафедри лісового та садово-паркового господарства Поліського національного університету

Астахова Лариса – кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені Івана Франка

М-92 Робочий зошит для лабораторних робіт з обов'язкової освітньої компоненти «Гідробіологія» / Укладачі: Л. В. Музика, Ю. С. Шелюк. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2026. 132 с.

Робочий зошит для лабораторних занять з освітньої компоненти «Гідробіологія» містить методичні рекомендації щодо підготовки до лабораторних занять, виконання практичних завдань, оформлення результатів досліджень та контролю знань.

Видання призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина, спеціальності Н5 Водні біоресурси та аквакультура за освітньо-професійною програмою «Водні біоресурси та аквакультура».

© Музика Л.В., уклад., 2026

© Шелюк Ю.С., уклад., 2026

© Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2026

УДК 574.5(076)

М-92

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ В НАВЧАЛЬНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1	7
Тема: Гідробіологія як наука. Основні методи гідробіологічних досліджень. Відбір, маркування та фіксація гідробіологічних проб.....	7
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2–3	11
Тема: Загальна характеристика умов існування водних організмів.	11
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4	18
Тема: Екологічна зональність водойм та їхні біотопи.	18
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5	23
Тема: Життєві форми нейстали та їх пристосування до умов існування.	23
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6–7	27
Тема: Життєві форми пелагіалі. Планктон та його пристосування до життя в пелагіалі.....	27
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8	35
Тема: Методи дослідження планктону.	35
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9	40
Тема: Методи дослідження планктону. Камеральне опрацювання проб фіто- та зоопланктону..	40
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10	47
Тема: Життєві форми бенталі та їх адаптації до середовища існування.	47
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11–12	55
Тема: Методи дослідження бентосу.....	55
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13	59
Тема: Основні таксономічні групи гідробіонтів.	59
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14	71
Тема: Типи водяної рослинності.	71
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15	75
Тема: Методи дослідження водяної рослинності.	75
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 16	79
Тема: Газообмін гідробіонтів.....	79
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17	85
Тема: Водно-сольовий обмін в організмі гідробіонтів.....	85
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 18-19.....	88

Тема: Кормові ресурси водойм. Живлення гідробіонтів.	88
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 20	93
Тема: Ріст, розвиток та енергетика гідробіонтів.....	93
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 21	96
Тема: Популяції гідробіонтів. Динаміка чисельності гідробіонтів.....	96
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 22	101
Тема: Відтворення і динаміка популяцій гідробіонтів.....	101
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 23-24.....	105
Тема: Структурні та функціональні особливості гідробіоценозів. Міжпопуляційні відносини у гідробіоценозах.	105
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 25	110
Тема: Водні екосистеми. Продуктивність водойм.....	110
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 26	115
Тема: Біологічні ресурси водойм.....	115
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 27–29	120
Тема: Гідробіологія прісних та солоних водойм.	120
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 30	124
Тема: Проблеми сучасної гідробіології.	124
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	131

ВСТУП

Робочий зошит для лабораторних робіт з обов'язкової освітньої компоненти «Гідробіологія» розроблено відповідно до освітньої програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Н5 Водні біоресурси та аквакультура.

Вивчення гідробіології є важливою складовою професійної підготовки фахівців у галузі водних біоресурсів та аквакультури, оскільки забезпечує розуміння закономірностей функціонування водних екосистем, взаємозв'язків між їхніми компонентами та механізмів формування біологічної продуктивності водойм. Отримані знання є необхідними для раціонального використання, охорони та відтворення водних біоресурсів.

Метою вивчення освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти цілісної системи знань щодо біологічних процесів у водних екосистемах, закономірностей формування гідробіоценозів, видового складу, адаптацій до середовища існування та біопродуктивного потенціалу окремих груп гідробіонтів; отримання необхідних умінь та навичок проведення комплексних гідробіологічних досліджень.

Основними завданнями курсу є:

- ознайомитися з фізико-хімічними властивостями води та ґрунту як середовища існування гідробіонтів;
- розглянути видовий склад, життєві форми гідробіонтів, екологічні особливості їх життєдіяльності та адаптаційні механізми до дії біотичних, абіотичних і антропогенних чинників навколишнього середовища;
- розглянути індикаторні організми сапробності водойм з різними зонами забруднення;
- з'ясувати роль гідробіонтів у формуванні біопродуктивності водойм та якості води;
- формувати уміння організовувати та проводити комплексні гідробіологічні дослідження;
- опанувати методи відбору проб різних видів гідробіонтів, їх консервування, транспортування, зберігання та камеральної обробки в лабораторних умовах;
- оволодіти методами визначення видового складу, чисельності та біомаси гідробіонтів;
- сформувати уміння інтерпретувати, аналізувати, узагальнювати та застосовувати гідробіологічну інформацію для оцінки екологічного стану, якості та біопродуктивного потенціалу водойми.

Освітня компонента складається з трьох модулів:

Модуль I. Гідробіологія як наука. Загальна характеристика умов існування гідробіонтів.

Модуль II. Життєві форми гідробіонтів та їхні адаптації до середовища існування. Методи дослідження пелагіалі та бенталі водойм.

Модуль III. Екологічні основи життєдіяльності водних організмів. Популяції та біоценози водойм. Проблеми сучасної гідробіології.

Матеріали робочого зошита структуровані відповідно до тем лабораторних занять і містять теоретичні відомості, питання для самопідготовки, практичні завдання, таблиці для фіксації результатів досліджень, розрахункові завдання та контрольні запитання, що сприяють закріпленню теоретичних знань і розвитку професійних компетентностей здобувачів вищої освіти.

Робочий зошит спрямований на формування практичних навичок роботи з гідробіологічними об'єктами, опанування сучасних методів відбору та аналізу проб, визначення систематичної належності гідробіонтів, проведення розрахунків основних гідробіологічних показників, а також набуття навичок наукового оформлення та інтерпретації результатів досліджень.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ В НАВЧАЛЬНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Загальні вимоги:

- 1.1. До виконання лабораторних робіт з курсу «Гідробіологія» допускаються студенти, які пройшли вступний інструктаж.
- 1.2. Студенти повинні перебувати в лабораторії в спецодязі (халаті) з підбіраною зачіскою.
- 1.3. У лабораторії категорично забороняється їсти.
- 1.4. Без дозволу викладача забороняється брати прилади, препарати та інше обладнання з інших робочих місць, а також переміщатися по лабораторії.
- 1.5. Забороняється виносити з лабораторії лабораторне обладнання, ріжучі предмети, хімічні реактиви та препарати.
- 1.6. У разі травм або погіршення самопочуття необхідно негайно звернутися до викладача для надання першої медичної допомоги.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

- 2.1. Лабораторне обладнання слід розмішувати в центрі столу на спеціальному лотку.
- 2.2. Перед початком роботи необхідно уважно ознайомитися з інструкцією по виконанню завдання.
- 2.3. З робочого місця потрібно прибрати всі зайві предмети.
- 2.4. Перевірити справність лабораторного обладнання, переконатись, що немає пошкоджених елементів (наприклад, скляного посуду) та що все необхідне обладнання є в наявності.

Вимоги безпеки під час роботи:

- 3.1. Під час виконання роботи необхідно точно виконувати вказівки викладача, без його дозволу забороняється проводити будь-які дослідження.
- 3.2. При роботі з інструментами, які мають ріжучі та колючі частини, потрібно бути обережним, не спрямовувати їх на себе та оточуючих, а також класти їх на робочому місці так, щоб гострі частини були відвернуті від вас.
- 3.3. Включати або вимикати прилади можна лише з дозволу викладача.
- 3.4. Обережно поводитись з лабораторним посудом. Не слід застосовувати надмірну силу до крихких стінок посудин. У разі їх розбиття не збирати осколки руками.
- 3.5. При виготовленні препаратів для мікроскопії обережно тримати покривне скло за краї та плавно опускати його на препарат.
- 3.6. Для роботи з фіксованим матеріалом його потрібно заздалегідь витягнути з розчину та ретельно промити під проточною водою.
- 3.7. Під час роботи не відволікатись і не відволікати інших студентів сторонніми чинниками і діями.
- 3.8. Щоб уникнути отруєнь і алергічних реакцій, не слід нюхати чи пробувати на смак будь-які реактиви.
- 3.9. У разі розливу розчинів чи інших речовин негайно повідомити викладача. Не намагатись самостійно прибрати ці речовини.

Вимоги безпеки по закінченню роботи:

- 4.1. Залишки розчинів та роздаткових матеріалів потрібно збирати в спеціальні контейнери.
- 4.2. Після роботи необхідно привести робоче місце в порядок та здати на зберігання все обладнання, прилади та препарати.
- 4.3. Після завершення роботи в лабораторії слід ретельно вимити руки.

Вимоги безпеки в аварійній ситуації:

- 5.1. У разі аварійної ситуації негайно припинити роботу.
- 5.2. Негайно повідомити викладача.

Зміст лабораторного заняття:

1. Теоретичне опитування за темою заняття.
2. Тестовий контроль засвоєних знань з теми.
3. Перевірка завдань, винесених на самостійне опрацювання.
4. Контроль виконання лабораторної роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: Гідробіологія як наука. Основні методи гідробіологічних досліджень. Відбір, маркування та фіксація гідробіологічних проб.

Мета: ознайомитися з предметом, завданнями та основними поняттями гідробіології, вивчити основні методи гідробіологічних досліджень, засвоїти правила відбору, маркування та фіксації гідробіологічних проб.

Теоретичні запитання:

- 1.1 Гідробіологія як наука, її предмет і завдання.
- 1.2 Основні напрями гідробіології.
- 1.3 Основні поняття гідробіології.
- 1.4 Методи гідробіології.
- 1.5 Методи колекціонування гідробіологічного матеріалу. Проби.
- 1.6 Правила техніки безпеки при відборі проб.
- 1.7 Маркування та етикетування проб. Фіксатори.

Завдання для самопідготовки:

1. Зарисуйте схему «Основні біотопи водойм».

2. Заповніть таблицю «Життєві форми гідробіонтів».

Життєві форми	Біотоп	Представники

3. Заповніть таблицю «Фіксатори проб гідробіологічного матеріалу».

Фіксатор	Приготування	Особливості застосування

4. Заповніть схему: «Маркування та етикетування проб». Наведіть пункти, які має обов'язково містити етикетка.

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Вивчення структури та видового складу водних угруповань здійснює:
 - а) аутокологія;
 - б) демекологія;
 - в) синекологія;
 - г) гідроекологія.
2. Гідробіологічні процеси у водоймах різного типу вивчає:
 - а) загальна гідробіологія;
 - б) спеціальна гідробіологія;
 - в) прикладна гідробіологія;
 - г) технічна гідробіологія.
3. Напрямок гідробіології, який вирішує проблеми зниження чисельності гідробіонтів, які мають патогенне або паразитологічне значення:
 - а) санітарна гідробіологія;
 - б) технічна гідробіологія;
 - в) сільськогосподарська гідробіологія;
 - г) медично-ветеринарна гідробіологія.
4. Визначте напрямок сучасної гідробіології, який досліджує закономірності поведінки гідробіонтів і їхніх популяцій:
 - а) продукційний;
 - б) трофологічний;
 - в) енергетичний;
 - г) етологічний.
5. Визначте біотоп на межі повітря-вода:
 - а) нейсталь;
 - б) пелагіаль;
 - в) бенталь;
 - г) лігораль.
6. Організми поверхневого шару води:
 - а) нейстон;
 - б) пелагос;
 - в) бентос;
 - г) перифітон.
7. Планктон – це:
 - а) сукупність організмів, які існують біля поверхневої плівки води;
 - б) пелагічні організми, частина яких знаходиться на поверхні води, частина занурена у воду;
 - в) дрібні та мікроскопічні організми, які живуть у товщі води у завислому стані та не здатні активно протистояти перенесенню течією;

г) активно плаваючі організми водної товщі, які здатні протистояти течії та мігрувати на значні відстані.

8. Детрит – це:

а) продукти розкладу органічної маси (нитчастих і синьо-зелених водоростей, вищих водяних рослин, тварин тощо);

б) угруповання організмів піщаних ґрунтів водою;

в) угруповання організмів переважно одноклітинних водоростей, що існують в талій воді на поверхні криги чи снігу;

г) угруповання організмів товщі льоду у стані анабіозу (деякі рослини та безхребетні).

9. Метод досліджень, який передбачає цілеспрямований вплив дослідника на окремі популяції, біоценози або екосистеми в природних або лабораторних умовах у необхідному для нього напрямку:

а) описовий метод дослідження;

б) експериментальний метод дослідження;

в) порівняльний метод дослідження.

10. Угруповання організмів, які існують у товщі льоду у стані анабіозу (деякі рослини та безхребетні):

а) пагон;

б) перифітон;

в) кріопланктон;

г) псамон.

Бланк для відповідей на тестові завдання:

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1		3		5		7		9	
2		4		6		8		10	

Словник:

Гідробіологія _____

Океанобіологія _____

Таласобіологія _____

Лімnobіологія _____

Потамобіологія _____

Геліобіологія _____

Планктонологія _____

Бентологія _____

Нейстологія _____

Нейсталь _____

Пелагіаль _____

Бенталь _____

Нейстон _____

Плейстон _____

Планктон _____

Нектон _____

Бентос _____

Пелагобентос (нектобентос) _____

Перифітон _____

Пагон _____

Кріопланктон _____

Псамон _____

Проба _____

Цикл _____

Моніторингове дослідження _____

Генеральна сукупність _____

Вибірка _____

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Завдання 1. Відібрати та законсервувати пробу води у водоймі вашого населеного пункту. Проетикетувати пробу відповідним чином. Етикетку навести в результатах і висновках роботи.

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання:

1. За якими ознаками класифікують планктон, бентос, перифітон?
2. Які оптичні прилади використовують у гідробіологічних дослідженнях?
3. Яка мета ставиться при етикетуванні проби?
4. Для чого фіксуються проби?
5. Які фіксатори використовуються найчастіше?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2–3

Тема: Загальна характеристика умов існування водних організмів.

Мета: ознайомитися з основними екологічними чинниками водного середовища та особливостями їхнього впливу на гідробіонтів, а також набути практичних навичок визначення окремих органолептичних і фізичних показників якості води.

Теоретичні запитання:

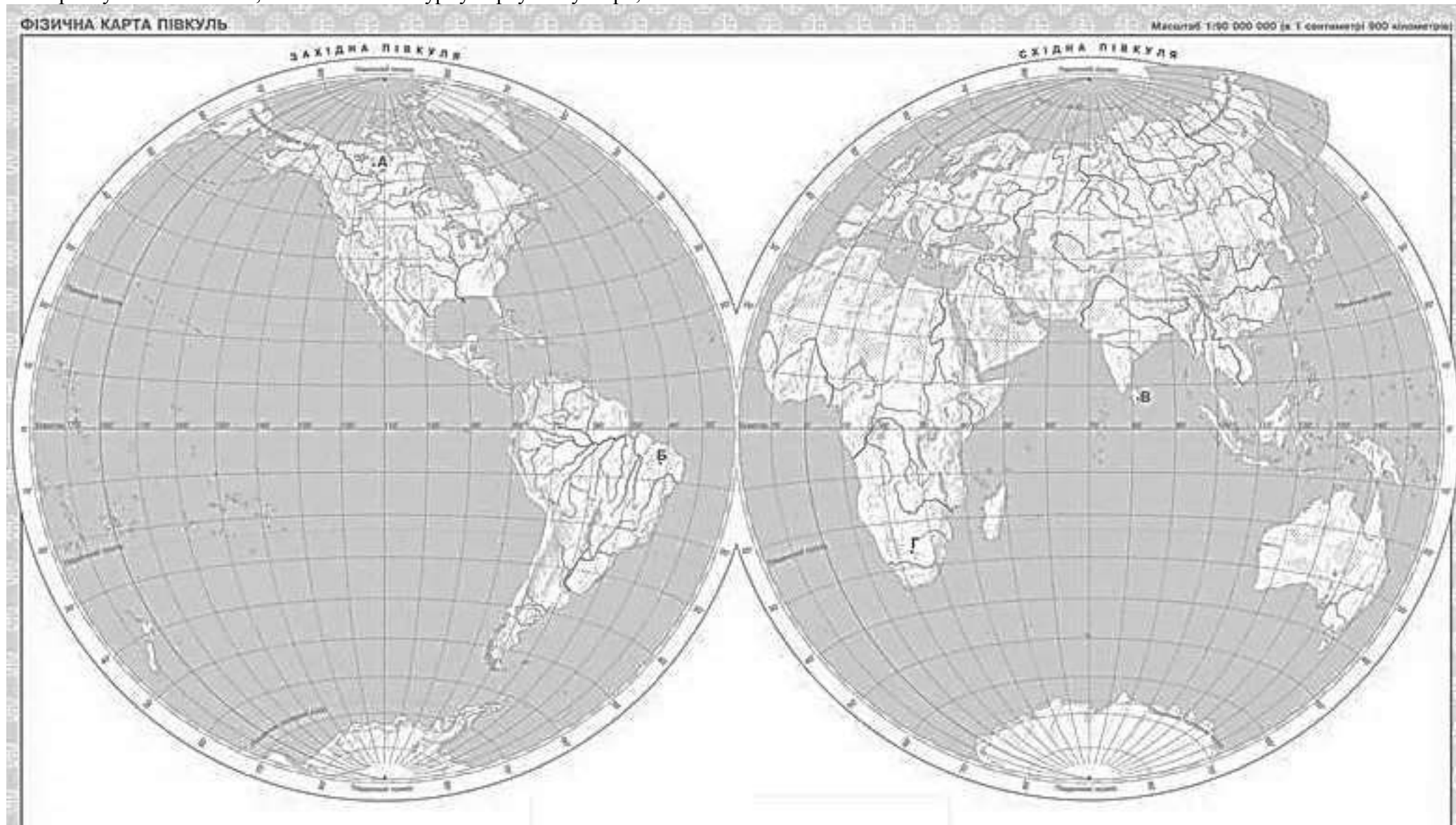
1. Загальна характеристика гідросфери.

2. Основні чинники середовища існування гідробіонтів.
3. Загальна характеристика абіотичних чинників середовища водойм:
 - 3.1 Вода як середовище життя гідробіонтів.
 - 3.2 Ґрунти як середовище життя гідробіонтів.
 - 3.3 Гідрохімічні властивості води.
 - 3.4 Температура.
 - 3.5 Світло.
 - 3.6 Електромагнітні явища, іонізуюча радіація.
4. Екологічна валентність. Еврибіонти, стенобіонти.
5. Реакції гідробіонтів на дію чинників водного середовища.

Завдання для самопідготовки:

1. Зарисуйте схему колообігу води.

2. Користуючись атласом, нанесіть на контурну карту світу моря, океани.



Тестові запитання для самоконтролю:

1. Який континент найбільш забезпечений річковою водою?
 - а) Південна Америка;
 - б) Австралія;
 - в) Європа;
 - г) Африка.
2. Яка концентрація розчиненого кисню вважається мінімально допустимою для більшості гідробіонтів?
 - а) не більше 2 мг/дм³;
 - б) 2–5 мг/дм³;
 - в) не менше 14 мг/дм³;
 - г) 20–30 мг/дм³.
3. Яким методом визначають кількість кисню у воді?
 - а) методом Кубеля;
 - б) методом Паскаля;
 - в) методом Вінклера;
 - г) методом Дюгарі;
4. Перманганатна окислюваність природних вод не повинна перевищувати:
 - а) 5–10 мгО/л;
 - б) 10–15 мгО/л;
 - в) 20–30 мгО /л;
 - г) 40–50 мгО /л;
 - д) 60–70 мгО /л.
5. Спеціальні пристрої, які використовують для відбору проб води називаються:
 - а) амперметри;
 - б) гідрометри;
 - в) батометри;
 - г) водометри.
6. Водойми прискореного стоку (річки і канали) належать до:
 - а) лентичних вод;
 - б) лотичних вод;
 - в) швидких вод;
 - г) ультрашвидких вод.
7. Наслідки фізико-хімічної дії сил неживої природи на живі організми, зокрема світла, температури та ін.:
 - а) абіотичні чинники;
 - б) біотичні чинники;
 - в) токсичні чинники;
 - г) антропогенні чинники.
8. Прикладом дії яких чинників є конкуренція організмів між собою за місце проживання?
 - а) абіотичних чинників;
 - б) біотичних чинників;
 - в) токсичних чинників;
 - г) антропогенних чинників.
9. Максимальні й мінімальні значення будь-якого чинника, які інгібують життєдіяльність гідробіонтів та в подальшому можуть призвести до їхньої загибелі:
 - а) оптимальні умови;
 - б) несприятливі умови;
 - в) критичні чинники;
 - г) лімітуючі чинники.
10. Лімітуючі чинники – це:

- а) умови, за яких організм з найменшими енергетичними затратами зберігає притаманний йому тип метаболізму;
- б) максимальні і мінімальні значення будь-якого чинника, які інгібують життєдіяльність гідробіонтів та в подальшому можуть обумовити їхню загибелі;
- в) життєво важливі чинники для гідробіонтів, які вивчають межу перебігу будь-якого процесу, явища або існування організму незалежно від дії інших чинників;
- г) умови, які не впливають на метаболізм організмів.

Бланк для відповідей на тестові завдання:

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1		3		5		7		9	
2		4		6		8		10	

Словник:

Гідросфера _____

Внутрішні води _____

Абіотичні чинники _____

Біотичні чинники _____

Антропогенні чинники _____

Оптимальні умови _____

Критичні чинники _____

Лімітуючі чинники _____

Літофіли _____

Псамофіли _____

Пелофіли _____

Агрілофіли _____

Біоседиментація _____

Біодислокація _____

Біостабілізація _____

Біогенні речовини _____

Головні іони _____

Розчинені гази _____

Мікроелементи _____

Органічні речовини _____

Евригалінні організми _____

Стеногалінні організми _____

Температурна стратифікація _____

Температурна дихотомія _____

Температурний стрибок (термоклін) _____

Еврифотні організми _____

Стенофотні організми _____

Екологічна валентність виду _____

Еврибіонти _____

Стенобіонти _____

Космополіти _____

Убіквісти _____

Галобіонти _____

Реобіонти _____

Адаптація _____

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Дослід 1. Визначення запаху води.

Суть методу: запах води за характером і інтенсивністю оцінюють органолептичним методом, визначаючи його за відчуттями (наприклад, землистий, хлорний, із запахом нафтопродуктів тощо).

Реактиви та обладнання: плоскодонна колба з притертим корком, місткістю 250–350 мл, годинникове скло, водяна баня.

Хід роботи:

1. Для визначення запаху питної води відберіть проби, об'ємами не менше 500 мл. Проби не консервуються, а визначення слід проводити не пізніше, ніж через 2 години після відбору. Визначення запаху води здійснюється за температури 20 і 60°C.

2. При температурі 20°C у колбу з притертим корком об'ємом 250–350 мл додайте 100 мл досліджуваної води. Колбу закрийте корком і кілька разів обережно перемішайте, виконуючи обертальні рухи, після чого відкрийте і визначте характер та інтенсивність запаху.

3. Для визначення запаху при 60°C у колбу об'ємом 250–350 мл додайте 100 мл води, накрийте годинниковим склом і нагривайте на водяній бані до температури 50–60°C. Після перемішування воду відкрийте, зсуваючи скло вбік, і швидко оцініть характер і інтенсивність запаху.

Інтенсивність запаху води визначають за 20° і 60°C та оцінюють за п'ятибальною шкалою:

- ✓ 0 балів – запах відсутній;
- ✓ 1 бал – дуже слабкий запах, який не помітний для споживача, проте встановлюється під час лабораторного аналізу;
- ✓ 2 бали – слабкий запах, який може бути помітним для споживача, якщо на це звернути його увагу;
- ✓ 3 бали – помітний запах, який чітко відчувається і спричиняє негативне враження про воду;
- ✓ 4 бали – виразний запах, який настільки відчутний, що привертає увагу та змушує відмовитися від вживання води;
- ✓ 5 балів – дуже сильний запах, який настільки сильний, що робить воду непридатною для використання.

**Згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 запах питної води повинен бути не більше 2 балів.*

Результати та висновки роботи:

Дослід 2. Визначення каламутності води.

Суть методу: каламутність води обумовлюється наявністю в ній зважених частинок піску, глини, органічних і неорганічних колоїдів, а також фіто- і зоопланктону. До основних

причин каламутності належить наявність мулу, гідроксидів алюмінію та заліза, силікатної кислоти, планктонних організмів тощо.

Реактиви та обладнання: аналітичні терези, скляна воронка, фільтрувальний папір, проба води об'ємом 1 літр.

Хід роботи:

1. Зважте на аналітичних терезах паперовий фільтр і відфільтруйте через лійку 1 л зразка досліджуваної води.

Увага! Не виливайте фільтрат, він знадобиться для подальшого аналізу.

2. Висушіть папір з осадом і повторно зважте. Різниця у вазі фільтру з осадом і чистим фільтром показує сумарну кількість нерозчинних у воді речовин. Результат записується у міліграмах на літр (мг/л) або частках на мільйон (чмн).

Результати та висновки роботи:

Дослід 3. Визначення прозорості води.

Суть методу: прозорість води є якісним показником, який залежить від її каламутності та забарвлення. Оцінку прозорості здійснюють шляхом визначення висоти водяного стовпа, через який ще можна розпізнати спеціальний шрифт.

Хід роботи:

1. В циліндр із плоским дном додайте досліджувану воду до рівня, за якого літери стандартного друкарського шрифту висотою 3,5 мм стають слабо помітними.

2. Проведіть вимірювання при розсіяному денному освітленні, забезпечуючи гарне освітлення шрифту. Висоту водяного стовпа слід визначити у двох-трьох повтореннях, після чого обчисліть середнє значення, вказуючи отримані результати у сантиметрах.

Результати та висновки роботи:

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Тема: Екологічна зональність водойм та їхні біотопи.

Мета: ознайомитися із зонами життя у водоймах різного типу, проаналізувати чинники, які їх визначають.

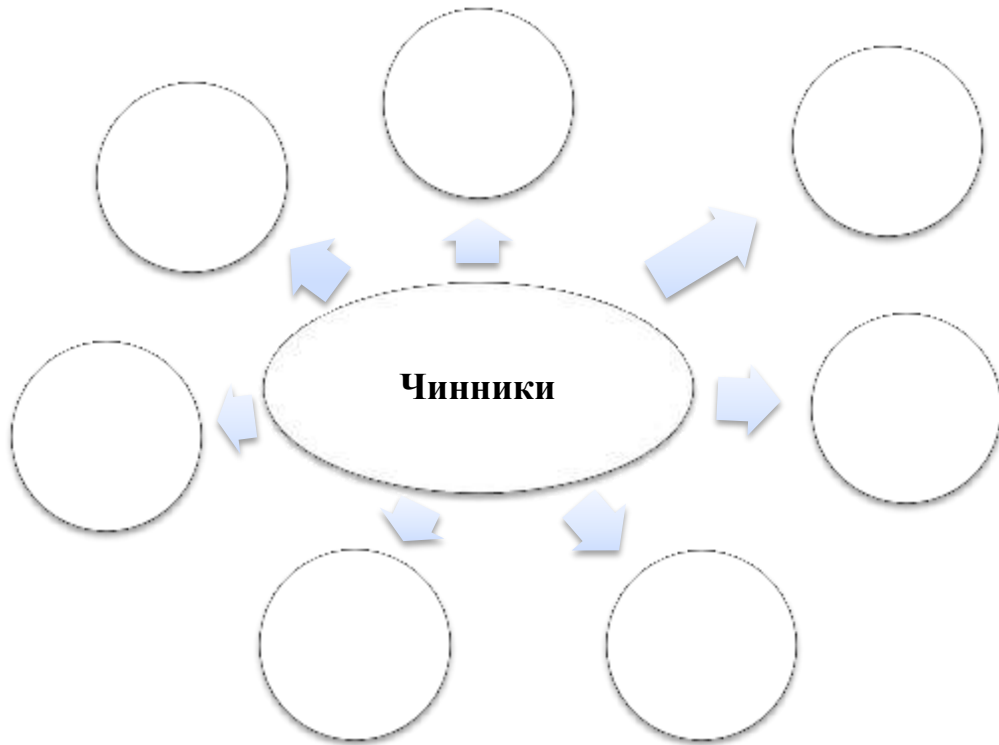
Теоретичні запитання:

1. Екологічна зональність водойм.
2. Основні екологічні зони морів та Світового океану.
3. Екологічна зональність континентальних водойм.
4. Екологічні зони річок.
5. Екологічні зони водосховищ.

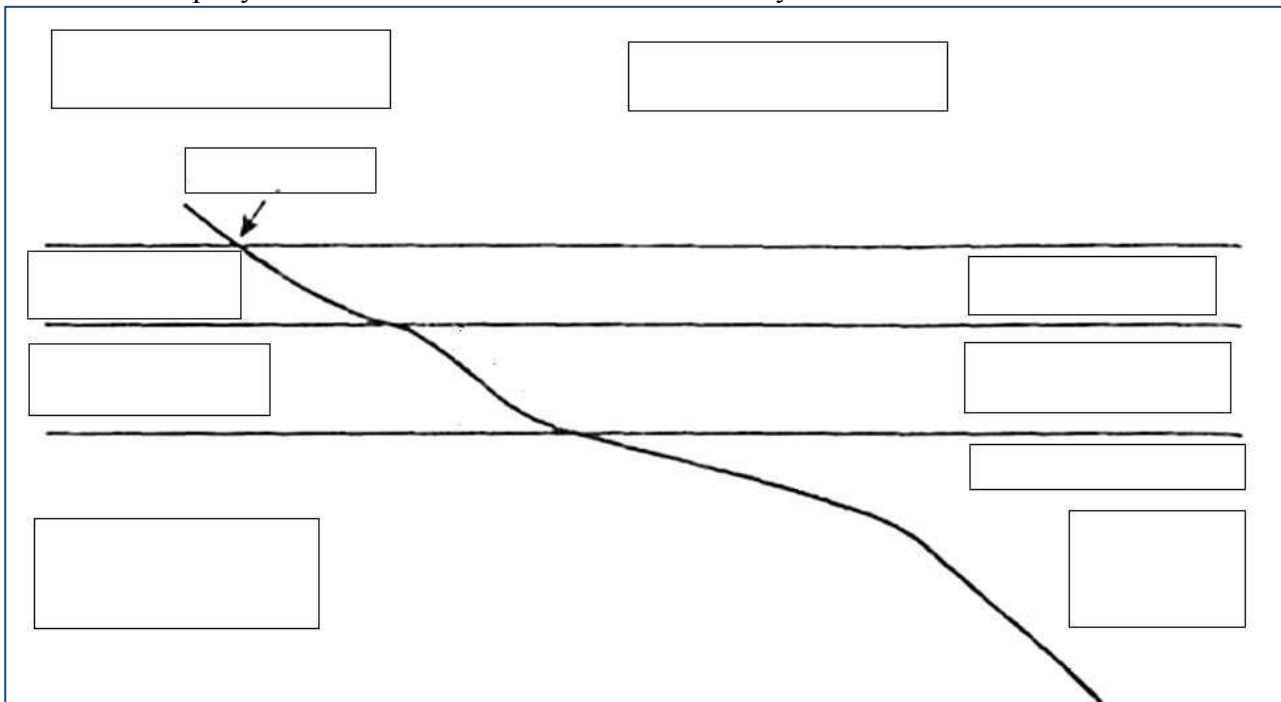
Завдання для самопідготовки:

1. Зарисуйте схему «Екологічні зони річкової системи».

2. Заповніть схему: «Чинники, які визначають екологічну зональність».

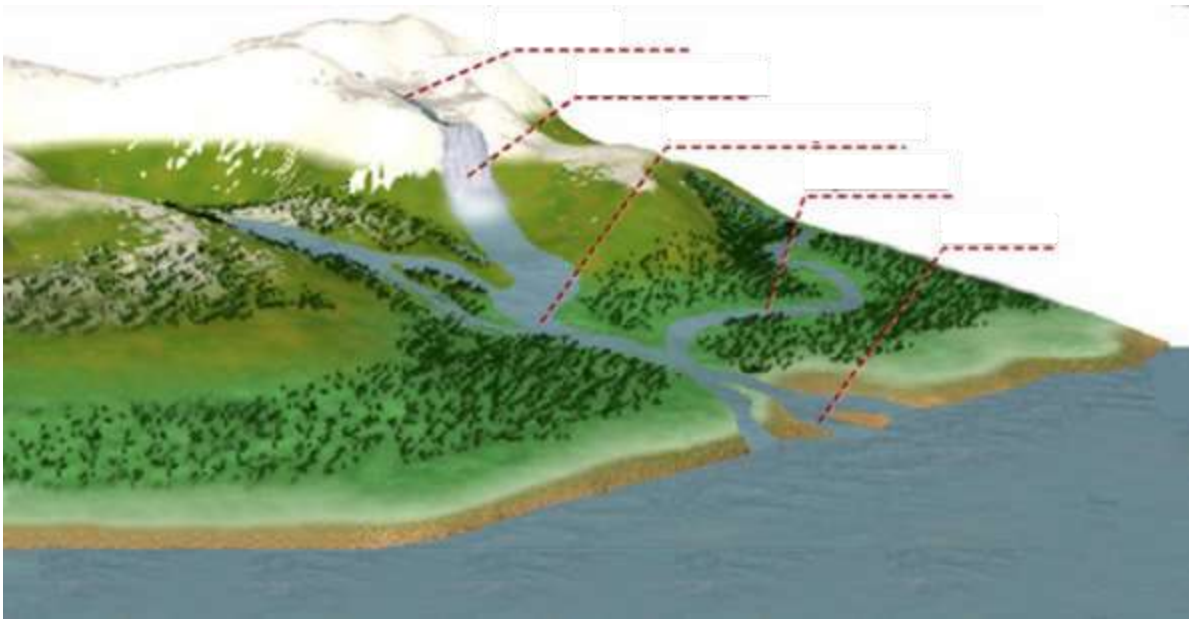


3. Підпишіть рисунок «Екологічні зони Світового океану».



4. Зарисуйте схему «Екологічні зони озера».

5. Підпишіть рисунок «Річкова система».



6. Заповніть таблицю «Екологічні зони озера».

Назва зони	Поширення	Умови життя	Організми, які населяють

7. Розгляньте рисунки. Встановіть відповідність між водним об'єктом та наукою, яка його вивчає.

1.



3.



- А – таласобіологія
- Г – гелеобіологія
- Б – лімнологія
- Д – нейробиологія
- В – потамобіологія

2.



4.



- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –

Тестові запитання для самоконтролю:

1. Як називають водосховища, які розташовані в межах долини річки з витягнутою формою?
 - а) руслові;
 - б) озерно-річкові;
 - в) рівнинні;
 - г) гірські.
2. Прибережні мілководні смуги з уповільненою течією – це:
 - а) рипаль;
 - б) медаль;
 - в) стрижень;
 - г) естуар.
3. Швидка течія, кам'янисте дно з піщаними наносами, звивисте русло з вирами характерні для:
 - а) епіритралі;
 - б) субритралі;
 - в) метаритралі;
 - г) гіпоритралі.
4. Організми біотопу швидкої течії називають:
 - а) витраль;
 - б) потамаль;
 - в) ритрон;
 - г) потамон.
5. Біотоп швидкої течії – це:
 - а) ритраль;
 - б) потамаль;
 - в) епіритраль;
 - г) потамон.
6. Заплавою називають:
 - а) поглиблення ложа, яке заповнене проточною водою в меженний період;
 - б) частина дна, яка покривається водою лише під час повеней і паводків;
 - в) територія водозбірної площі, що відділена вододілом від подібних площ інших річок.
7. Притоки першого порядку – це:
 - а) річки, які впадають в океани;
 - б) річки, які впадають у моря;
 - в) річки, які впадають в головну річку;
 - г) річки, які впадають в озера.
8. Гіполімніон – це:
 - а) мілководна зона, прибережна частина, що поширюється від берега до звалу;
 - б) глибоководна зона, де відсутня вища водяна рослинність, характерна для глибоководних водойм;
 - в) зона, що може опускатися глибше 10–12 м, має крутий схил – звал і різноманітні біотопи;
 - г) найглибші шари води.
9. Профундаль – це:
 - а) мілководна зона озера, прибережна частина, що поширюється від берега до звалу;
 - б) глибоководна зона озера, де відсутня вища водяна рослинність, характерна для глибоководних водойм;
 - в) зона озера, що може опускатися глибше 10–12 м, має крутий схил – звал і різноманітні біотопи;
 - г) найглибші шари води.

10. У котловині озер розрізняють такі частини:

- а) підводна тераса з характерним пологим, поступово зниженням дна;
- б) вал з відносно крутим падінням дна;
- в) котел або ложе, яке займає найбільшу частину усієї площі дна;
- г) дно, яке є переважно рівнинним та не залежить від рельєфу місцевості.

Бланк для відповідей на тестові завдання:

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1		3		5		7		9	
2		4		6		8		10	

Словник:

Екологічна зональність водойм _____

Супралітораль _____

Евлітораль _____

Сублітораль _____

Озеро _____

Епіпелагіаль _____

Батіпелагіаль _____

Абісопелагіаль _____

Ультраабісопелагіаль _____

Головні річки _____

Притоки першого порядку _____

Річкова система _____

Водозабірна площа _____

Гірські річки _____

Рівнинні річки _____

Річище _____

Рипаль _____

Медіаль _____

Стрижень _____

Материкова відмілина _____

Материковий схил _____

Океанічне ложе _____

Контрольні запитання:

1. Чим обумовлена екологічна зональність водойм?
2. Назвіть основні екологічні зони Світового океану (морів та океанів).
3. Які частини розрізняють у котловині озер?
4. Які типи водосховищ розрізняють залежно від морфометрії?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема: Життєві форми нейстали та їх пристосування до умов існування.

Мета: ознайомитися з основними життєвими формами нейстали, розглянути їхнє пристосування до умов існування. З'ясувати екологічну роль нейстону та плейстону у водних екосистемах.

Теоретичні запитання:

1. Життєві форми гідросфери.

2. Життєві форми нейстали:
- 2.1 Нейстон.
- 2.2 Плейстон.
3. Пристосування організмів до життя в нейстали.
4. Екологічна роль нейстону та плейстону у водних екосистемах.

Запитання та завдання для закріплення матеріалу та самоконтролю:

1. Розгляньте рисунки. Визначте наведені організми та розділіть їх на групи: нейстон, плейстон. Заповніть таблицю, зазначаючи назви наведених організмів та вкажіть ознаки, за якими ви віднесли організм до тієї чи іншої групи.



А



Б



В



Г



Д



Ж



З



Е

<i>Нейстон</i>	<i>Плейстон</i>

2. Заповніть таблицю «Пристосування нейстону та плейстону до життя в нейстали».

<i>Пристосування</i>	<i>Особливості та біологічне значення</i>	<i>Організми, для яких характерне</i>

3. Визначте роль нейстону в живленні мальків риб.

Тестові запитання для самоконтролю:

1. Що таке плейстон?
 - а) організми, які існують лише на поверхні води;
 - б) організми, частина тіла яких виступає над поверхнею води, а частина занурена у воду;
 - в) організми, які живуть на дні водойм;
 - г) організми, частина яких знаходиться на поверхні води, а частина занурена у воду.
2. Що таке нейстон?
 - а) організми, які живуть у глибоких шарах води;
 - б) організми, які існують на поверхні води або на межі водної плівки;
 - в) організми, які живуть на дні водойм;
 - г) організми, що живуть на водних рослинах.
3. Які з наведених організмів є типовими для нейстону?
 - а) водяні жуки, водяні кліщі, личинки комарів;
 - б) риби, амфібії, птахи;
 - в) молюски, планктонні водорості, морські ссавці;
 - г) ланцетники, морські зірки, черепахи.
4. Які функції виконують організми нейстали в екосистемах?
 - а) вони є первинними продуцентами та виробляють органічну масу;
 - б) вони слугують кормом для багатьох водних тварин і беруть участь у процесах трансформації енергії в екосистемах;
 - в) вони беруть участь у процесах фільтрації води;
 - г) вони живляться великими організмами, зокрема рибами, обумовлюючи порушення у ланцюгах живлення.
5. Які чинники впливають на розподіл організмів нейстали в водоймі?
 - а) температура води;
 - б) поверхневий натяг;
 - в) рівень освітленості;
 - г) все вище згадане.
6. Як нейстонні організми утримуються на поверхні води?
 - а) завдяки використанню сил поверхневого натягу;
 - б) завдяки плавальному міхуру;
 - в) завдяки зябровому диханню;
 - г) завдяки високій щільності тіла.
7. Як організми нейстали отримують кисень?
 - а) безпосередньо з атмосфери через поверхневу плівку води;
 - б) дихають через зябра, як риби;
 - в) через покриви шкіри;
 - г) вони не потребують кисню для існування.
8. Пелагічні організми, частина яких знаходиться на поверхні води, а частина занурена у воду (деякі сифонофори, ряска) належать до організмів:
 - а) нейстону;
 - б) плейстону;
 - в) планктону;

- г) нектону.
9. Визначте біотоп на межі повітря-вода:
- а) нейсталь;
 б) пелагіаль;
 в) бенталь;
 г) літораль.
10. Деякі сифонофори, ряска належать до групи:
- а) планктону;
 б) нектону;
 в) нейстону;
 г) плейстону.

Бланк для відповідей на тестові завдання:

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1		3		5		7		9	
2		4		6		8		10	

Словник:

Нейстон _____

Нейсталь _____

Плейстон _____

Плейстони _____

Епінейстон _____

Гіпонејстон _____

Зоонејстон _____

Гідрофобність _____

Поверхневий натяг _____

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Завдання 1. Розгляньте організми поверхневої плівки води, що розвиваються в акваріумах, вода яких була попередньо забруднена незначною кількістю органічного добрива. Зарисуйте організми епі- та гіпонејстону.

Хід роботи:

А. Нанесіть кілька крапель води на годинникове скло та розгляньте їх під збільшенням. Після того як ви переконаєтесь у наявності значної кількості нейстонних організмів, обережно доторкніться до поверхні води кільцем діаметром близько 5 мм, виготовленим із тонкого дроту та оснащеним трьома маленькими ніжками. Підійміть кільце разом із фрагментом поверхневої плівки, переверніть його та встановіть ніжками на предметне скло. Дослідіть препарат під мікроскопом.

Б. Обережно покладіть чисте покривне скло на поверхню води, після чого за допомогою пінцета зніміть його разом із нейстоном і розмістіть на предметне скло з поглибленням, зволоженою стороною вниз. Розгляньте підготовлений препарат при великому збільшенні.

Серед організмів зоонейстону можна побачити *Scapholeberis mucronata*. Спостерігаючи під біноклем цих тварин у невеликій плоскій посудині з водою, можна легко побачити характерне положення тварин, які підвішені до плівки води. При детальному розгляді під мікроскопом зверніть увагу на особливості їхньої будови. Опишіть особливості будови, які забезпечують утримання організму біля поверхневої плівки води.

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання

1. Яка відмінність епінейстону від гіпонеїстону?
2. Перерахуйте представників нейстону морських та прісних вод.
3. Яка екологічна роль нейстону у водних екосистемах?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6–7

Тема: Життєві форми пелагіалі. Планктон та його пристосування до життя в пелагіалі.

Мета: ознайомитися з основними життєвими формами пелагіалі, систематичними та екологічними групами планктону, а також із їхніми морфо фізіологічними адаптаціями до життя у водній товщі.

Теоретичні запитання:

1. Життєві форми пелагіалі.
2. Планктонні безхребетні: загальна характеристика, біологічні особливості та роль у водних екосистемах.
3. Найпростіші водойм: біологічні особливості та екологічне значення.
4. Коловертки: біологічні особливості та значення у водоймах.

5. Планктонні ракоподібні водойм.

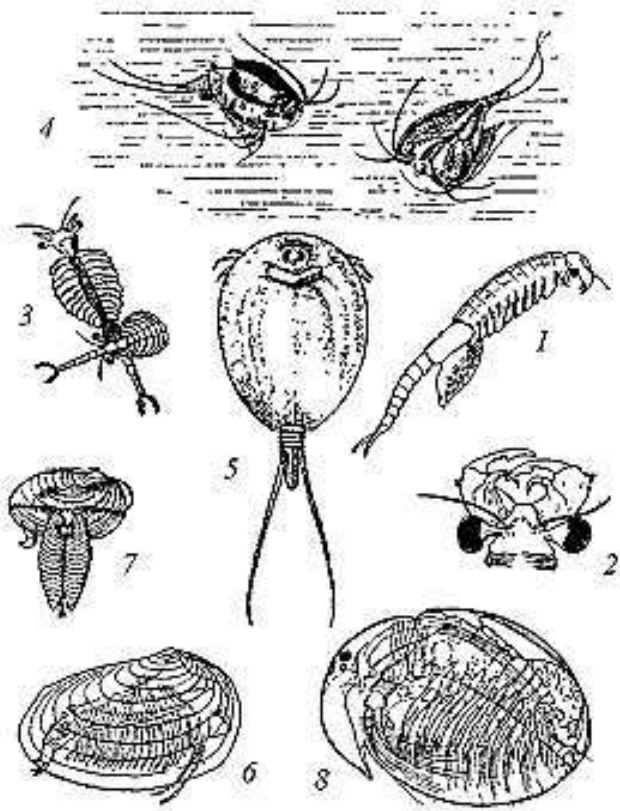
6. Пристосування планктону до життя в пелагіалі.

Завдання для самопідготовки:

1. Заповніть таблицю «Класифікація угруповань планктону».

<i>Класифікаційна ознака</i>		<i>Угруповання</i>
<i>Систематичне положення</i>		
<i>Місце існування</i>		
<i>Тривалість перебування в пелагіалі</i>		
<i>Функціональна роль в екосистемі</i>		
<i>Розмірні ознаки</i>		

2. Підпишіть рисунок «Представники зоопланкtonу».



- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –
- 7 –
- 8 –

3. Заповніть таблицю «Основні представники зоопланкtonу».

Таксономічна група	Особливості будови, зовнішній вигляд	Характер життєдіяльності	Основні представники

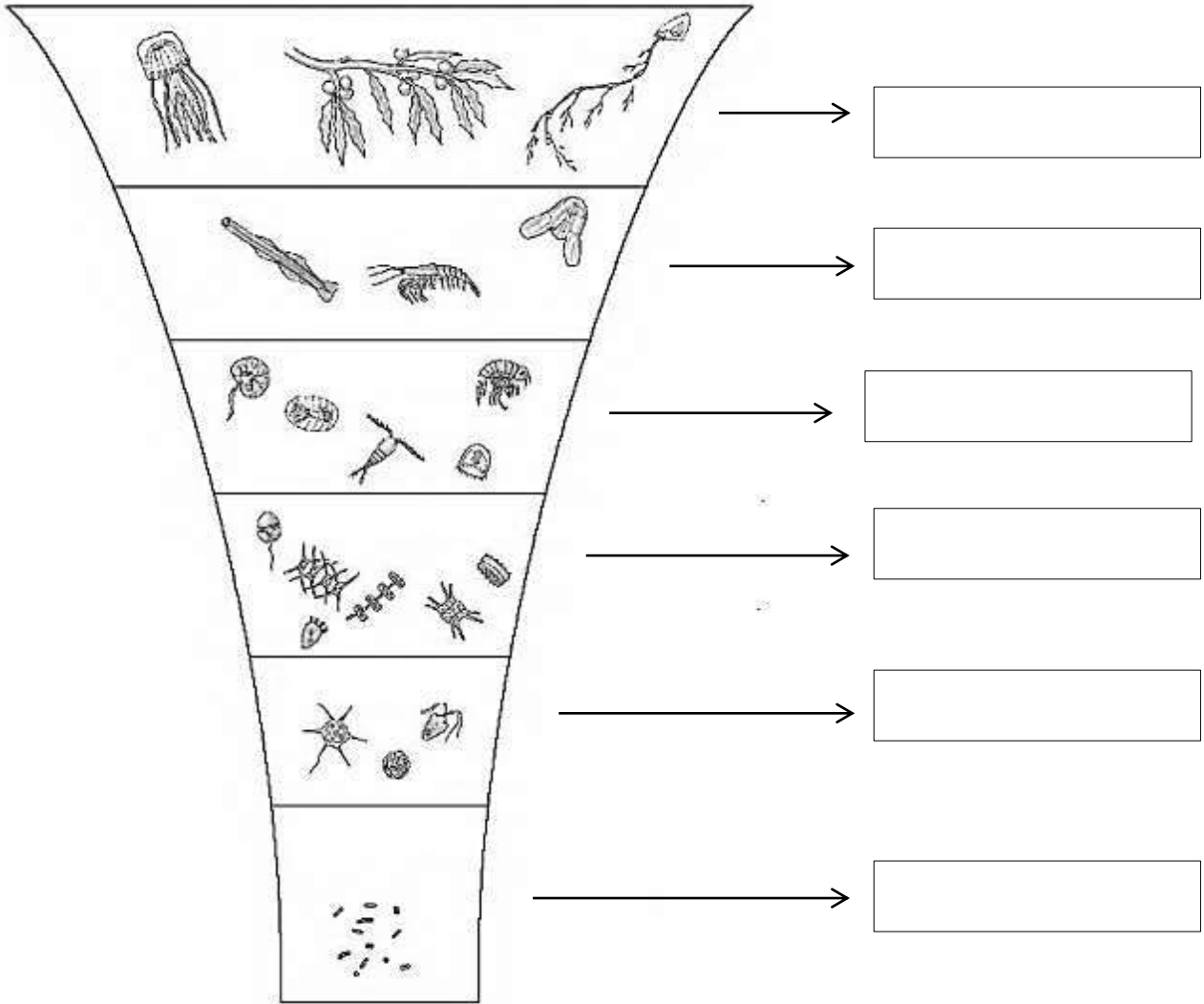
4. Додайте підписи до рисунку «Організми меропланктону».



5. Заповніть таблицю «Пристосування планктону, які збільшують опір їх форми».

Пристосування	Особливості	Організми, для яких характерне
Подовженням однієї осі		
Подовженням двох осей		
Різноманітні вирости		

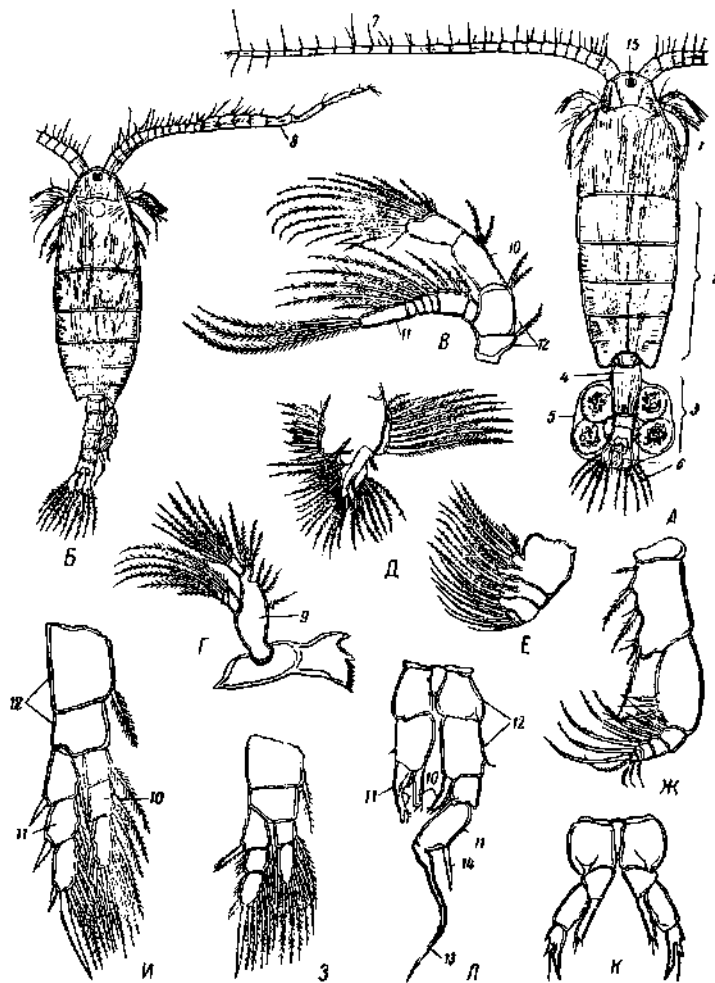
6. Додайте підписи до рисунку «Основні групи планктону за розмірною ознакою».



7. Заповніть таблицю «Пристаосування планктону, які зменшують їх залишкову вагу».

<i>Пристаосування</i>	<i>Особливості</i>	<i>Організми, для яких характерне</i>
Обводнення тіла		
Редукція скелетних утворень		
Жирові включення		
Газові включення		

8. Зробіть підписи до рисунку «Органи руху *Diaptomus graciloides*»: А – самка; Б – самець.



В –
Г –
Д –
Е –
Ж –
З –
И –
К –
Л –
1 –
2 –
3 –
4 –
5 –
6 –
7 –

Тестові запитання для самоконтролю:

1. Яким терміном позначають організми різного систематичного положення, які мають різноманітні морфо фізіологічні пристосування до життя у певних біотопах?

- а) життєва форма;
- б) біотоп;
- в) екотоп;
- г) біоценоз.

2. Угрупування організмів, які населяють водну товщу морів, океанів і поверхневих водних об'єктів суші та не можуть протидіяти течії через відсутність або недорозвиненість органів руху:

- а) планктон;
- б) бентос;
- в) перифітон;
- г) нектон.

3. Рослинні організми планктону (переважно одноклітинні та колоніальні мікроскопічні водорості) входять у групу:

- а) бактеріопланктону;
- б) фітопланктону;
- в) зоопланктону;
- г) нуклеопланктону.

4. Організми, які усе своє життя перебувають в товщі води і лише на стадії спокою (яйця, бруньки) можуть знаходитись на дні:
- голопланктон;
 - меропланктон;
 - бентопланктон;
 - перопланктон.
5. Організми, які існують у товщі води тимчасово на окремих стадіях розвитку (планктонні личинки та дорослі особини донних організмів):
- голопланктон;
 - меропланктон;
 - бентопланктон;
 - перопланктон.
6. Як поділяється планктон за систематичним положенням?
- прокаріоти;
 - еукаріоти;
 - придонний планктон;
 - пелагічний планктон.
7. Як поділяється планктон за функціональною роллю в екосистемі?
- продуценти;
 - редуценти;
 - консументи;
 - еукаріоти.
8. Кріофільні водорості талої води і снігу, що утворюється в тріщинах льоду та пустотах снігу:
- кріопланктон;
 - пагон;
 - псамон;
 - фемтопланктон.
9. Організми морського фітопланктону:
- населяють товщу морської води до глибин 20–40 м;
 - населяють товщу морської води до глибин 50–100 м;
 - населяють товщу морської води до глибин 100–150 м;
 - населяють товщу морської води до глибин 150–200 м.
10. Мізиди, креветки, невеликі медузи належать до:
- макропланктону;
 - мезопланктону;
 - мікропланктону;
 - пікопланктону.

Бланк для відповідей на тестові завдання:

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1		3		5		7		9	
2		4		6		8		10	

Словник:

Голопланктонні організми _____

Меропланктонні організми _____

Ультрапланктон _____

Нанопланктон _____

Мікропланктон _____

Мезопланктон _____

Макропланктон _____

Мегапланктон _____

Фітопланктон _____

Бактеріопланктон _____

Зоопланктон _____

Гетерогонія _____

Онтогенез _____

Флотація _____

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Завдання 1. Встановити швидкість занурення живої й анестезованої дафнії.

Матеріал та обладнання: зразки фіксованого прісноводного планктону, живі та анестезовані дафнії, лупа, піпетка, предметні й покривні скельця, мікроскоп, мірний циліндр, годинникове скло, пінцет, лінійка, секундомір.

Хід роботи:

Для визначення швидкості занурення дафнії візьміть високий скляний циліндр, повністю заповнений водою.

А. За допомогою пінцета з м'якими кінцями обережно помістіть одну велику живу *Daphnia magna* на поверхню води в циліндрі. За допомогою секундоміра зафіксуйте час, за який дафнія занурюється на дно.

Б. Виміряйте час занурення анестезованої дафнії (анестезію здійснюють на годинниковому скельці, додаючи до води по краплях слабкий розчин соди або хлоридної кислоти).

Швидкість занурення живої та анестезованої дафній розрахуйте за формулою: $V = S:t$, де V – висота циліндра, t – час занурення.

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання:

1. Що таке планктон?
2. Які групи планктону виділяють залежно від розмірів?
3. Що таке залишкова вага? Наведіть приклади.
4. Що таке опір форми? Наведіть приклади.
5. Які морфологічні ознаки найбільше впливають на плавучість планктону?
6. Чому меропланктон є екологічно важливим у водних екосистемах?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

Тема: Методи дослідження планктону.

Мета: ознайомитися з основними методами відбору, фіксації та концентрування проб фіто- і зоопланктону.

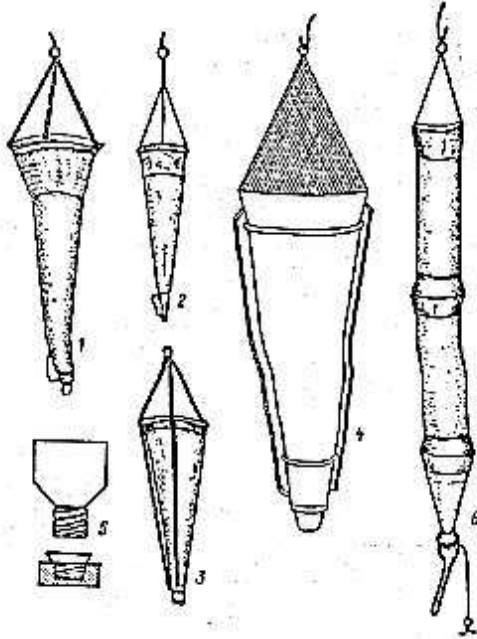
Теоретичні запитання:

1. Прилади для відбору проб планктону.
2. Методи відбору проб планктону.
3. Методи фіксації (консервації) та концентрування проб планктону.

Завдання для самопідготовки:

1. Опишіть методику приготування розчину Люголя для фіксації фітопланктону.

2. Розгляньте рисунок. Зробіть до нього підписи.

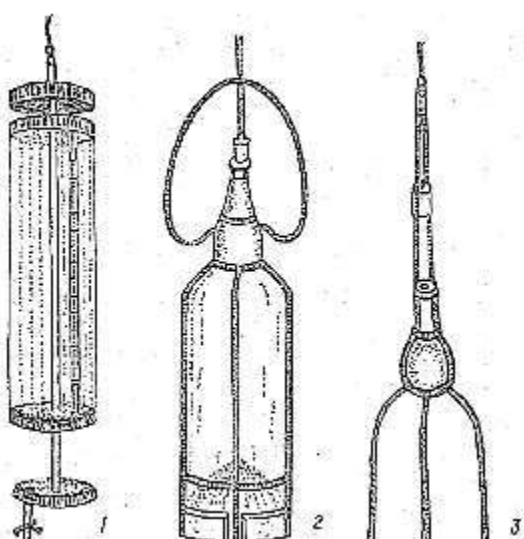


- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –

3. Заповніть таблицю «Прилади для відбору проб планктону».

<i>Пристрій</i>	<i>Будова</i>	<i>Призначення</i>

4. Зробіть підписи до рисунку «Прилади для збору кількісних проб фітопланктону».



- 1 –
- 2 –
- 3 –

Словник:

Батометр _____

Седиментація _____

Центрифугування _____

Фільтрування _____

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Для визначення якісного та кількісного складу фітопланктону проби води відбирають за допомогою батометрів, які занурюють у воду і «вирізають» стовп води з досліджуваної ділянки.

На *мілководних* станціях та рибницьких ставках проби води відбирають із поверхневого шару (0,2–0,3 м) у емальоване відро за допомогою ковша.

Для відбору проб з більшої *глибини* використовують спеціальні прилади – батометри, які дозволяють отримувати проби з певної глибини та ізолювати їх від водної товщі.

Для відбору проб фітопланктону з різних глибин використовують батометри (Рутнера, Молчанова, Паталаса, Ван-Дорна) та прилад Мейера, які дозволяють ізолювати стовп води з заданого горизонту.

Відбирання проб фітопланктону

Для отримання порівнюваних результатів відбір проб фітопланктону рекомендується проводити через однакові проміжки часу, переважно в першій половині дня. Інтегровану пробу формують із води, відібраної на різних горизонтах водойми.

Для визначення якісного та кількісного складу фітопланктону воду відбирають за допомогою батометрів або шляхом зачерпування з глибини 30–50 см. На мілководних ділянках та у ставках проби часто відбирають ковшем або емальованим відром із поверхневого шару води.

Об'єм проби залежить від інтенсивності розвитку водоростей:

✚ 0,5 дм³ – за масового розвитку фітопланктону або під час «цвітіння» води;

✚ 1,0 дм³ – за низької чисельності водоростей (взимку, ранньою весною та пізньої осені).

За необхідності проби відбирають у двох повторностях: одну використовують для дослідження живого матеріалу, іншу – для фіксації та подальшого аналізу.

Для відбору та зберігання проб використовують скляні або поліетиленові флакони місткістю 0,5–1,0 дм³ із герметичними корками. Перед наповненням посуд двічі-тричі промивають водою з досліджуваної водойми. Після відбору проби зберігають у тих самих ємностях до проведення аналізу.

Під час відбору проб методом вирізання стовпа води відібрану воду переливають у чисту ємність, ретельно перемішують і відбирають середню пробу об'ємом 0,5 л. Для фіксації додають 5–7 мл 40 % розчину формаліну. У лабораторії проби залишають у темному місці для відстоювання (седиментації) протягом 10–14 діб.

Відбір проб зоопланктону

Для дослідження зоопланктону воду фільтрують через спеціальні планктонні сітки, виготовлені з млинарського сита, яке затримує планктонні організми та вільно пропускає воду. Найчастіше використовують планктонні сітки Апштейна, які поділяють на якісні та кількісні.

У глибоких озерах і водосховищах відбір проб здійснюють методами вертикального або горизонтального лову. У ставках зоопланктон відбирають із поверхневого шару води (30–50 см) за допомогою мірного кухлика на попередньо визначених станціях з урахуванням усіх основних біотопів.

Залежно від чисельності організмів пропускають через сітку 50–100 л води. Після фільтрації планктон накопичується у збірній склянці сітки у вигляді осаду, який переливають у посудину об'ємом 100–200 мл, а сітку додатково промивають зовні для змивання організмів зі стінок. Отриманий змив додають до основної проби.

Консервування проб планктону

Для фіксації та зберігання планктонних проб використовують формальдегід, розчин Люголя або етиловий спирт.

Консервація формальдегідом

До проби додають 40 % розчин формальдегіду у співвідношенні 1:100 і щільно закривають посудину. Проби зберігають у темному місці. Слід враховувати, що формальдегід може викликати деформацію клітин, втрату джгутиків та часткове руйнування окремих груп водоростей.

Консервація розчином Люголя

Розчин Люголя забезпечує м'якшу фіксацію клітин і краще зберігає їх морфологічні особливості. Його додають у співвідношенні 1:50. Термін зберігання таких проб зазвичай становить 1–2 місяці.

Для тривалого збереження фітопланктону використовують модифікований фіксатор на основі розчину Люголя, хромової кислоти, льодяної оцтової кислоти та формальдегіду. Такий фіксатор добре зберігає клітинні структури, слизові оболонки та джгутики, а також пригнічує розвиток мікрофлори й грибів.

Консервація етиловим спиртом

Етиловий спирт додають до проби у співвідношенні 1:10. Термін зберігання зафіксованих таким способом проб становить близько одного місяця.

Маркування проб та ведення польової документації

Кожна проба повинна бути забезпечена етикеткою, яку прикріплюють безпосередньо на місці відбору. На етикетці зазначають назву водойми, номер станції, дату відбору та інші необхідні ідентифікаційні дані.

У польовому журналі додатково фіксують назву водойми, координати та номер станції, дату і час відбору, температуру води й повітря, прозорість води, вміст розчиненого кисню, об'єм проби, погодні умови, а також наявність або відсутність цвітіння води, нафтових плівок, сміття, джерел стічних вод та інших ознак антропогенного впливу.

Концентрування проб планктону

Для згущення проб планктону застосовують методи седиментації, центрифугування та фільтрації через дрібнопористі мембранні фільтри.

Кількісні проби фітопланктону найчастіше концентрують двома способами:

- ✓ осадовим;
- ✓ фільтраційним.

Осадовий метод передбачає попередню фіксацію та відстоювання проб у темному місці протягом 15–20 діб. Після осадження організмів середній шар води обережно видаляють за допомогою сифона або скляної трубки, не порушуючи осаду. Згущену пробу ретельно перемішують, визначають її об'єм і переносять у меншу ємність.

Метод седиментації ґрунтується на природному осіданні клітин водоростей упродовж 10–14 діб у темному прохолодному місці. Після завершення осадження середній шар води відбирають сифоном, залишаючи приблизно 100 мл концентрованої проби.

Вибір способу концентрування залежить від типу водойми, інтенсивності розвитку фітопланктону, мети дослідження та наявного лабораторного обладнання.

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Завдання 1. Заздалегідь проведіть відбір проб фітопланктону у 2–3 різних створах річки або струмка (або у різних водних об'єктах). Занотуйте методику за якою проводився відбір проб зразків. Заповніть польовий журнал.

Результати роботи:

Створ	Дата	Час	Температура води	Прозорість	Метод відбору	Об'єм проби	Опис ділянки
1							
2							
3							

Методика, за якою проводився відбір проб:

Висновки:

Завдання 2. Маркування проб (етикетка). Оформіть етикетку для кожної проби.

	1	2	3
Назва водойми			
Створ №			
Дата відбору:			
Час:			
Глибина відбору			
Об'єм проби			
Метод відбору:			
Виконавець			

Висновки:

Завдання 3. Первинна оцінка водойми

На основі польових спостережень зробіть первинну гідробіологічну оцінку: *колір води, прозорість, наявність запаху, наявність «цвітіння», антропогенний вплив (сміття, стоки тощо).*

Зробіть короткий висновок: чи є ознаки евтрофування та чи придатна водойма для рибогосподарського використання.

Висновки:

Контрольні запитання:

1. Які прилади використовують для відбору кількісних проб фітопланктону?
2. Перерахуйте методи відбору проб фітопланктону.
3. Які прилади використовують для відбору кількісних проб зоопланктону?
4. В чому особливості сіткового методу відбору проб зоопланктону?
5. Як зберігають проби планктону?
6. Які речовини найчастіше використовують для фіксації проб планктону?
7. Які сітки для відбору проб зоопланктону є найпоширенішими?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

Тема: Методи дослідження планктону. Камеральне опрацювання проб фіто- та зоопланктону.

Мета: ознайомитися з методами камерального опрацювання проб фіто- та зоопланктону та експрес-методами оцінки їх біомаси як показника стану гідробіоценозів.

Теоретичні запитання:

1. Методи камерального опрацювання проб фітопланктону.
2. Методи камерального опрацювання проб зоопланктону.
3. Експрес-методи визначення біомаси планктону:
 - 1.1 Об'ємний метод.
 - 1.2 Ваговий метод.
 - 1.3 Визначення біомаси фітопланктону за прозорістю води.

Завдання для самопідготовки:

1. Зарисуйте представників основних систематичних відділів фітопланктону та вкажіть їхнє систематичне положення.

Chlorophyta

Bacillariophyta

Euglenophyta

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Методи камерального опрацювання проб

Для визначення видового складу, чисельності та біомаси планктонних організмів застосовують *метод Гензена*, який дає змогу оцінити внесок окремих видів і вікових груп у загальну структуру планктонного угруповання. Метод характеризується високою точністю (близько 5 %), однак є досить трудомістким і потребує належної підготовки дослідника.

Застосовується переважно в класичних гідробіологічних дослідженнях і є основою для сучасних модифікованих лічильних методик. Визначення видового складу та підрахунок чисельності організмів проводять у спеціальних лічильних камерах (Нажотта, Кольквітца, Богорова), гематологічних камерах (Горяєва, Тома–Цейсса) або на лічильних пластинках, розграфлених на доріжки та квадрати.

Камеральне опрацювання проб фітопланктону

Камеральне опрацювання проб фітопланктону включає:

- ✚ визначення видового складу водоростей за допомогою визначників;
- ✚ підрахунок чисельності організмів із використанням лічильних камер або пластинок;
- ✚ визначення біомаси водоростей шляхом вимірювання клітин та розрахунку їх об'єму;
- ✚ перерахунок отриманих показників на одиницю об'єму води;
- ✚ статистичну обробку результатів.

Перед початком аналізу концентровану пробу переносять у мірну склянку, визначають її об'єм і ретельно перемішують. За допомогою штемпель-піпетки відбирають 0,1 см³ проби, наносять на лічильну пластинку або в камеру та накривають покривним скельцем.

Після цього препарат досліджують під мікроскопом. Залежно від густоти проби підрахунок проводять на всій поверхні лічильної пластинки або лише на окремих доріжках і квадратах. Для підвищення точності виконують повторні підрахунки кількох крапель однієї й тієї самої проби.

Для отримання репрезентативних результатів рекомендується використовувати мікроскоп з окуляром К7× та об'єктивом ×40.

Результати визначення видового складу та чисельності організмів фіксують у спеціальній обліковій картці або журналі відповідно до форми, поданої в таблиці.

Систематичні відділи	Чисельність, екз.	%	Біомаса, мг	%

Розрахунок чисельності фітопланктону здійснюють за формулою:

$$N = kn \left(\frac{A}{a} \right) v \left(\frac{1000}{V} \right), \frac{\text{тис.кл.}}{\text{мг}} \text{дм}^3$$

, де

де N – кількість організмів у 1 дм³ води; k – коефіцієнт, який показує у скільки разів об'єм лічильної камери менший від 1 см³; n – кількість організмів, виявлених на переглянутих доріжках (квадратах); A – кількість доріжок (квадратів) на лічильній пластинці; a – кількість доріжок, на яких проводили підрахунок водоростей; V – початковий об'єм відібраної проби (см³); V – об'єм згущеної проби (см³).

Чисельність фітопланктону виражають у екз./дм³, а біомасу – у мг/дм³ або г/м³.

Визначення біомаси фітопланктону

Біомасу фітопланктону визначають лічильно-об'ємним методом.

Для цього вимірюють лінійні розміри клітин за допомогою окуляр-мікрометра або виміральної сітки, вмонтованої в окуляр мікроскопа. Форму клітин умовно прирівнюють до простих геометричних тіл (кулі, циліндра, еліпсоїда тощо), після чого обчислюють їхній

об'єм. Далі отриманий об'єм однієї клітини множать на чисельність відповідного виду. Загальну біомасу фітопланктону визначають як суму біомас усіх виявлених видів.

Для спрощення розрахунків часто використовують довідкові таблиці середніх об'ємів клітин водоростей.

Експрес-методи оцінки розвитку фітопланктону

У рибницьких господарствах для оперативного контролю за розвитком фітопланктону використовують об'ємний метод, а також визначення біомаси за прозорістю та кольором води.

Об'ємний метод

Зафіксовану пробу ретельно перемішують і переносять у градуйовану центрифужну пробірку. Після відстоювання визначають об'єм осаду, що утворився.

При цьому вважають, що густина осаду приблизно дорівнює густині води. Наприклад, якщо в пробі об'ємом 0,5 л утворився осад об'ємом 1 см³, це відповідає приблизно 2 г фітопланктону в 1 л води.

Визначення біомаси за прозорістю води

Орієнтовну оцінку біомаси фітопланктону можна проводити безпосередньо у водоймі за допомогою диска Секкі.

Оптимальною для рибницьких ставів вважається прозорість, що становить приблизно половину середньої глибини водойми. Такі умови забезпечують сприятливий розвиток природної кормової бази та риб.

Зменшення прозорості до однієї третини середньої глибини свідчить про надмірний розвиток фітопланктону та небезпеку виникнення дефіциту кисню. Натомість прозорість на рівні двох третин середньої глибини може вказувати на недостатній розвиток водоростей і потребу в удобренні водойми.

Таблиця 1

Залежність прозорості води від інтенсивності розвитку фітопланктону

Р	10	20	30	40	50	60	70	< 100	> 100
В	80	70	60	50	40	30	20	10	< 10

Примітки: Р – прозорість води, см; В – біомаса фітопланктону, г/м.

Визначення ступеня розвитку фітопланктону за кольором води

Оцінювання здійснюють за допомогою еталонних шкал кольору води. Додатково під мікроскопом визначають домінуючі групи водоростей, що особливо важливо під час дослідження явища «цвітіння» води.

Чиста блакитна вода при значній прозорості свідчить про недостатній рівень розвитку планктону;

Зеленуватий відтінок води за нормальної прозорості засвідчує оптимальні умови для розвитку фітопланктону;

Зеленувато-сині пластівці у воді за низької прозорості свідчать про початок масового відмирання синьо-зелених водоростей та ймовірні явища задухи;

Жовтуватий колір води за малої прозорості вказує на загрозу задухи;

Оранжево-жовта вода за низької прозорості вказує на погані гідрохімічні умови у водоймі та недостатній розвиток фітопланктону.

Камеральне опрацювання проб зоопланктону

Підготовку проб зоопланктону до аналізу здійснюють відповідно до їх густоти.

За високої концентрації організмів пробу розбавляють водою до об'єму близько 200 мл. За низької концентрації, навпаки, пробу концентрують шляхом видалення частини води через капронове сито.

Після підготовки пробу ретельно перемішують, визначають її об'єм і відбирають 0,5–1,0 мл для підрахунку. Відібраний матеріал поміщають у камеру Богорова або на лічильну пластинку.

Отримані дані щодо видового складу та кількості організмів фіксують у спеціальній обліковій картці або журналі відповідно до форми, наведеної в таблиці.

Систематичні відділи	Чисельність, екз.	%	Біомаса, мг	%

4. Визначення і підрахунок організмів проводять за трьома основними групами: *коловертки (Rotatoria)*, *гіллястовусі (Cladocera)* і *веслоногі (Copepoda)* ракоподібні з подальшим перерахунком на одиницю об'єму води. За потреби вимірюють розміри організмів за допомогою окуляр-мікромметра. Для забезпечення достовірності результатів обов'язковим є проведення повторних підрахунків кількох порцій однієї й тієї самої проби.

5. Чисельність організмів у пробі визначають за об'ємом самої проби, об'ємом переглянутої її частини та кількістю організмів, виявлених на лічильній пластинці або в камері. Чисельність організмів зоопланктону виражається в екз/дм³ або в екз/м³. Дані обробки проб заносяться до картки.

6. Для визначення біомаси зоопланктону кількість організмів даного виду перемножують на середню масу одного екземпляра, відповідно до розмірів, визначених безпосередньо в пробі або за табличними середніми масами організмів. Розрахунок чисельності та біомаси зоопланктону проводять за формулою:

$$\frac{V_1 * 1000 \text{ л}}{V_2 * V_3} * \Pi * P = \frac{\text{тис.екз}}{2} / \text{м}^3$$

, де

де V_1 – об'єм згущеної або розведеної проби, мл; V_2 – об'єм проби, яку проглядали, мл; V_3 – об'єм профільтрованої води, л; Π – число організмів кожного виду або всіх груп, підрахованих у пробі (екз/м³); P – індивідуальна середня маса організмів (г/м³ чи мг/л); 1000л = 1м³

Результати аналізу заносять до лабораторного журналу або облікової картки.

Визначення чисельності та біомаси зоопланктону

Чисельність зоопланктону розраховують з урахуванням:

- ✚ об'єму згущеної або розведеної проби;
- ✚ об'єму переглянутої частини проби;
- ✚ об'єму профільтрованої води;
- ✚ кількості підрахованих організмів.

Результати виражають у екз./дм³ або екз./м³.

Для визначення біомаси кількість особин кожного виду множать на середню масу одного організму, встановлену за власними вимірюваннями або довідковими даними.

Біомасу зоопланктону виражають у мг/дм³, мг/м³ або г/м³.

Методи визначення біомаси зоопланктону

Об'ємний метод

Пробу фільтрують через шовкове сито, після чого визначають об'єм рідини, витісненої масою організмів у мірному циліндрі, бюретці або волюмометрі.

У польових умовах пробу можна відстоювати у мірному циліндрі або центрифужній пробірці протягом 30 хвилин і визначати біомасу за об'ємом утвореного осаду.

Ваговий метод

Ваговий метод є одним із найточніших способів визначення біомаси зоопланктону.

Пробу фільтрують через дрібнопористе сито, видаляють сторонні домішки та підсушують осад на фільтрувальному папері. Після цього осад разом із ситом переносять у попередньо зважену чашку Петрі або бюкс і визначають його масу на аналітичних терезах.

Знаючи масу осаду та об'єм профільтрованої води, розраховують біомасу зоопланктону в одиниці об'єму водойми.

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Дослід 1. Визначення біомаси фітопланктону у водоймі, використовуючи індикаторний диск Секкі.

Суть методу: біомасу водоростей визначають за залежністю між прозорістю води та інтенсивністю розвитку фітопланктону.

Реактиви та обладнання: диск Секкі.

Хід роботи:

Занурте диск Секкі у водойму та визначте її прозорість. За допомогою таблиці 1 з'ясуйте біомасу фітопланктону у досліджуваній водоймі.

Таблиця 1

Визначення біомаси фітопланктону

P	10	20	30	40	50	60	70	<100	>100
B	80	70	60	50	40	30	20	10	>10

Примітка: P – прозорість води, см; B – біомаса фітопланктону, г/м³

Про ступінь розвитку планктону можна судити і за кольором води, який визначають за еталоном, занурюючи індикаторний диск на половину індикаторної прозорості. Оцінка здійснюється за вище наведеними характеристиками.

Результати та висновки роботи:

Дослід 2. Визначення біомаси планктону ваговим методом.

Суть методу: виконується в лабораторних умовах і полягає у зважуванні відфільтрованого осаду зоопланктону на аналітичних або торсійних терезах.

Матеріал та обладнання: законсервовані проби зоопланктону, мірні центрифужні пробірки, піпетки, торсійна або аналітична вага, фільтр Зейтца, колба Бунзена, мірні колби, мірний циліндр.

Хід роботи:

1. Пробу зоопланктону об'ємом 50–100 л відфільтруйте через планктонну сітку Апштейна (№ 70–77). Та перенесіть осад у мірну колбу об'ємом 100 мл, отримуючи згущену пробу.

2. Із колби відберіть 20 мл проби для подальшого дослідження.

3. Відібрану пробу перенесіть на фільтр Зейтца і відфільтруйте під вакуумом за допомогою колби Бунзена (організми, які містяться у пробі, залишаться на фільтрі). Фільтр зважують до початку і після закінчення фільтрування. За різницею мас визначте масу зоопланктону у 20 мл згущеної проби та у початковій пробі об'ємом 50–100 л. Використовуючи відомий об'єм профільтрованої води та масу осаду, розрахуйте біомасу зоопланктону.

Результати та висновки роботи:

Дослід 3. Органолептична характеристика запахів проби води залежно від виду водоростей.

Хід роботи:

1. Підготуйте заздалегідь зразки води із різних водойм (не менше 3).

2. Розгляньте та надайте органолептичну характеристику запахів проби води залежно від виду водоростей (табл. 2). Визначте колір та мутність досліджуваної води.

Органолептична характеристика запахів води залежно від виду водоростей

Вид водоростей	Характеристика запахів
Діатомові	
Стефанодискус	Фіалковий, ароматичний, землистий, геранієвий, рибний
Астеріонела	Слабо виражений землистий, при значних кількостях – запах герані, при великих кількостях – сильний рибний запах
Табелярія	Ароматичний, геранієвий, рибний
Мелозіра, циклотела	Ароматичний, землистий, геранієвий, фіалковий, рибний
Зелені	
Сценедесмус, пандорина, еудорина	Трав'янистий, болотний, рибний
Синьо-зелені	
Афанізоменон	Трави чи цвілі, настурції
Осциляторія, мікроцистіс	Гнильний, болотний, гнойовий
Золотисті	
Дінобріон	Фіалковий, рибний
Передініум Сінура	Рибний, устричний, огірковий, рибний
Малломонас	Фіалковий, ароматичний, рибний

Результати та висновки роботи:

Дослід 4. Визначення чисельності і біомаси фітопланктону лічильним методом.

Матеріал та обладнання: законсервовані проби фітопланктону, мікроскоп, мірні стаканчики, предметні скельця, покривні скельця, камери Нажжота та Горяєва, лічильна пластинка, піпетка Гензена, окуляр-мікрометр, об'єкт-мікрометр, окулярна сіточка, визначники.

Хід роботи:

1. Перед початком камеральної обробки концентровану (згущену) пробу фітопланктону перелийте у мірну склянку, зафіксуйте об'єм і ретельно перемішайте.
2. За допомогою штемпель-піпетки об'ємом 0,1 см³ нанесіть краплю проби на поверхню лічильної камери або пластинки і накрийте її покривним скельцем.
3. Встановіть підготовлену таким чином камеру або пластинку на предметний столик мікроскопа і проведіть обробку.
4. Визначте видовий склад гідробіонтів за допомогою визначників, підрахуйте чисельність кожного виду.

** Залежно від кількості організмів у пробі підрахунок можна виконувати або по всій поверхні лічильної пластинки, або на окремих її квадратах (доріжках). Для підвищення достовірності результатів обов'язковим є проведення повторних підрахунків кількох крапель однієї й тієї самої проби. Для отримання репрезентативних даних мікроскоп повинен бути оснащений окуляром із збільшенням $K7\times$ та об'єктивом $\times 40$.*

Результати та висновки роботи:

Дослід 5. Обробка проб зоопланктону методом Гензена.

Матеріал та обладнання: законсервовані проби зоопланктону, мікроскоп, біокуляр, мірні стаканчики, предметні скельця, покривні скельця, препарувальна голка, лічильна пластинка, піпетка Гензена, окуляр-мікрометр, об'єкт-мікрометр, окулярна сіточка, визначники.

Хід роботи:

1. Перенесіть у мірний стакан пробу зоопланктону і доводіть її до зручного для наступного підрахунку об'єму. Якщо на дні склянки дуже значний осад, пробу розведіть водою до 200 см³. Проби, які бідні планктоном концентруйте шляхом відсмоктування води піпеткою, кінець якої затягнутий густим капроновим ситом, складеним у кілька шарів. Об'єм проби зменшіть до 50–100 мл, а за необхідності – до 20–30 мл.

2. Підготовлену пробу вилийте у мірний стакан, зафіксуйте її об'єм та ретельно перемішайте.

3. Відберіть за допомогою штемпель-піпетки 0,5 або 1,0 мл і швидко перенесіть на лічильну пластинку. Пластинку накрийте покривним скельцем та розмістіть на предметний столик біокулярного мікроскопа. Проведіть мікроскопічний аналіз проби та встановіть за визначниками видовий склад організмів, а також підрахуйте кількість кожного виду. Визначення і підрахунок організмів проведіть за трьома основними групами: коловертки (*Rotatoria*); гіллястовусі (*Cladocera*); веслоногі (*Copepoda*); ракоподібні.

Результати занесіть до спеціальної картки.

За необхідності виміряйте організми за допомогою окуляр-мікрометра. Дослідження проведіть у декількох повторностях.

4. Визначте чисельність організмів у пробі за її об'ємом та об'ємом переглянутої частини проби і знайденою кількістю організмів на пластинці чи в камері.

Результати та висновки роботи:

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

Тема: Життєві форми бенталі та їх адаптації до середовища існування.

Мета: ознайомитися з організмами бентосу та перифітону, їх життєвими формами та пристосувальними механізмами до існування в умовах бенталі.

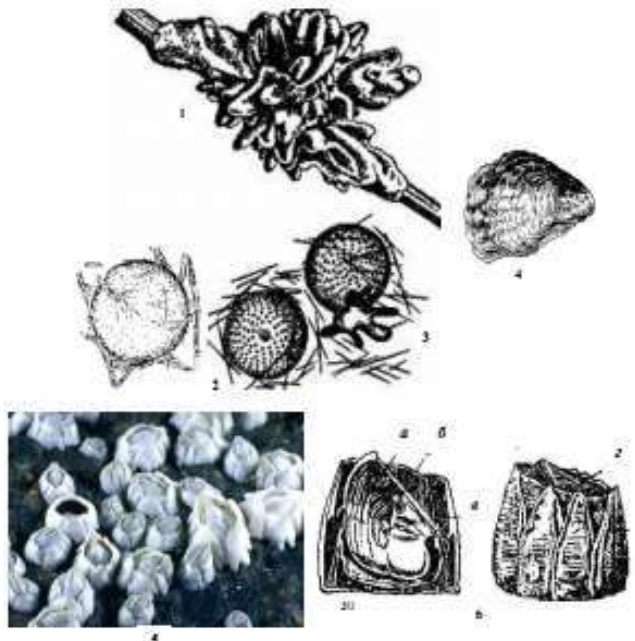
Теоретичні запитання:

1. Життєві форми бенталі.
2. Прикріплені організми.
3. Лежачі організми.
4. Мандрівні форми.
5. Нектобентос.
6. Свердлярчі організми.
7. Організми, що закопуються у ґрунт.
8. Пристосування організмів до проживання у бенталі.
9. Рухова активність бентосних організмів.
10. Міграції бентонтів.

Завдання для самопідготовки:

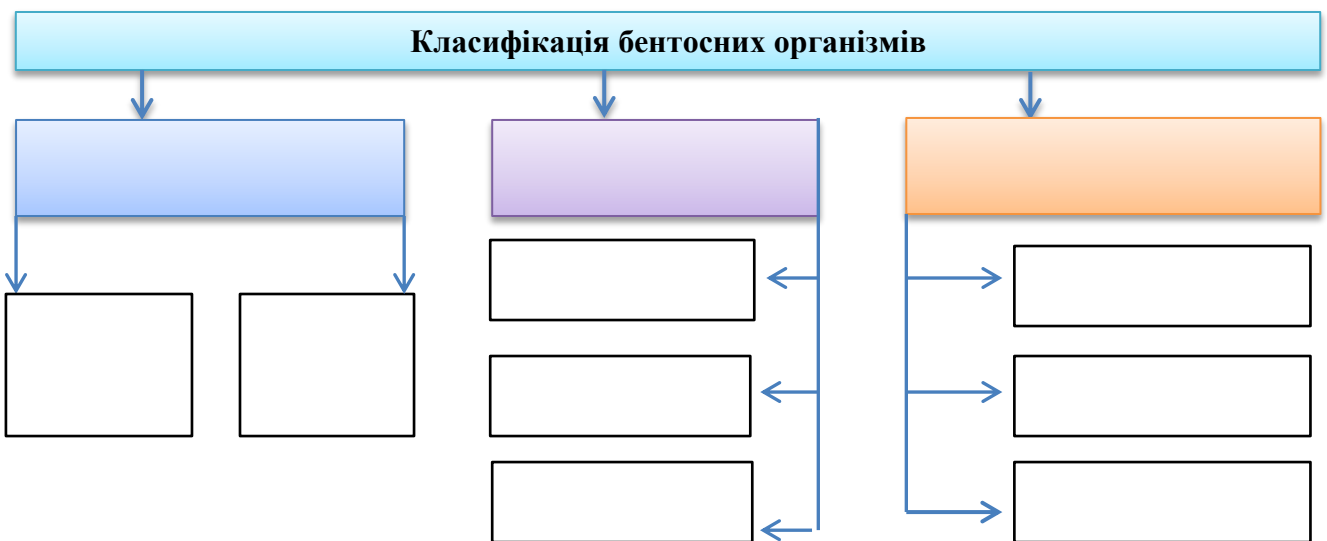
1. Ознайомитися з морфологічними особливостями будови представників лежачих організмів: двостулкових молюсків – гребінців (*Pecten*) та морських їжаків. Зарисувати на вибір одного з представників лежачих організмів.

2. Зробіть підписи до рисунку «Морфологічні особливості будови представників прикріплених організмів».



- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –
- а –
- б –
- в –
- г –
- д –

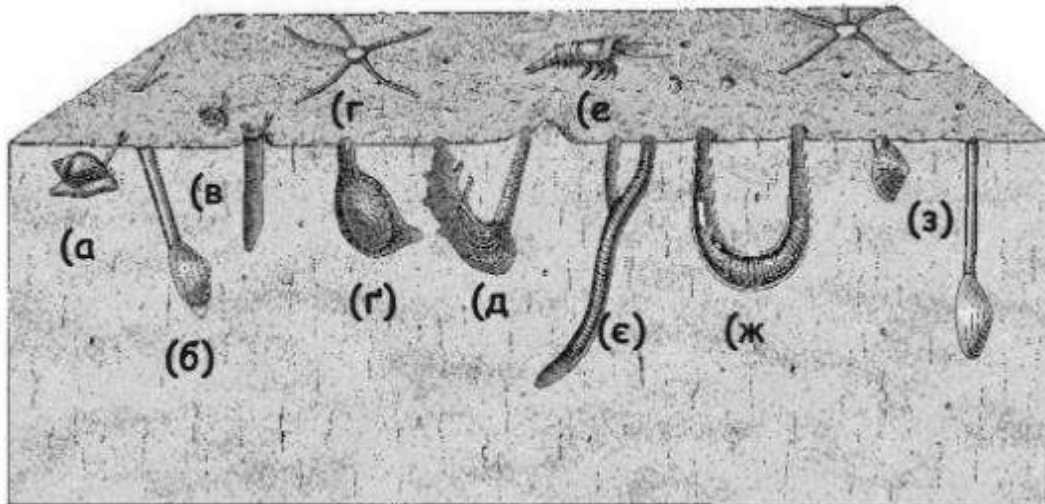
3. Заповніть схему «Класифікація бентосних організмів».



4. Заповніть таблицю «Представники бентосу».

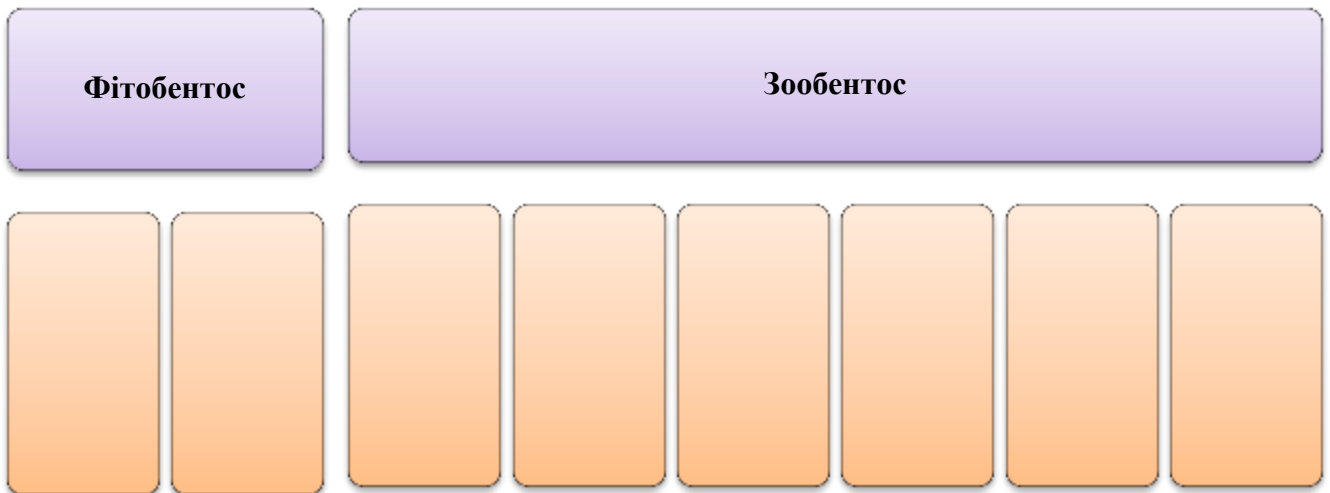
I. Представники морського бентосу	II. Представники прісноводного бентосу

5. Зробіть підписи до рисунку «Інфауна та епіфауна літоральної зони у різних частинах світу».



- а –
- б –
- в –
- г –
- д –
- е –
- є –
- ж –
- з –

6. Заповніть схему «Представники донної флори та фауни».



7. Заповніть таблицю «Прийомлення організмів до проживання в бенталі».

<i>Організми</i>	<i>Прийомлення</i>	<i>Види, що належать</i>
<i>Прикріплені організми</i>		
<i>Лежачі організми</i>		
<i>Мандрівні форми</i>		

<i>Нектобентос</i>		
<i>Свердлярчі організми</i>		
<i>Організми, що закопуються у ґрунт</i>		
<i>Організми, що мешкають на поверхні ґрунту</i>		
<i>Організми, що вільно пересуваються на дні</i>		

8. Розгляньте наведені на рисунку організми. Встановіть відповідність між організмами та типом руху, який йому притаманний:

1 – бігання або ходіння; 2 – ковзання; 3 – стрибання; 4 – плазування.

А.



Б.



В.



Г.



Д.



Ж.



З.



И.



І.



1. –
2. –

3. –
4. –

9. Наведіть приклад бентосних організмів, які здійснюють горизонтальні міграції на ґрунті для:
- а) відгодівлі;
 - б) для розмноження;
 - в) для зміни непривабливих за тих чи інших причин біотопів.

Тестові запитання для самоконтролю:

1. Бентос:
 - а) це екологічне угруповання мешканців дна морів і прісних водних об'єктів;
 - б) це угруповання морських та прісноводних організмів, переважно водоростей та дрібних безхребетних, які живуть біля плівки поверхневого натягу й утворюють плівки в стоячих водоймах (озера, болота, калюжі, канали);
 - в) це угруповання організмів, що населяють товщу води морів, океанів і поверхневих водних об'єктів суші, які не можуть протидіяти течії води через відсутність або недорозвиненість органів руху;
 - г) це угруповання організмів, що населяють товщу води морів, океанів і поверхневих водних об'єктів суші та здатні активно плавати.
2. Організми бентосу називають:
 - а) бентонтами;
 - б) бенталями;
 - в) бентонами;
 - г) бентосами.
3. Угруповання організмів, прикріплених до твердого субстрату (гідроспороди, днища суден, скелі, стебла водяних рослин, деревина, каміння, тверді покрити тварин тощо):
 - а) макрофіти;
 - б) планктон;
 - в) перифітон;
 - г) нектон.
4. Організми, розмірами від 0,5 до 5–10 мм належать до групи:
 - а) мікрозообентосу;
 - б) мезобентосу;
 - в) мейобентосу;
 - г) макрозообентосу.
5. Фітобентос континентальних водойм в основному представлений:
 - а) діатомовими водоростями;
 - б) синьозеленими водоростями;
 - в) зеленими водоростями;
 - г) червоними водоростями.
6. Бодяга ставкова, дрейсена, устриці є представниками:
 - а) прикріплених організмів;
 - б) свердлунів;
 - в) організмів, що закопуються у ґрунт;
 - г) організмів, що мешкають на поверхні ґрунту.

7. Організми, що періодично піднімаються над поверхнею дна і переміщуються в придонному шарі. Їх представниками є мізиди та амфіподи:

- а) лежачі організми;
- б) мандрівні форми;
- в) нектобентос;
- г) свердліачі організми.

8. Креветки є представником:

- а) лежачих організмів;
- б) мандрівних форм;
- в) нектобентосу;
- г) свердліачих організмів.

9. Представником якої групи є корабельний черв'як, який при масовому розвитку швидко руйнує деревину?

- а) лежачих організмів;
- б) організмів, що закопуються у ґрунт;
- в) нектобентосу;
- г) свердліачих організмів.

10. Яка із наведених ознак не характерна для організмів бентосу?

- а) легке тіло;
- б) витягнута форма тіла;
- в) утворення колоній;
- г) прикріплення до субстрату.

Бланк для відповідей на тестові завдання:

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1		3		5		7		9	
2		4		6		8		10	

Словник:

Бентос _____

Бентонти _____

Перифітон _____

Бактеріобентос _____

Бактеріоперифітон _____

Зообентос _____

Фітобентос _____

Мікрозообентос _____

Мезобентос _____

Мейобентос _____

Макрозообентос _____

Мікрофітобентос _____

Макрофітобентос _____

Інфауна _____

Онфауна _____

Епіфауна _____

Прунунктобентос _____

Нектобентос _____

Зоофітос _____

Пелагобентос _____

Псамон _____

Пагон _____

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Завдання 1. Розгляньте зразки природного каменю та черепашок молюсків. Замалуйте зразки. Визначте пристосування.

Результати та висновки роботи:

Завдання 2. На наведеному роздатковому матеріалі ознайомтеся з представниками різних угруповань бентосу та перифітону. Зарисуйте по одному представнику із кожної екологічної групи зообентосу та зазначте їхні пристосування до характерного способу життя.

Результати та висновки роботи:

Завдання 3. Ознайомтеся з принципом роботи мікробентометрів та поршневих трубок. Виготовте зі шприца найпростіший прилад.

Хід роботи:

З одноразового пластикового шприца зріжте кінець, за допомогою надфілю доведіть діаметр поршню до легкості ходу всередині шприца.

Результати та висновки роботи:

Завдання 4. Розгляньте рамки та шкребки. Замалюйте їх, вкажіть особливості застосування та принцип роботи.

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання:

1. Як змінюються адаптації бентосних організмів залежно від глибини водойми?
2. Чому деякі організми бентосу ведуть малорухливий спосіб життя?
3. Які екологічні фактори впливають на поширення бентосних організмів?
4. На які групи поділяються бентосні і перифітонні організми за ступенем рухливості?
5. Яку роль відіграють горизонтальні міграції у життєдіяльності бентосних організмів?
6. В чому полягає явище явище «хомінгу»?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11–12

Тема: Методи дослідження бентосу.

Мета: ознайомитися із методами відбору та обробки проб бентосу та перифітону.

Теоретичні питання:

1. Методи збору та обробки проб бентосу.
2. Методи збору та обробки проб перифітону.

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Бентос та перифітон залежно від розміру організмів поділяється на мікробентос, мейобентос та макробентос.

Відбір проб

Відбір проб бактеріобентосу

Для відбору проб відбирають певну кількість ґрунту з матеріалу, зібраного для аналізу інших угруповань бентосу. Для цього використовують стерильні скляні або пластикові ємності, а також стерильні шпателі чи скляні трубки. Верхній шар ґрунту видаляють, після чого необхідну кількість ґрунту поміщають у ємності, щільно закриваючи їх кришкою, щоб уникнути потрапляння спор та бактерій з повітря. Відібрані проби негайно герметично закривають і транспортують до лабораторії для подальшого дослідження.

Відбір проб мікробентосу

Для відбору використовуються спеціальні трубки діаметром від 1–2 до 6–7 см, що дозволяє згодом здійснювати перерахунок отриманих даних на см^2 , дм^2 або м^2 дна. На мілководді часто використовують звичайні шприци з відрізаним наконечником, які вдавлюють у ґрунт на необхідну глибину, після чого витягують kern ґрунту. На поверхні його можна розділити на шари за допомогою ножа або нитки, при цьому зручним інструментом є поршень від шприца. Кожен шар ґрунту поміщають в окрему ємність.

Існує багато варіантів трубкового відбору, зокрема, мікробентометри (стратометри), що дозволяють отримувати проби ґрунту з дна водойми. Вони оснащені трубою із загостреним краєм, яка після занурення в ґрунт зверху закривається спеціальним корком.

Проби не фіксують!

Якісні зразки мікробентосу отримують шляхом збору верхнього шару ґрунту за допомогою будь-яких придатних ємностей.

Відбір проб мейобентосу

Загалом здійснюється за тією ж методикою, що й для мікробентосу. Проби, як правило, не фіксують і досліджують у живому вигляді. Оскільки концентрація мейобентонтів нижча, ніж у мікробентосу, часто відбирають більші об'єми ґрунту або ж більшу кількість проб, особливо в експедиційних умовах.

Щоб зменшити масу проби та позбутися зайвого ґрунту, іноді застосовують метод *флотації*, за якого відібраний kern ґрунту відповідного діаметру та товщини збовтують із фільтрованою водою з тієї ж водойми. Завдяки різниці в швидкості осідання частки ґрунту осідають швидше ніж гідробіонти. Щоб уникнути тигмотаксису, у воду додають кілька крапель 37% формаліну, концентрованого розчину $MgCl_2$ або інших наркотизуючих речовин. Після осідання основної маси ґрунту верхній шар води з організмами зливають у ємність і процедуру повторюють кілька разів (визначають дослідним шляхом).

За потреби пробу додатково концентрують на пластиковому ситі з розміром вічка 0,08–0,1 мм, дофіксують і підфарбовують розчином бенгальського рожевого, що підвищує контрастність організмів на фоні ґрунтових часток.

Вимірюють об'єм або розміри промитих кернів та отриманої рідкої проби. Етикетують.

Відбір проб макрозообентосу

Для відбору проб на мілководді (до 0,5 м) або з використанням водолазного обладнання застосовують сталеві квадратні або прямокутні рамки розміром 10×10 см або 25×25 см, оснащені сітчастими мішками з вічком 0,1–0,2 мм. Рамку встановлюють на дно водойми, після чого верхній шар ґрунту підрізають шпателем і переміщують у сітчастий мішок. Для сипких ґрунтів використовують менші рамки (10×10 см) висотою 15 см, які заглиблюють у ґрунт на 10 см.

Для відбору проб із човна або судна використовують спеціальні пристрої – дночерпачі. Існує багато модифікацій дночерпачів, які відрізняються розмірами та конструктивними особливостями. За конструкцією дночерпач являє собою дві з'єднані віссю сталеві важкі порожні губки (ковші), нижні краї яких (ножі) загострені та мають певну довжину для зрізання шару ґрунту. Перед зануренням губки розводять і фіксують замкачем та за допомогою лебідки на ліні або тросі опускають прилад у воду. Після дотику до дна замкач звільняється, і губки під власною вагою змикаються, захоплюючи шар ґрунту. Для стікання води верхні стінки губок мають віконця, затягнуті металевим ситом. На борту губки роз'єднують, виймаючи пробу у таз або ванну.

Промивання та фракціонування проби

Після відбору проби промивають водою з відра чи шланга, щоб очистити від баластного ґрунту. Одночасно проводять фракціонування проби за допомогою системи металевих сит із різними діаметрами отворів: 10 мм, 7 мм, 5 мм, 3 мм, 2 мм, 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм. Кожну фракцію промивають у окрему ємність, після чого фіксують та етикетують для подальшого аналізу.

Під час збору проб зообентосу в кожному ставку відбирають три проби: біля берегів та у центрі водойми. Дночерпачем вилучають пробу ґрунту разом із гідробіонтами, які в ньому знаходяться. Ґрунт промивають через сито-промивалку, після чого організми вручну відбирають пінцетом і фіксують у 4 % розчині формаліну. Фіксовані організми обсушують фільтрувальним папером, розподіляють за групами, підраховують та зважують за допомогою ваг ВТ-500. Отримані дані щодо маси та кількості організмів підсумовують і перераховують на 1 м² або гектар, залежно від площі дночерпача.

Відбір проб перифітону

Відбір проб перифітону здійснюється за допомогою рамок, оснащених пластиковим ситом, яке іноді має рукав для зручності. У рукаві обростання зрізують шпателем або ножом, після чого воно потрапляє в сітчастий мішок. Для вертикальних поверхонь одна зі сторін рамки розташовується під кутом, що полегшує скоочування зрізаних організмів у мішок.

На невеликих глибинах (до 4 м), особливо при відборі з гідротехнічних споруд, зручно використовувати шкребок–рамку із загостреним нижнім краєм, прикріплену до міцної штанги довжиною 3–5 м. Штанга має розмітку з інтервалами 5 та 10 см, що дозволяє визначити площу зібраного перифітону (перемножуючи довжину ножа на висоту шкребка за розміткою).

Оскільки проби перифітону зазвичай не містять баластного ґрунту, їх промивають для окремого дослідження мейобентосних організмів і макроорганізмів. Для цього використовується ґрунтове сито з отворами 1 мм, на якому залишаються макроорганізми, а дрібніші компоненти відфільтровують на пластиковому ситі для мейобентосу.

Для вивчення мікроперифітону зрізають обростання всередині малої рамки (1×1 см або більше), виготовленої з фольги чи пластика та переносять зразки у невеликі ємності з фільтрованою водою, зазвичай попередньо витягуючи субстрат (наприклад, камінь) з води. Якщо це неможливо, використовують мікрошкребок – невелику прозору пластикову ємність (50–100 мл) із 1–2 мм щілиною вздовж меншого нижнього ребра. Уздовж щілини закріплена загострена металева пластинка (ніж), за допомогою якої під водою зрізають обростання. Для всмоктування проби в ємність у її кришці роблять невеликий отвір (Ø 5–10 мм). При відборі проби пристрій притискають до поверхні, зрізують визначену ділянку, відкривають отвір і переливають пробу в ємності для подальшого дослідження. Мікроперифітон зазвичай вивчають у живому вигляді.

Часто для дослідження перифітону використовують метод експериментальних субстратів (ЕС), що полягає у зануренні у водойму предметних або покривних скелець, гумових чи пластикових пластин тощо, витримуванні їх у воді певний час та подальший аналіз. Цей метод дозволяє вивчати мікроорганізми обростання або динаміку осідання личинок перифітонтів.

Для перифітонтів, що формують великі щільні колонії (корали, моховинки, губки), стандартні методи дослідження заміняють підводними спостереженнями, використовуючи фото- та відеозйомку.

Методи камеральної обробки проб бентосу і перифітону

Макрозообентос та макрозооперифітон

Фіксовані проби відмивають від фіксатора до повного зникнення запаху формаліну. Для цього гумовою грушею із затягнутим ситом кінцем видаляють рідину та заливають пробу водопровідною водою, залишаючи на годину. Процедуру повторюють кілька разів залежно від розміру організмів. Промиту пробу порціями або повністю переносять у кювету з водою, при цьому масу з організмами та їх рештками зміщують до одного протилежного краю. За допомогою препарувальних голок і тонкого пінцету поступово розбирають скупчення гідробіонтів, відокремлюючи їх від решток (биті та порожні черепашки молюсків). Організми сортують за видами у чашки Петрі з водою. Після розбору проби чашки досліджують під стереомікроскопом, визначаючи та, за потреби, додатково сортуючи організми. Підраховують чисельність кожного виду, осушують на фільтрувальному папері до зникнення вологи та зважують організми на технічних або торсійних терезах (дрібні форми). Отримані дані вносять у протокол, перераховуючи отриману чисельність та масу на 1 м² субстрату.

Бактеріобентос

Пробу ґрунту для бактеріобентосу розводять стерильною водою в стерильних умовах до утворення рідкої суспензії, яку досліджують методом розведень. Кількість бактерій

перераховують на 1 г ґрунту. Для виділення анаеробних бактерій застосовують спеціальні середовища в пробірках, ізольовані від повітря шаром вазелінового масла.

Мікро- та мейзообентос

Дослідження мікро- та мейзообентосу проводять аналогічно мейобентосним пробам мезозоопланктону. Коли метою є вивчення проб у живому вигляді, а проби являють собою керни ґрунту, використовують метод екстракції організмів з субстрату за методом Уліґа. Зазвичай це проводиться на сипких субстратах (пісок). Пробу поміщають в спеціальний циліндр відповідного розміру, дно якого затягнуто ситом з вічком 0,1–0,3 мм залежно від розміру організмів і механічного складу ґрунту. Зверху на ґрунт накладають шар змоченої бавовни або фільтрувального паперу, а на нього – шар подрібненого льоду, виготовленого з відфільтрованої води з місця відбору проб. Кількість льоду визначають експериментально. Циліндр розміщують над кристалізатором або чашкою Петрі і залишають до повного танення льоду.

Після танення поверхню сита ретельно промивають струменем відфільтрованої води з піпетки, змиваючи організми у чашку з пробєю. Об'єм отриманої рідкої проби вимірюють циліндром, після чого досліджують аналогічно мікро- та мезозоопланктону.

Для визначення якісного складу пробу ґрунту збовтують з відфільтрованою водою, додаючи розчин $MgCl_2$ (концентрацію визначають експериментально) для наркотизації організмів і зменшення тигмотаксису. Окремі організми виловлюють мікропіпеткою і досліджують на тимчасових мікропрепаратах під мікроскопом.

Кількісні дослідження живих проб на мулистих ґрунтах здійснюють, вивчаючи верхній шар над керном. Щільний ґрунт зазвичай не заселяється мікроорганізмами, тому обмежуються вивченням намулку, який переносять піпеткою з широким отвором у камеру Богорова і досліджують звичайним способом. Проби транспортують у суворо вертикальному положенні в трубках із шаром води над ґрунтом. Перед вивченням пробу відстоюють кілька хвилин, воду видаляють піпеткою, залишаючи шар 0,5–1 см.

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Завдання 1. Дослідження обростань на підводних субстратах (перифітон)

Мета: ознайомитися зі складом і структурою перифітонного угруповання на штучних або природних субстратах.

Хід роботи:

1. Візьміть обростаючий предмет (камінь, деревину, пластиковий або металевий елемент), який тривалий час перебував у водному середовищі.
2. За допомогою скальпеля або препарувальної голки обережно зніміть невелику кількість поверхневих обростань.
3. Перенесіть матеріал на предметне скло, додайте краплю води та накрийте покривним скельцем.
4. Розгляньте препарат під мікроскопом за малого та середнього збільшення.
5. Визначте наявні групи організмів (діатомові водорості, зелені водорості, бактерії, дрібні безхребетні тощо).
6. Зафіксуйте результати у вигляді короткого опису або схематичного малюнка.

Результати та висновки роботи (коротко зазначте, які групи організмів переважають у перифітоні та які умови середовища це можуть пояснювати):

Завдання 2. Розгляньте зразки донного ґрунту під лупою та мікроскопом. Визначте наявність бентосних організмів.

У результатах дослідження опишіть форму, спосіб руху, наявність пристосувань для прикріплення або захисту бентосних організмів. Замалюйте спостережувані організми.

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання:

1. Назвіть організми твердого та м'якого зообентосу.
2. Назвіть послідовність операцій при обробці проб зообентосу ваговим методом.
3. Що передбачає камеральна обробка проб зообентосу?
4. Як поділяються представники бентосу по відношенню до субстрату?
5. Які пристосування в сидячих організмів до життя в бентосі та перифітоні?
6. Які пристосування до життя в бенталі та перифіталі спостерігаються в представників інфауни та онфауни?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13

Тема: Основні таксономічні групи гідробіонтів.

Мета: Ознайомитися з основними таксономічними групами гідробіонтів, їх екологічними особливостями та роллю у функціонуванні водних екосистем.

Теоретичні запитання:

1. Мікроорганізми водного середовища. Методи вивчення бактеріального населення водойм.
2. Водорості.
3. Вищі водяні рослини.
4. Водяні безхребетні тварини.
5. Рибоподібні та риби.

6. Ссавці водного середовища.

Завдання для самопідготовки:

1. Замалюйте та підпишіть основні морфологічні типи бактерій.

2. Заповніть таблицю «Мікроорганізми водойм».

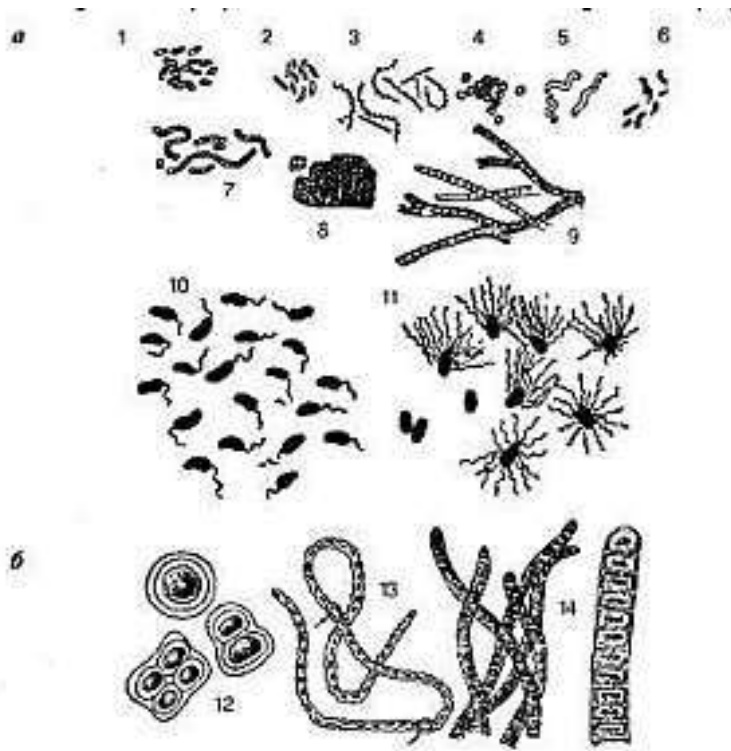
Тип водойми	Домінуючі мікроорганізми	Екологічна роль у водоймі
Поверхневі водойми суші		
Болота		
Водойми з повільною течією чи стоячою водою		
Річки		

3. Заповніть таблицю «Класи якості води природних водойм за бактеріологічними показниками».

Показник	Класи якості води				
	<i>Дуже чиста</i>	<i>Чиста</i>	<i>Помірно чиста</i>	<i>Забруднена</i>	<i>Брудна</i>
Чисельність бактерій планктону, млн кл/мл					
Чисельність гетеротрофних бактерій, тис. кл/мл					
Чисельність бактерій групи кишкової палички, тис. кл/мл					

4. Підпишіть рисунок «Бактерії (а) і ціанобактерії (б)».

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-
- 6-
- 7-
- 8-
- 9-
- 10-
- 11-
- 12-
- 13-
- 14-



5. Вкажіть ознаки, характерні для ціанобактерій.

6. Заповніть таблицю «Типи водоростей за формою тіла».

<i>Тип</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Представники</i>
Амебоїдний (ризоподіальний)		
Монадний (джгутиковий)		
Гемімонадний (палмелоїдний)		
Кокоїдний		
Нитчастий (трихальний)		
Різзонитчастий (гетеротрихальний)		
Псевдопаренхіматозний (несправжньотканинний)		
Тканинний (паренхіматозний)		
Сифональний		
Сифонокладальний		

7. Перерахуйте провідні екологічні чинники, визначають поширення водоростей у гідросфері.

8. Заповніть таблицю «Екологічні форми водоростей».

<i>Форма</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Представники</i>
<i>Планктонні</i>		
<i>Нейстонні</i>		
<i>Бентосні</i>		
<i>Перифітонні</i>		

9. Вкажіть позитивну роль водоростей у водоймі. Відповідь обґрунтуйте.

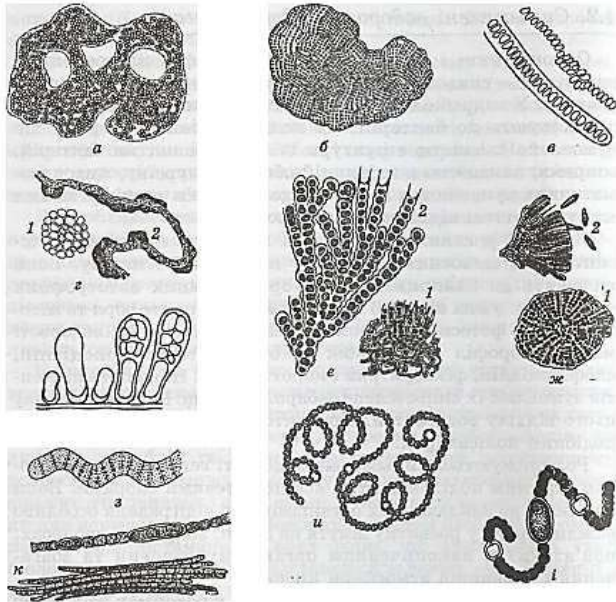
10. Вкажіть негативну роль водоростей у водоймі. Відповідь обґрунтуйте.

11. Вкажіть риси схожості та відмінності клітин синьозелених водоростей і бактерій.

Подібність	Відмінність

12. Перерахуйте фотосинтетичні пігменти ціанобактерій.

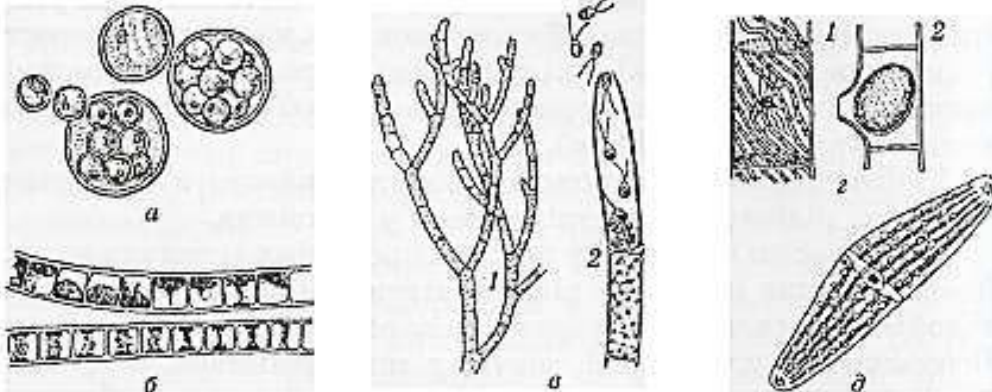
13. Зробіть підписи до рисунку.



Назва рисунка _____

- а –
- б –
- в –
- г –
- д –
- е –
- ж –
- з –
- к –
- и –
- і –

14. Зробіть підписи до рисунку «Зелені водорості».



- а –
- б –
- в –
- г –

15. Розподіліть нижче наведені організми на систематичні групи:

амеба протей (*Amoeba proteus*); гідра стебельчата (*Pelmatohydra oligactis*); немертина; інфузорія тувелька (*Paramecium caudatum*); молочна планарія (*Dendrocoelum lacteum*); nereis (*Nereis diversicolor*); еуплектела, або кошик Венери (*Euplectella*); коловертка брахіонус червоний (*Brachionus rubens*); сцифоїдна медуза аурелія (*Aurelia*); п'явки (Hirudinea); актинія сагартія паразитична (*Sagartia parasitica*); дощовий черв'як (*Lumbricus terrestris*); щитні ракоподібні (*Triops cancriformis*); дафнія звичайна (*Daphnia pulex*); морський жолудь (*Balanus balanoides*); евглена зелена (*Euglena viridis*); камчатський краб (*Paralithodes camtchatica*); балтійська (трав'яна) креветка (*Palaemon adspersus*); прісноводна живородка болотна (*Viviparus contectus*); звичайний ставковик (*Lymnaea stagnalis*); кальмар омастрефес тихоокеанський (*Ommastrephes sloanei-pacificus*); восьминіг звичайний; клубочкоподібна хохлатка (*Plumatella fungosa*); морська лілея (*Antedon*).

Найпростіші

Губки

Кишквопорожнинні

Плоскі черви

Немертини

Круглі черви

Кільчасті черви

Водяні членистоногі

Молюски

Голкошкірі

16. Розгляньте рисунки представників ссавців водойм. Дайте назву представленим організмам та визначте їхнє систематичне положення.



17. Розгляньте рисунки представників риб та рибоподібних. Дайте назву представленим організмам, визначте їх систематичне положення та середовище існування.



Ситуаційні задачі:

1. При визначенні ступеня забрудненості водойми кишковою паличкою було встановлено, що колі-індекс у взятих пробах води становить 8 одиниць. Чи відповідає це значення нормі?

Словник:

Мікроорганізми _____

Міксобактерії _____

Бактерії _____

Бактеріопланктон _____

Бактеріобентос _____

Коки _____

Мікрококи _____

Диплококи _____

Стрептококи _____

Тетракоки _____

Сарцини _____

Стафілококи _____

Бацили _____

Клостридії _____

Спірили _____

Спірохети _____

Лептоспіри _____

Нитчасті бактерії _____

Монтрихи _____

Амфітрихи _____

Лофотрихи _____

Перитрихи _____

Автотрофи _____

Гетеротрофи _____

Сапрофіти _____

Паразити _____

Фототрофи _____

Хемотрофи _____

Міксобактерії _____

Хеморганотрофи _____

Алохтонні бактерії _____

Автохтонні бактерії _____

Аеробні мікроорганізми _____

Анаеробні мікроорганізми _____

Облігатні мікроорганізми _____

Факультативні мікроорганізми _____

Бродіння _____

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Відбір проб води для проведення мікробіологічних досліджень здійснюють на попередньо визначених станціях. Для відбирання більшості мікробіологічних проб використовують стерильні скляні ємності (флакони) або стерильні поліетиленові пакети типу, виготовлені відповідно до вимог стандарту ISO 9001.

У разі застосування батометра зі змінними стерильними скляними флаконами, після відбору проб, флакон від'єднують, верхній шар води зливають, а відібрану пробу фіксують 40 % розчином формаліну з розрахунку 0,5 см³ формаліну на 100 см³ води. Після цього флакон щільно закривають стерильним корком, який накривають стерильним паперовим ковпачком та обв'язують ниткою.

Для відбору проб води з певної глибини (зокрема в озерах або водосховищах) використовують батометри. Батометри повинні бути виготовлені з матеріалів, стійких до сухоповітряної або парової стерилізації.

Уся апаратура, що застосовується під час відбору проб, включно з насосами та насосним обладнанням, має бути ретельно очищеною (промитою) і не повинна спричиняти додаткового мікробіологічного забруднення проб. Для прижиттєвого дослідження бактеріопланктону та проведення посівів на поживні середовища відібрані зразки зберігають у сумці-холодильнику не більше 2–3 годин. Кожній пробі присвоюють індивідуальний номер, під яким у польовому журналі зазначають назву водойми, станцію відбору, дату та інші обов'язкові відомості.

Для транспортування проби складають у спеціальний ящик.

Методи визначення загальної чисельності бактерій у воді.

Загальну чисельність бактерій у воді визначають методом мембранних фільтрів, який ґрунтується на концентруванні мікроорганізмів на поверхні мембранного фільтра під час фільтрування проби води з подальшим фарбуванням фільтра та його мікроскопічним аналізом. Для фільтрування використовують фільтрувальний прилад, що складається з фільтра Зейтца та колби Бунзена, з'єднаної з насосом для створення вакууму.

Об'єм води, що підлягає фільтруванню, залежить від ступеня забруднення водойми: для чистих ділянок річок, озер і водосховищ він становить 10–20 см³, для забруднених – 0,1–2 см³.

Для фарбування мембранних фільтрів застосовують такі барвники, як основний еритрозин, акридин-оранж або 4,6-діамідино-2-феніліндол (DAPI). Назва методу визначається використанням барвником.

Методи визначення біомаси бактерій.

Визначення біомаси бактерій є необхідною умовою для оцінки ролі бактеріальних угруповань у продукційних процесах, трофічних зв'язках і процесах самоочищення у водних екосистемах.

Показники біомаси найчастіше використовують під час розрахунків бактеріальної продукції, інтенсивності споживання бактерій безхребетними організмами, а також для оцінювання витрат енергії, асимільованої бактеріями, на дихальні процеси та пластичний обмін. Крім того, параметри біомаси бактерій застосовують у класифікаційних системах, що використовуються для встановлення трофічного статусу водойм.

Вимірювання розмірів мікроорганізмів.

Після визначення загальної чисельності бактерій на тому самому мікроскопічному препараті встановлюють середній об'єм бактеріальних клітин шляхом вимірювання їхньої довжини та ширини. Вимірювання може проводитися безпосередньо під мікроскопом або за допомогою мікрофотографій. Проте, при дослідженні слід враховувати, що розміри бактерій у водних екосистемах характеризуються значною варіабельністю.

Проведення роботи.

Визначення лінійних розмірів бактеріальних клітин здійснюють із використанням окуляр-мікрометра та об'єкт-мікрометра. Окуляр-мікрометр – кругла скляна пластинка з нанесеною в центрі шкалою довжиною 5 мм, при цьому кожен міліметр поділений на 10 рівних поділок.

Окуляр-мікрометр установлюють на діафрагму окуляра мікроскопа шкалою донизу, попередньо викрутивши очну лінзу. Проте застосування лише окуляр-мікрометра не дає змоги безпосередньо визначити реальні розміри бактеріальних клітин, тому що мікроорганізми проглядаються через об'єктив і окуляр, а поділки лінійки – тільки через

верхню лінзу окуляра. Унаслідок цього збільшення клітин і поділок шкали є різним, у зв'язку з чим, перед початком вимірювань необхідно визначити ціну поділки окуляр-мікрометра для конкретного збільшення мікроскопа, використовуючи об'єкт-мікрометр.

Об'єкт-мікрометр – це металева пластинка з центральним отвором, у якому закріплене предметне скло з нанесеною шкалою довжиною 1 мм, поділеною на 100 рівних частин. Одна поділка такої шкали відповідає 0,01 мм або 10 мкм. Для визначення ціни поділки окуляр-мікрометра об'єкт-мікрометр розміщують на предметному столику мікроскопа та розглядають як звичайний препарат. Пересуваючи предметний столик і обертаючи окуляр, домагаються паралельного розташування шкал окуляр- та об'єкт-мікрометрів.

Після цього нульові поділки обох шкал сумішають і знаходять найближчий збіг поділок, відлічуючи від нульових позначок. Визначають, скільки поділок об'єкт-мікрометра відповідає одній поділці окуляр-мікрометра. Далі підраховують кількість поділок окуляр-мікрометра, яку займає досліджуваний об'єкт, і множать її на встановлену ціну поділки.

Під час розрахунку загальної біомаси бактерій зазвичай приймають усереднені розміри для всіх клітин певної морфологічної групи (паличок, коків тощо), що наявні у водоймі. У зв'язку з цим для отримання достовірних середніх показників необхідно виконувати велику кількість вимірювань клітин кожного типу мікроорганізмів.

Об'єм паличкоподібних бактеріальних клітин обчислюють за формулою об'єму циліндра.

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 h,$$

де d – товщина, h – довжина палички.

Об'єм коковидних клітин визначають за формулою кулі:

$$V = \frac{1}{6} \pi D^3,$$

де D – діаметр коковидної клітини.

Об'єм овальних клітин отримують за допомогою формули еліпсоїда:

$$V = \frac{1}{6} \pi D d^2,$$

де, D – довжина клітини, d – ширина (по короткій осі).

Зважаючи на те, що на висушених і зафіксованих мікроскопічних препаратах об'єм бактеріальних клітин зменшується у 1,5–2 рази, під час розрахунків застосовують поправочний коефіцієнт, який становить 1,6. Спочатку об'єм бактеріальних клітин визначають у мікрометрах кубічних (мкм³), після чого здійснюють перерахунок у міліметри кубічні (мм³).

Загальну біомасу бактерій виражають в одиницях маси на певний об'єм води (в мг/дм³). Величина загальної біомаси є сумою мас клітин різних морфологічних типів бактерій. При цьому в розрахунках приймають, що питома маса бактерій дорівнює питомій масі води та становить 1 г/см³, відповідно маса 1 мм³ бактеріальної біомаси дорівнює 1 мг.

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ **Визначення загальної кількості сапрофітних бактерій.**

Дослід 1. Визначення загального мікробного числа води.

Кількість сапрофітних бактерій, що ростуть на стандартних поживних середовищах, є чутливим показником вмісту та якісного складу органічних речовин у водних екосистемах. Оцінка чисельності життєздатних сапрофітних бактерій, значну частку яких становить алохтонна мікрофлора, тобто мікроорганізми, що надходять у водні об'єкти з різноманітних зовнішніх джерел, дає змогу отримати об'єктивну інформацію про якість води.

Суть методу полягає у внесенні визначеного об'єму досліджуваної проби води до стандартного поживного агару в чашках Петрі шляхом змішування з середовищем (глибинний посів). Після цього посіви інкубують за температури 22°C протягом 72 годин та/або за температури 37 °C упродовж 24 або 48 годин. По завершенні інкубації здійснюють підрахунок колоній бактерій, що сформувалися, з подальшим перерахунком їх кількості на одиницю об'єму води.

Відбір проб води для визначення чисельності сапрофітних бактерій здійснюється за тією самою методикою, що й при дослідженні загальної чисельності бактеріопланктону. Відібрані проби води мають бути проаналізовані негайно після відбору або протягом перших 2 годин. У виняткових випадках допускається проведення досліджень не пізніше ніж через 6 годин після відбору проби за умови її зберігання за температури 1–5°C у сумці-холодильнику або контейнері з теплоізоляційною прокладкою.

Матеріал та обладнання: стерильні чашки Петрі; стерильні мембранні фільтри (d=0,45мкм); фільтрувальний прилад Зейтца; водоструменний насос; м'ясо-пептонний агар (МПА); стерильний пінцет; 70 % спирт; спиртівка; термостат; стерильні колби.

Хід роботи:

1. Зробіть серію послідовних розведень води з водойми. По 10 мл води з кожного розведення пропустити через мембранні фільтри, накладені на попередньо профламовану поверхню фільтрувального приладу, використовуючи водоструменний насос. Кожну пробу проаналізуйте в 3–5-кратній повторності.

2. У кожену чашку Петрі внесіть по 20 мл м'ясо-пептонного агару (МПА) та залиште до повного застигання і охолодження середовища.

3. Мембранні фільтри за допомогою стерильного пінцета переносіть фільтрувальною поверхнею на поверхню поживного середовища в чашках Петрі. Після цього чашки закрийте, переверніть догори дном і інкубуйте у термостаті за температури 30–37 °C протягом 24 годин.

4. По закінченні часу інкубації підрахуйте кількість колоній мікроорганізмів на поверхні поживного агару. Підрахунок слід проводити на всіх паралельних чашках і знайти середнє значення.

5. Розрахуйте чисельність клітин гетеротрофних мікроорганізмів в 1 мл води за формулою:

$$A = NR/10,$$

де N – кількість колоній на чашці, кл; R – розведення, з якого зроблений посів; 10 – перерахунок на 1 мл.

6. Визначте, до якого класу якості відноситься вода з досліджуваної водойми.

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання:

1. Вкажіть предків бактерій.
2. Вкажіть вуглевод, який входить до складу клітинних стінок бактерій.

3. Які чинники впливають на швидкість розмноження мікроорганізмів?
4. Перерахуйте найбільш поширені у водних екосистемах мікроорганізми.
5. Перерахуйте позитивну та негативну роль бактерій у водоймах.
9. Чим обумовлено явище «цвітіння» води? Перерахуйте чинники, що його обумовлюють.
10. Які водорості відіграють провідну роль у прісноводних екосистемах?
11. Які водорості відіграють провідну роль у морських екосистемах?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14

Тема: Типи водної рослинності.

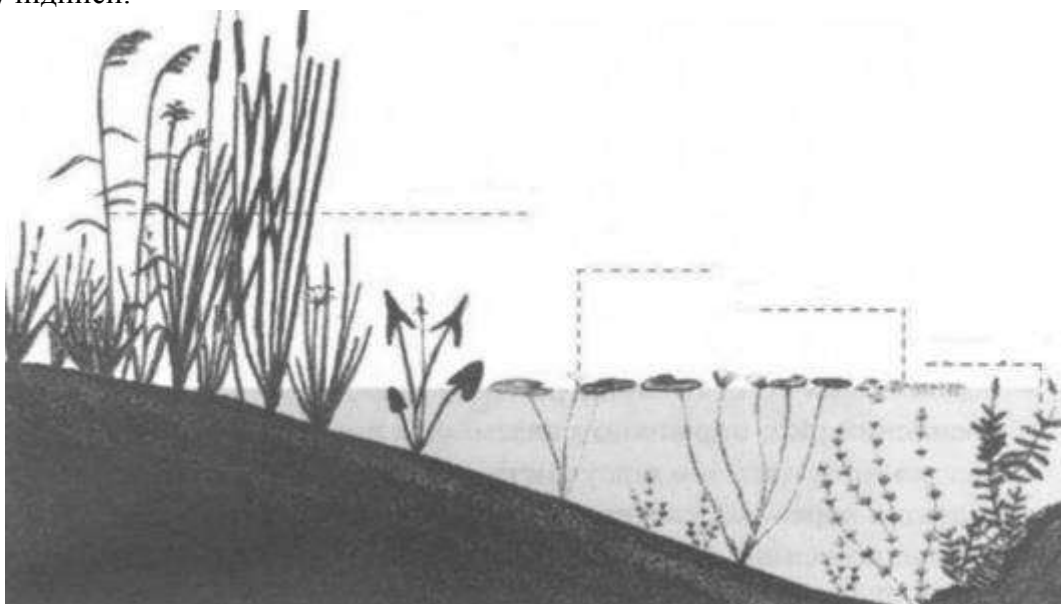
Мета: ознайомитися з екологічними групами вищої водної рослинності (макрофітів) та особливостями їх просторового розподілу у водоймах різного типу.

Теоретичні запитання:

1. Життєві форми водних макрофітів та їх класифікація.
2. Типи водної рослинності.

Завдання для самопідготовки:

1. Розгляньте рисунок «Схема зонального розподілу водних рослин у водоймі». Зробіть до рисунку підписи.



2. Заповніть таблицю «Зони поширення різних екологічних груп рослин у водоймі».

<i>Зона</i>	<i>Розповсюдження</i>	<i>Рослини</i>

3. Заповніть таблицю «Екологічні типи водяних рослин».

<i>Група</i>	<i>Будова та особливості життєдіяльності</i>	<i>Анатомо-морфологічні пристосування до життя у воді</i>	<i>Представники</i>
<i>Гідрофіти</i>			
<i>Гігрофіти</i>			
<i>Гелофіти</i>			











4. Користуючись навчальним матеріалом, заповніть таблицю «Типові представники вищих водних рослин та їх біоіндикаційне значення у водоймах».

<i>Назва рослини</i>	<i>Особливості будови</i>	<i>Місцезростання</i>	<i>Біоіндикаційне значення</i>

5. Заповніть таблицю «Типові представники екологічних груп вищих водних рослин».

<i>Занурені рослини</i>	<i>Рослини з плаваючим листям</i>	<i>Повітряно-водні рослини</i>

6. Розгляньте представників водної рослинності. Вкажіть назву, систематичне положення та екологічний тип кожного із них.

7. Заповніть таблицю «Макрофіти – індикатори трофічного статусу водойми».

<i>Трофічний тип водойми</i>	<i>Види макрофітів</i>

Словник:

Гідрофіти _____

Гігрофіти _____

Гелофіти _____

Гідатофіти _____

Нейстофіти _____

Плейстофіти _____

Контрольні запитання:

1. Перерахуйте основні групи гідрофітів
2. Яке значення води для водних рослин?
3. В чому відмінність між гідро- та гігрофітами?
4. Назвіть яруси зонального розподілу макрофітів у водоймах.

5. Наведіть приклади занурених рослин.
6. Наведіть приклади рослин із плаваючим листям.
7. Наведіть приклади повітряно-водяних рослин.

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

Тема: Методи дослідження водяної рослинності.

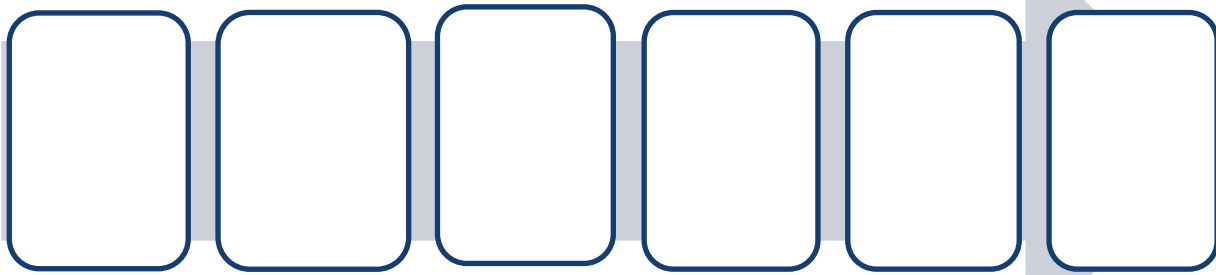
Мета: розглянути методи відбору та опрацювання проб мікробентосу та макрофітів.

Теоретичні запитання:

1. Методи вивчення макрофітів водойм.
2. Знаряддя для відбирання проб макрофітів.
3. Опрацювання проб макрофітів.

Завдання для самопідготовки:

1. Заповніть схему «Порядок опису макрофітної рослинності».



ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Вивчення водяної рослинності водойм

Дослідження водяної рослинності є одним із важливих напрямів гідробіологічних досліджень, оскільки макрофіти відіграють важливу роль у функціонуванні водних екосистем, формуванні біопродуктивності водойм та підтриманні екологічної рівноваги. Вивчення водної рослинності передбачає аналіз видового складу, просторового розподілу, структури рослинних угруповань та їх продуктивності.

Польові дослідження доцільно проводити у два основні фенологічні періоди:

- ✚ на початку вегетації рослин (кінець травня – початок червня);
- ✚ у період максимального розвитку рослинності, що зазвичай збігається з фазами цвітіння та плодоношення (липень – початок серпня).

Перед початком досліджень рекомендується ознайомитися з науковою літературою, картографічними матеріалами та наявними відомостями про водойму. Для великих водних об'єктів доцільно використовувати матеріали дистанційних спостережень або аерофотознімання.

Попереднє обстеження водойми

Першим етапом польових робіт є рекогносцирувальне обстеження водойми, метою якого є ознайомлення із характером рослинного покриву та особливостями його розподілу.

Для роботи використовують човни різних типів (веслові, моторні, надувні), а також допоміжне обладнання – жердини, якір та вимірювальні пристрої.

Під час обстеження вивчають літоральну зону, а на мілководних водоймах – усю акваторію, включаючи затоки та інші відокремлені ділянки.

Після попереднього огляду виділяють декілька репрезентативних ділянок, які відрізняються характером рослинного покриву та надалі використовуються для детальних досліджень.

Характеристика водойми

Під час польових досліджень доцільно описати основні особливості водойми:

I. Назва та географічне положення.

II. Площа, довжина, ширина та середня глибина.

III. Ступінь захищеності від вітрового впливу.

IV. Колір, прозорість або каламутність води.

V. Наявність течії та її інтенсивність.

VI. Особливості берегової лінії.

VII. Тип донних відкладів.

VIII. Температура води та повітря.

Опис водної рослинності

Після загальної характеристики водойми переходять до опису рослинного покриву. При цьому визначають: наявність рослинності вздовж берегової смуги, ступінь її поширення, видову однорідність або різноманітність, характер просторового розміщення, кількість рослинних ярусів та їх розміри.

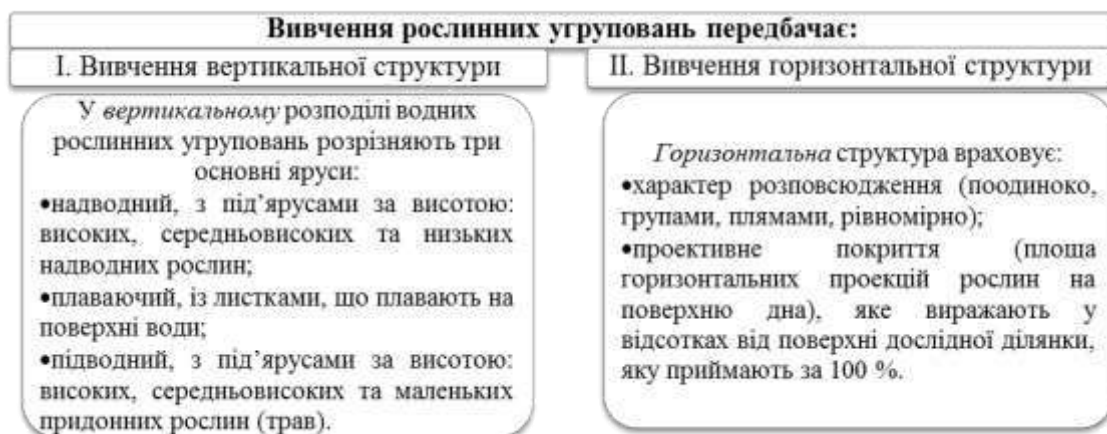
Для вивчення структури рослинних угруповань використовують облікові майданчики або екологічні профілі (трансекти), які охоплюють різні типи біотопів. Площа облікових ділянок зазвичай становить від 1 до 10 м² і підбирається таким чином, щоб максимально відобразити видовий склад фітоценозу.

На водоймах із відносно однорідною рослинністю достатньо одного-двох профілів. На великих водоймах із різноманітними умовами існування кількість профілів збільшують.

Для прокладання екологічних профілів використовують вимірювальний шнур із поплавками, який розміщують перпендикулярно до берегової лінії.

Оцінка ступеня заростання водойми

Під час маршрутних обстежень ступінь заростання водойми часто визначають візуально.



Розрізняють такі категорії:

- понад 50 % площі водойми – надмірне заростання;
- 36–50 % – дуже сильне заростання;
- 21–35 % – сильне заростання;
- 11–20 % – середнє заростання;
- 3–10 % – слабе заростання;

- 1–2 % – дуже слабе заростання.

Обладнання для відбору макрофітів

Для дослідження водної рослинності використовують якісні та кількісні методи відбору.

Для *якісного* відбору на невеликих глибинах застосовують водяні грабельки з кількома зубцями, а на більших глибинах використовують спеціальні двосторонні грабельки, закріплені на довгому тросі.

Для збору занурених рослин також застосовують спеціальні якорі та драги. Одним із найбільш поширених пристроїв є драга Раменського, яка складається з металевої рами та мішка для збору рослинного матеріалу.

Для візуального огляду дна використовують оглядові труби, які значно покращують видимість під водою.

Визначення фітомаси макрофітів

Для кількісного обліку рослинності використовують рамки площею 0,25; 0,5 або 1 м².

Залежно від типу рослинності рамки встановлюють безпосередньо на дно або закріплюють на поверхні води.

Збір рослин здійснюють:

- ✓ сачками – для вільноплаваючих рослин;
- ✓ грабельками або вручну – для мілководних заростей;
- ✓ спеціальними косами – для повітряно-водної рослинності.

Для відбору занурених рослин із більших глибин використовують заростечерпач Ліпіних, який дозволяє отримувати кількісні проби макрофітів на різних глибинах.

Обробка проб для визначення фітомаси

Після відбору рослинний матеріал очищають від мулу, сторонніх домішок та обростань, поміщають у поліетиленові пакети й маркують. У лабораторії проби обробляють протягом доби після відбору.

Основні етапи обробки:

- ✚ Очищення та підготовка рослинного матеріалу.
- ✚ Сортування за видами або екологічними групами.
- ✚ Визначення систематичної належності рослин.
- ✚ Визначення сирої маси.
- ✚ Висушування до повітряно-сухого стану.
- ✚ Визначення абсолютно сухої маси після висушування за температури 105° С.
- ✚ Розрахунок фітомаси на одиницю площі.

Результати подають у вигляді сирої, повітряно-сухої або абсолютно сухої маси на одиницю площі (г/м², кг/м², ц/га або т/км²). Для повнішої характеристики рослинних угруповань додатково визначають чисельність рослин та їх видовий склад.

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Завдання 1. Розглянути різні знаряддя для якісного відбору макрофітів (водяні грабельки, якір-кішка, драга Раменського, оглядова труба). Зарисуйте прилади.

Завдання 2. Розглянути різні знаряддя для кількісного відбору водяних рослин (подвійна дерев'яна рамка, одинарна дерев'яна рамка, коса; прилад Ліпіних). Зарисуйте прилади.

Завдання 3. Розгляньте водяні рослини, які знаходяться у акваріумі. Зарисуйте ці рослини та введіть їх у систему. Вкажіть пристосування для життя у воді.

Контрольні запитання:

1. Від чого залежить кількість і розмір облікових ділянок (майданчиків), на яких вивчають структуру рослинних угруповань.
2. В чому полягає окомірне вивчення рослинних угруповань?
3. В чому полягає рекогносційне обстеження водного об'єкту?
4. Які знаряддя використовують для відбору рослинності у водоймах завглибшки до 2 м?
5. Які знаряддя використовують для відбору рослинності у водоймах завглибшки понад 2 м?
6. З якою метою використовують оглядову трубу?
7. У яких випадках використовують подвійну раму?

8. У яких випадках використовують прилад Ліпіних?

9. Як виражається фітомаса рослин?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 16

Тема: Газообмін гідробіонтів.

Мета: ознайомитися з особливостями газообміну гідробіонтів у нормальних умовах існування та за зміни екологічних чинників водного середовища (температури, вмісту кисню, солоності, гідродинамічного режиму).

Теоретичні запитання:

1. Колообіг кисню у водних екосистемах.
2. Роль кисню у життєдіяльності гідробіонтів.
3. Особливості використання гідробіонтами кисню з води.
 - 3.1. Використання кисню водяними рослинами.
 - 3.2. Дихання тварин.
4. Замори.

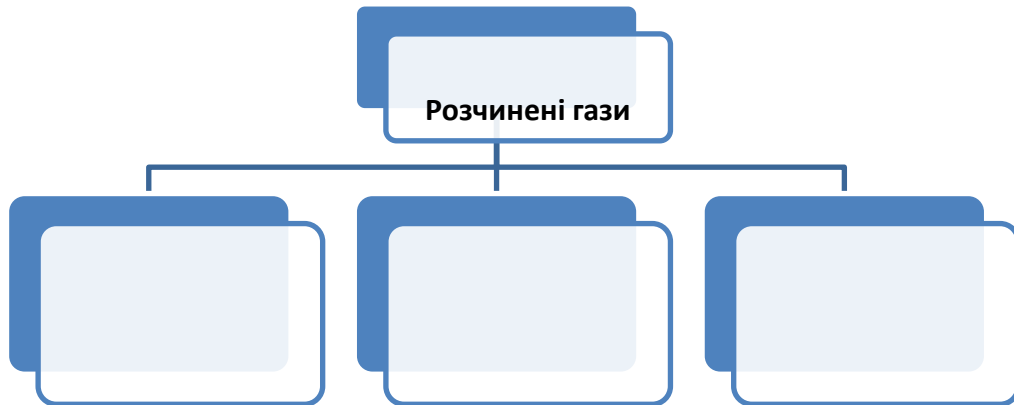
Завдання для самопідготовки:

1. Заповніть таблицю «Гази природних вод».

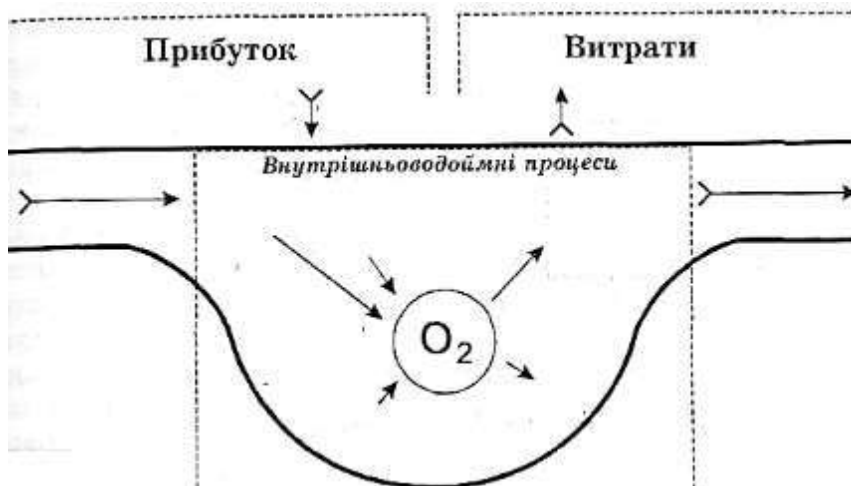
Газ	Формула	Джерела надходження	Значення для водойми	Вміст у поверхневих водах	Чинники, що обумовлюють збільшення концентрації	Чинники, що обумовлюють зменшення концентрації
Кисень						
Вуглекислий газ						
Азот						
Сірководень						

Аргон						
Метан						
Аміак						
Монооксид карбону						

2. Заповніть схему «Класифікація розчинених газів за поширеністю» та вкажіть їх основні представники.



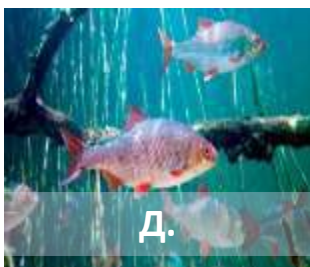
3. Заповніть схему колообігу розчиненого кисню у водних екосистемах.



4. Заповніть таблицю «Пристосування гідробіонтів до вмісту кисню у воді».

<i>Група організмів</i>	<i>Органи дихання</i>	<i>Пристосування</i>

5. Розгляньте представлені організми. Визначте, який тип дихання їм притаманний. Встановіть відповідність між організмом та типом дихання, який йому притаманний. Вкажіть видові назви представлених тварин.



Дифузне дихання	Зяброве дихання	Дихання трахейними зябрами	Дихання атмосферним повітрям через спеціальні отвори – дихальця або стигми	Дихання легеньми	Шкірне дихання

Словник:

Інвазія _____

Евазія _____

Відсоток насичення _____

Деструкція органічної речовини _____

Гліколіз _____

Гіпоксія _____

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Дослід 1. Йодометричне визначення вмісту кисню у воді.

Суть методу: метод ґрунтується на взаємодії розчиненого кисню з гідроксидом марганцю в лужному середовищі, у результаті якої утворюється нерозчинна сполука чотирьохвалентного марганцю коричневого забарвлення. Після підкислення розчину у присутності надлишку йодистого калію виділяється йод, кількість якого відповідає концентрації розчиненого кисню у воді та визначається шляхом титрування розчином тіосульфату натрію.

Реактиви та обладнання: склянки з темного скла ємністю 250–300 мл із притертими пробками зі скошеним кінцем, пробірки, піпетки, 1 моль/л $MnCl_2$, лужний розчин калій йодиду, розчин (1:4) H_2SO_4 (або розчин HCl , х. ч. (2:1), 0,02 н $Na_2S_2O_3$, 5 % розчин крохмалю.

Хід роботи:

1. Попередньо 2–3 рази ополосніть кисневу склянку, після чого заповніть її досліджуваною водою з батометра за допомогою гумової трубки, яка повинна торкатися дна склянки. Воду слід додавати до моменту, коли її об'єм, що вилється, складе 250–300 мл. Склянка має бути заповнена доверху, при цьому на стінках не повинно залишатися повітряних бульбашок.

2. У кисневу склянку додайте по 2 мл хлориду марганцю та 2 мл лужного розчину йодистого калію (при цьому необхідно користуватись окремими піпетками для кожного реактиву). Піпетки слід занурювати приблизно до середини склянки і під час додавання розчину поступово піднімати їх догори.

3. Закрийте склянку корком, щоб не залишалося бульбашок повітря, і ретельно перемішайте вміст. Осад, що утворився, залиште відстоятися не менше 10 хвилин, проте не більше 24 годин.

4. Додайте 5 мл H_2SO_4 , занурюючи піпетку до осаду і повільно піднімаючи. Зверніть увагу, що прозора витиснута рідина не використовується для аналізу. Закрийте склянку корком і ретельно перемішайте.

5. Відберіть 100 мл розчину і перенесіть його колбу місткістю 250 мл.

6. Відтитруйте вміст колби 0,02 н розчином $Na_2S_2O_3$ до появи світло-жовтого забарвлення.

7. Додайте 1 мл свіжо приготованого розчину крохмалю і відтитруйте до зникнення синього забарвлення.

8. Розрахуйте вміст розчиненого кисню (C_x у мг О/л) за формулою:

$$C_x = \frac{N \cdot n \cdot 8 \cdot 1000}{100}$$

Де N – нормальність розчину $Na_2S_2O_3$; n – кількість мл $Na_2S_2O_3$, витрачена на титрування; 8 – атомна маса кисню; 1000 – коефіцієнт перерахування одиниць виміру з грамів у міліграми; 100 – обсяг проби досліджуваної води.

Ступінь насичення води киснем обчислюють за формулою:

$$O_2 \% = \frac{C_x \cdot 100}{C_0}$$

Де C_x – концентрація кисню, визначена шляхом аналізу (мг/л); C_0 – нормальна концентрація кисню для температури, визначеної при взятті зразка, та атмосферному тиску 760 мм рт. ст.

Результати та висновки роботи:

Дослід 2. Визначення вільного діоксиду вуглецю.

Головним джерелом надходження діоксиду вуглецю у природні води є біохімічні процеси, що протікають у воді та ґрунтах. Вільний CO_2 також може утворюватися в результаті хімічних перетворень, зокрема при окисненні сульфатів до H_2SO_4 та подальшій взаємодії кислоти з карбонатними сполуками.

Між різними формами розчинених сполук вуглецю встановлюється рухома рівновага:

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$$

Співвідношення цих форм залежить передусім від рН води, а також температури, загальної мінералізації та парціального тиску CO_2 в атмосфері.

Газоподібний CO_2 , який міститься в природних водах, частково взаємодіє з водою, утворюючи мало дисоційовану вугільну кислоту:



У зазначену хімічну реакцію вступає близько 1 % від загальної кількості CO_2 , який міститься у воді. Сумарний вміст розчиненого діоксиду вуглецю та вугільної кислоти, яка утворюється за цією реакцією, визначається як вільний діоксид вуглецю. Його концентрацію у воді при гідрохімічних дослідженнях найчастіше визначають об'ємним методом.

Суть методу: в основі методу лежить взаємодія CO_2 вільного з титрованим розчином лугу. Кінець титрування відповідає моменту, коли рН розчину дорівнює 8,3–8,4. При такому рН майже увесь (близько 99 %) діоксид вуглецю переходить у гідрокарбонатний іон HCO_3^- .

Необхідним індикатором у цьому випадку є фенолфталеїн, який за рН 8,3 змінює безколірне забарвлення на рожеве.

Реактиви та обладнання: 0,05 н NaOH; 30 % розчин сегнетової солі ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$); 1 % спиртовий розчин фенолфталеїну.

Хід роботи:

2. У конічну колбу місткістю 250–300 см³ внесіть 100 см³ досліджуваної води, додайте 0,2 см³ фенолфталеїну та перемішайте. Якщо під час додавання індикатора вода набуває рожевого забарвлення, це свідчить про перевищення рН розчину позначку 8,3 та відсутність у ньому вільного CO₂.

3. Якщо розчин залишається безбарвним, поступово додавайте з бюретки 0,05 н NaOH до появи стійкого рожевого відтінку, який зберігається протягом 3 хвилин.

Титрування слід проводити невеликими порціями та ретельно перемішувати вміст колби. Якщо під час титрування в колбі утворюється каламуть (що може бути спричинено високою жорсткістю води або значним вмістом заліза), визначення слід повторити з новою порцією досліджуваної води, до якої попередньо додати 1 см³ 30 % розчину сегнетової солі.

4. Розрахуйте вміст вільного CO₂ (X) у мг/дм³ за формулою:

$$X = V_1 \cdot N \cdot 44 \cdot 1000 / V,$$

де V_1 – об'єм розчину NaOH, витраченого на титрування, см³; N – нормальність розчину NaOH; V – об'єм досліджуваної води, взятий для аналізу, см³; 44 – еквівалентна маса CO₂ в цій реакції.

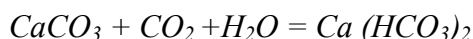
Для того, щоб отримати результати дослідження в мг-екв/дм³, значення (X) слід поділити на 44.

Результати та висновки роботи:

Дослід 3. Визначення агресивного діоксиду вуглецю.

Для оцінки технічних властивостей води важливо визначати кількість так званого агресивного діоксиду вуглецю (CO_{2агрес.}). Частина вільного CO₂ у воді, яка вступає в реакцію з карбонатами металів – основною складовою бетону, умовно називають «агресивним CO₂». Вміст CO_{2агрес.} залежить як від концентрації вільного діоксиду вуглецю, так і від концентрації гідрокарбонатних іонів у воді.

Суть методу визначення CO_{2агрес.} полягає у взаємодії його з карбонатом кальцію. У результаті реакції утворюється розчинний гідрокарбонат, який обумовлює підвищення лужності води:



На основі порівняння кількості гідрокарбонатних іонів до взаємодії досліджуваної води з твердим CaCO₃ і після, можна визначити величину вмісту «агресивного діоксиду вуглецю».

Реактиви та обладнання: 0,1 н HCl, порошок вуглекислого кальцію (CaCO₃), 0,5 % розчин метилового оранжевого.

Хід роботи:

1. У чисту, суху посудину об'ємом 250 см³ насипте 2–3 г хімічно чистого карбонату кальцію. За допомогою сифона повністю заповніть посудину досліджуваною водою, щільно закрийте корком і періодично перемішуйте рідину кілька разів на день протягом 5 – 6 днів.

2. Відфільтруйте осад та відберіть 100 см³ розчину.

3. Відтитруйте розчин 0,1 н розчином HCl разом із 2–3 краплями метилового оранжевого до переходу забарвлення з жовтого до рожевого.

Визначення гідрокарбонатних іонів виконується в досліджуваній воді в той же день, коли відбиралася проба для визначення «агресивного» CO₂, аналогічним способом.

4. Розрахуйте вміст (X) CO_{2агрес.} в мг/дм³ за формулою:

$$X = (V_1 - V_2) \cdot N \cdot 22 \cdot 1000 / V, \text{ де:}$$

V_1 – кількість HCl, витрачена на титрування 100 см³ води після взаємодії з CaCO₃, см³;
 V_2 – кількість HCl, витрачена на титрування 100 см³ досліджуваної води перед додаванням у неї CaCO₃, см³; V – об'єм досліджуваної води, взятий для титрування, см³; Н – нормальність HCl; 22 – еквівалентна маса CO₂ для даної реакції.

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання:

1. Що є основним джерелом кисню у воді?
2. Які сезонні особливості кисневого режиму існують у континентальних водоймах?
3. Про що свідчить менша від 100 % насиченість води киснем?
4. Вкажіть найбільшу водну екосистему.
5. Вкажіть особливості водного режиму континентальних водойм.
6. Який захисний механізм гідробіонтів у випадках гострого дефіциту кисню у водоймі?
7. Перерахуйте причини виникнення гіпоксичного стану гідробіонтів

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17

Тема: Водно-сольовий обмін в організмі гідробіонтів.

Мета: ознайомитися з особливостями водно-сольового (осморегуляторного) обміну гідробіонтів та з'ясувати основні адаптаційні механізми організмів до змін солоності та інших фізико-хімічних умов водного середовища.

Теоретичні запитання:

1. Евригалінні і стеногалінні гідробіонти.
2. Активна осморегуляція: гіпертоніки, гіпотоніки.
3. Осмоізоляція: зменшення проникності покривів тіла.
4. Осморегуляція водного обміну гідробіонтів за умов загрози обсихання – поведінкові та морфологічні адаптації.

Завдання для самопідготовки:

1. Назвіть представників водних безхребетних естуаріїв, які належать до I групи відповідно до їх поділу за солоністю водного середовища. Вкажіть діапазон коливань солоності, за якого вони існують.

2. Назвіть представників водних безхребетних естуаріїв, які належать до II групи відповідно до їх поділу за солоністю водного середовища. Вкажіть діапазон коливань солоності, за якого вони існують.

3. Назвіть представників водних безхребетних естуаріїв, які належать до III групи відповідно до їх поділу за солоністю водного середовища. Вкажіть діапазон коливань солоності, за якого вони існують.

4. Назвіть представників водних безхребетних естуаріїв, які належать до IV групи відповідно до їх поділу за солоністю водного середовища. Вкажіть діапазон коливань солоності, за якого вони існують.

5. З чим пов'язане пристосування гідробіонтів до солоності води ?

6. Чим відрізняються гомойосмотичні від пойкилоосмотичних гідробіонтів?

7. Чим відрізняються евригалінні і стеногалінні гідробіонти?

8. Вкажіть сольову межу, вище якої мешкають типові морські організми, а нижче – прісноводні.

9. Перерахуйте осмотично активні речовини гідробіонтів.

10. Як поділяються природні води відповідно до загальноприйнятої Венеціанської системи, адаптованої до умов України?

11. Заповніть таблицю «Пристосування гідробіонтів до водно-сольових умов середовища».

<i>Організми</i>	<i>Пристосування</i>
Кишквопорожнинні	
Інфузорії	
Нижчі черви	
Коловертки	
Губки	
Двостулкові молюски	
Кільчасті черви	
Олігохети	
Ракоподібні	
Личинки комах	

12. Розподіліть гідробіонтів відповідно до того, в якій солоності вони можуть існувати: судак, каракатиця, морський огірок, лящ, морський їжак, щука, наутилус, восьменіг, кефаль, кальмар, морська зірка, коренерот, альцеонія, аурелія, рачок Евади Нормана, їстівний береговичок, гідра, кальмар, мадрепоровий корал, актинія, серпуга, веслоногі рачки, оболоники.

Евригалінні гідробіонти	Стеногалінні гідробіонти

Словник:

Евригалінні гідробіонти _____

Стеногалінні гідробіонти _____

Осмоконформери _____

Гомойоосмотичні гідробіонти _____

Пойкілоосмотичні гідробіонти _____

Антенальна залоза _____

«Парадокс солоних вод» _____

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 18-19

Тема: Кормові ресурси водойм. Живлення гідробіонтів.

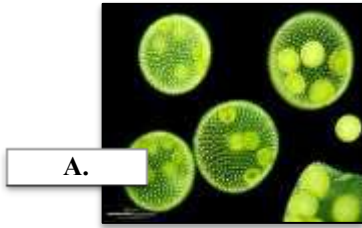
Мета: дослідити кормові ресурси водойм та проаналізувати особливості живлення гідробіонтів у різних екологічних умовах

Теоретичні запитання:

1. Типи живлення гідробіонтів. Ланцюги живлення.
2. Корм гідробіонтів.
3. Способи добування корму.
4. Спектри живлення та харчова елективність.
5. Інтенсивність живлення та ступінь засвоєння корму.

Завдання для самопідготовки:

1. Розгляньте представлені організми. Визначте, який тип живлення їм притаманний. Встановіть відповідність між організмом та типом живлення. Вкажіть видові назви представлених організмів.



А.



Б.



В.



Г.



Д.



Е.



Є.



Ж.



З.

<i>Автотрофи</i>	<i>Гетеротрофи</i>

2. Перерахуйте гетеротрофні бактерії.

3. Побудуйте блок-схему всіх типів зв'язків, що виникають між такими видами прісноводного озера: фітопланктон, зоопланктон, водорості, вища водна рослинність, двостулкові молюски, раки, карась, комар, щука, озерна жаба, бабка, жук-плавунець, верховодка, окунь, мікроорганізми-редуценти.

4. Проаналізуйте спільно існуючі морські організми: водорості, рослиноїдні риби, хижі риби, корали, головоногі молюски, губки, фітопланктон, зоопланктон, морська зірка, калан, вусатий кит, чистикові птахи, акула, мікроорганізми-редуценти.

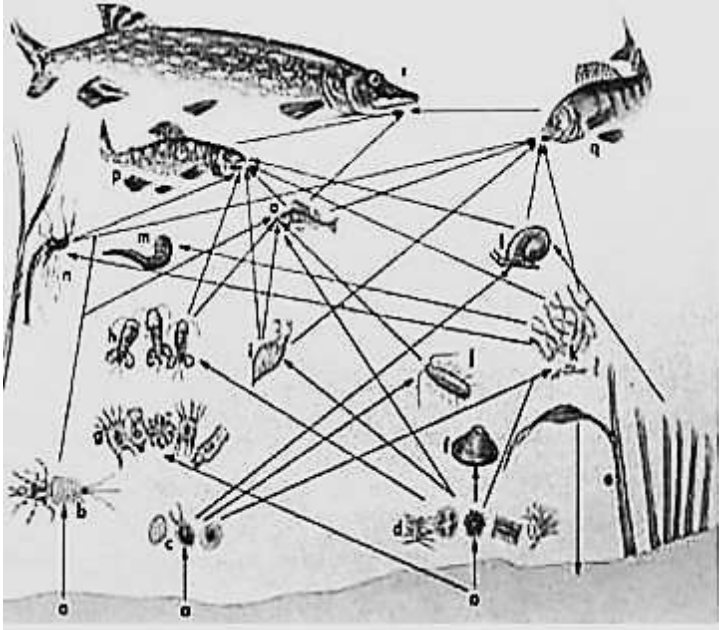
4.1 Побудуйте максимально можливу кількість ланцюгів живлення.

4.2 Установіть трофічні рівні.

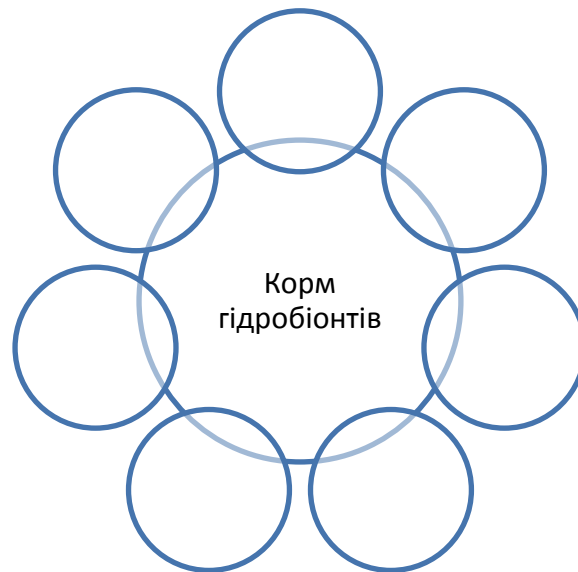
4.3 Позначте автотрофів і консументів.

5. Наведіть по 2 приклади пасовищного й детритного ланцюгів живлення.

6. Визначте трофічний рівень кожного організму в ланцюгу живлення.



7. Заповніть схему «Корм гідробіонтів».



Словник:

Автотрофи _____

Гетеротрофи _____

Міксотрофи _____

Продуцентами _____

Консументи _____

Фаготрофи _____

Сапрофіти (осмотрофи) _____

Фототрофи _____

Хемотрофи _____

Хемолітоавтотрофи _____

Хемоорганавтотрофи _____

Фотолітоавтотрофи _____

Хемолітогетеротрофи _____

Хемоорганогетеротрофи _____

Фотоорганогетеротрофи _____

Ланцюг виїдання _____

Детритний ланцюг _____

Екологічна піраміда _____

Детрит _____

Кормові ресурси _____

Кормова база _____

Кормність водойм _____

Забезпеченість кормом _____

Екзогенне живлення _____

Ендогенне живлення _____

Піраміда чисел _____

Піраміда біомаси _____

Піраміда енергії _____

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 20

Тема: Ріст, розвиток та енергетика гідробіонтів.

Мета: розглянути особливості росту, розвитку гідробіонтів та чинники, що на них впливають.

Теоретичні запитання:

1. Ріст гідробіонтів.
 - 1.1 Форми росту.
2. Розвиток і енергетика гідробіонтів.
3. Розмноження гідробіонтів.

Завдання для самопідготовки:

1. Наведіть приклади добових, приливних та річних циклів росту.

2. Заповніть таблицю «Значення росту для виживання особин та смертність популяцій».

Ознака	Пристосувальне значення

3. Охарактеризуйте явище періодичності розвитку гідробіонтів. Визначте чинники, що її обумовлюють.

4. Заповніть таблицю «Вплив чинників на ріст гідробіонтів».

<i>Чинник</i>	<i>Вплив</i>

5. Оцініть кількість енергії, яку отримують різні групи організмів (фітопланктон, зоопланктон, риби) на основі різних умов освітлення (від поверхні до глибин). Які організми отримують більше енергії від сонячного світла?

6. Заповніть таблицю «Порівняльний аналіз енергетичних процесів у гідробіонтів».

<i>Організми</i>	<i>Спосіб отримання енергії</i>
Водорості	
Риби	
Молюски	
Ракоподібні	

Словник:

Асимптотичний ріст _____

Розвиток організму _____

Ізометричний ріст _____

Гетерогенний ріст _____

Гомогенний ріст _____

Асиміляція _____

Дисиміляція _____

Інтенсивність трансформації енергії _____

Енергетика гідробіонтів _____

Кормовий коефіцієнт _____

Контрольні запитання:

1. Чи змінюються з віком пропорції тіла, співвідношення окремих органів, тканин та біохімічний склад у гідробіонтів?
2. Як впливає температура на біохімічний склад тіла гідробіонтів?
3. Що виступає депресором росту для тварин?
4. Для яких гідробіонтів властивий непрямий розвиток?
5. З якими особливостями пов'язане закінчення розвитку водних організмів?

6. Як темп розвитку гідробіонтів пов'язаний із трофічними та респіраторними умовами?
7. Які чинники є найбільш значущими для здоров'я організмів у штучному водному середовищі?
8. Як забруднення води (наприклад, наявність пестицидів чи важких металів) впливає на розвиток гідробіонтів?
9. Як змінюється інтенсивність трансформації енергії із збільшенням розміру (маси) особини?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 21

Тема: Популяції гідробіонтів. Динаміка чисельності гідробіонтів.

Мета: розглянути особливості формування популяції гідробіонтів, проаналізувати основні методи визначення чисельності та біомаси гідробіонтів.

Теоретичні запитання:

1. Загальне уявлення про популяцію.
2. Статеві-вікова структура популяцій.
3. Внутрішньопопуляційні відмінності організмів.
4. Внутрішньопопуляційні відносини гідробіонтів. Функціональні та інформаційні зв'язки в популяціях.

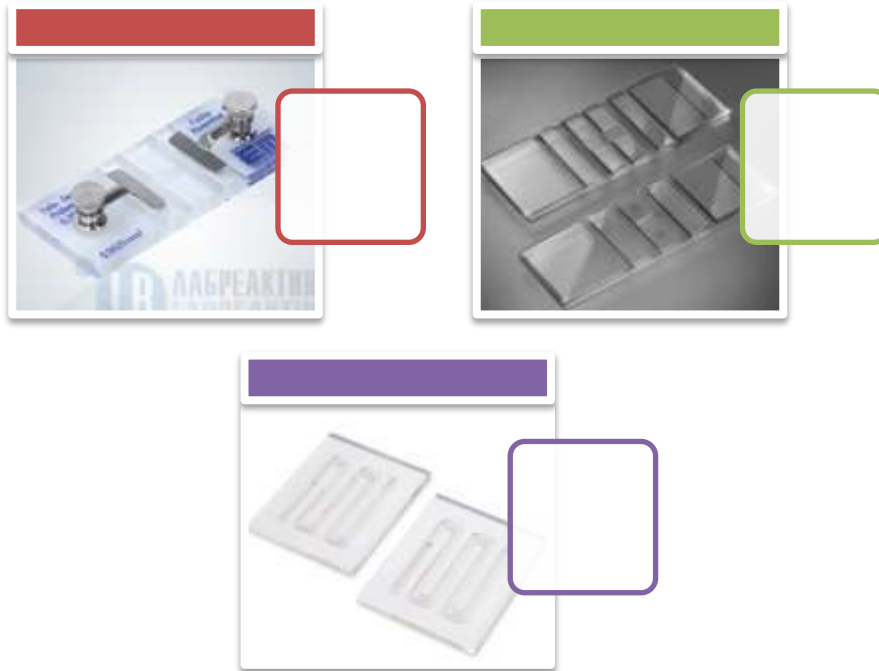
Завдання для самопідготовки:

1. Вкажіть співвідношення самців і самок у популяції гідробіонтів, за якого вона є найбільш стабільною і стійкою до несприятливих умов середовища.

2. Як змінюється статеві структура популяції при зменшенні температури водного середовища до 8°C та її збільшенні до 30°C?

3. Наведіть приклад впливу тривалості фотоперіоду на статеву структуру популяції?

4. Розгляньте рисунок «Камери для кількісного обліку планктону». Зазначте назви та призначення наведених камер.













5. Заповніть таблицю «Визначення біомаси організмів планктону та бентосу».

<i>Біомаса фітопланктону</i>	<i>Біомаса зоопланктону</i>	<i>Біомаса бентонтів</i>

6. Наведіть три приклади антагоністичних відносин у популяціях.

7. Наведіть приклади реакцій взаємодопомоги гідробіонтів.

8. Уважно розгляньте наведені організми. Вкажіть, який тип живлення для них характерний. Які організми слугують для вказаних тварин кормом?

Організми	Тип живлення	Кормова база	Організми	Тип живлення	Кормова база
					
					
					
					
					

9. Наведіть приклади видів-едификаторів.

Словник:

Популяція гідробіонтів _____

Псевдопопуляції _____

Поліморфні популяції _____

Монотипові популяції _____

Щільність (або чисельність) популяції _____

Біомаса популяції _____

Прегенеративна група _____

Генеративна група _____

Постгенеративна група _____

Партеногенез _____

Зграя _____

Консорції _____

Феромони _____

Ємність середовища _____

Гідробіоценоз _____

Домінанти _____

Субдомінанти _____

Адомінанти _____

Види-едифікатори _____

Повночленні гідробіоценози _____

Неповночленні гідробіоценози _____

Альгоценози _____

Фітоценози _____

Зооценози _____

Іхтіоценози _____

Псамофільні біоценози _____

Аргілофільні біоценози _____

Літофільні біоценози _____

Пелофільні біоценози _____

Топічні зв'язки _____

Трофічні (харчові) зв'язки _____

Форичні зв'язки _____

Фабричні зв'язки _____

Антибіотичні зв'язки _____

Ніша _____

Симбіоз _____

Коменсалізм _____

Мутуалізм _____

Стимуляція _____

Конкуренція _____

Хижацтво _____

Паразитизм _____

Ектопаразити _____

Ендопаразити _____

Контрольні запитання:

1. Що таке «друзи»?

2. Які зграйні риби Чорного моря Ви знаєте?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 22

Тема: Відтворення і динаміка популяцій гідробіонтів.

Мета: Ознайомитися з процесами відтворення гідробіонтів та закономірностями динаміки їх популяцій, а також з'ясувати основні абіотичні й біотичні чинники, що впливають на зміни чисельності та структури популяцій у водних екосистемах.

Теоретичні запитання:

1. Форми і ритми розмноження, плодовитість гідробіонтів.
2. Народжуваність і смертність.
3. Ріст популяцій.
4. Динаміка чисельності й біомаси популяцій. Методи встановлення.

Завдання для самопідготовки:

1. Наведіть формули, за якими розраховуються показники народжуваності та смертності.

2. Заповніть таблицю «Форми розмноження популяцій».

Форма	Організми, для яких характерна

3. Заповніть схему «Чинники, які впливають на зміни чисельності популяцій гідробіонтів».



4. Заповніть таблицю «Ритми розмноження».

<i>Ритми</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Приклад організмів</i>
Сезонні ритми		
Місячна періодичність розмноження		
Добові ритми		

5. Перерахуйте організми-гідробіонти, які розмножуються лише один раз у житті, після чого гинуть.

6. Наведіть приклади адаптації гідробіонтів, які сприяють зниженню смертності (підвищенню народжуваності).

7. Заповніть таблицю «Динаміка чисельності й біомаси популяцій».

<i>Тип</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Приклад організмів</i>
Добова динаміка		
Сезонна динаміка: <i>Планктонні водорості</i> <i>Планктонні тварини</i> <i>Донні тварини</i>		
Річна динаміка		

8. Розрахуйте чисельність популяції через 1 рік, якщо відомо, що початково у водоймі було 300 гідробіонтів. Кожного року народжується 15 нових особин на кожні 100 існуючих, і одночасно 10 % з них гине.

Словник:

Народжуваність _____

Смертність _____

Чисельність популяцій _____

Біомаса популяцій _____

Моноциклічні види _____

Дициклічні види _____

Поліциклічні види _____

Ациклічні види _____

Плодючість популяції _____

Абсолютна плодючість _____

Відносна плодючість _____

Вживаність популяції _____

Крива смертності _____

Ріст популяції _____

Приріст популяції _____

Швидкість росту популяції _____

Цитогонія _____

Контрольні запитання:

1. До яких наслідків призводять зрушення в співвідношенні швидкості процесів народжуваності та смертності гідробіонтів?
2. Які показники народжуваності виділяють?
3. Яким водним організмам властивий метагенез?
4. Чим обумовлено існування певної ритміки розмноження у гідробіонтів?

5. Від яких показників залежить виживаність особин популяції?
6. Від яких чинників залежить форма розмноження гідробіонтів?
7. Для яких організмів характерна гетерогонія?
8. Який вітамін стимулює у ряду коловрток перехід до двостатевого розмноження?
9. Які переваги надає гідробіонтам партеногенез?
10. Якими чинниками визначаються терміни розмноження у видів з пелагічними личинками?
11. Які форми більш плодовиті:
 - а) з коротким, чи довгим циклом розвитку;
 - б) великі організми чи дрібні?
12. Для яких гідробіонтів є характерним чергування двох способів розмноження – статевого і безстатевого (партеногенез)?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 23-24

Тема: Структурні та функціональні особливості гідробіоценозів. Міжпопуляційні відносини у гідробіоценозах.

Мета: вивчити структурні та функціональні особливості гідробіоценозів, з'ясувати роль різних компонентів у підтримці їхнього балансу та стійкості.

Теоретичні запитання:

1. Загальна характеристика та видова різноманітність гідробіоценозів.
2. Структура гідробіоценозів.
3. Взаємодія гідробіонтів в екосистемах.

4. Роль вищих хребетних тварин у біологічних процесах водних екосистем.

Завдання для самопідготовки:

1. Перерахуйте індекси, які використовуються при оцінці гідробіоценозів. Наведіть формули для їх розрахунку.
2. Наведіть схему функціональної структури гідробіоценозу.
3. Наведіть приклади неповночленних гідробіоценозів.
4. Зарисуйте цикл розвитку сисуна котячого.

5. Розгляньте представлені рисунки. Вкажіть, які типи взаємин на них зображені.



А.



Б.



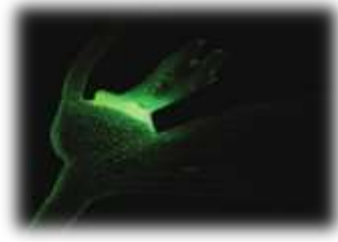
В.



Г.



Д.



Е.



Є.



Ж.



З.

А.	Б.	В.	Г.	Д.
Е.	Є.	Ж.	З.	

6. Перерахуйте хижаків водного середовища.

7. Перерахуйте структурні елементи гідробіоценозів.

8. Заповніть таблицю «Міжпопуляційні відносини в гідробіоценозах».

<i>Тип відносин</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Приклад</i>
Конкуренція		
Хижацтво		
Аменсалізм		

Паразитизм		
Симбіоз		
Протокооперація		
Мутуалізм		
Коменсалізм		
Нейтралізм		

9. Заповніть таблицю «Типи біоценозів за видовим складом макробезхребетних».

<i>Тип біоценозу</i>	<i>Видовий склад</i>

Словник:

Гідробіоценоз _____

Продуценти _____

Консументи _____

Редуценти _____

Фітофаги _____

Зоофаги _____

Трофічна мережа _____

Видова структура гідробіоценозу_____

Домінанти_____

Субдомінанти_____

Адомінанти_____

Види-едифікатори_____

Видове різноманіття гідробіоценозу_____

Коефіцієнт видової спільності_____

Реофільні організми_____

Лімнофільні організми_____

Контрольні запитання:

1. Які типи трофічних ланцюгів існують у водному середовищі?
2. Які гідробіонти здатні змінювати екологічну нішу?
3. Що є структурними компонентами гідробіоценозів?
4. Які індекси використовуються для обчислення коефіцієнтів видової спільності, або видової подібності?
5. Яку роль відіграють домінанти, субдомінанти, адомінанти, випадкові особини у функціонуванні гідробіоценозу?
6. Що таке види-едифікатори? Наведіть приклади.

7. Із якою метою використовують індекс Шенона?

8. Яку роль відіграють течії у формуванні гідробіоценозів?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 25

Тема: Водні екосистеми. Продуктивність водойм.

Мета: розглянути особливості формування та прогнозування продуктивності у водоймах різного типу.

Теоретичні запитання:

1. Поняття про екосистеми.
2. Біологічна продуктивність водних екосистем.
3. Біологічна продукція та потік енергії у водних екосистемах.
4. Методи визначення первинної продукції.
5. Методи визначення вторинної продукції.
6. Розрахунки потенційної і промислової рибопродуктивності.

Завдання для самопідготовки:

1. Опишіть теорію біологічної продуктивності водойм.

2. Зарисуйте трофічну піраміду водної екосистеми.

3. Як змінюється продукція з кожним наступним трофічним рівнем?

4. З яких компонентів складається кінцева біологічна продукція водних екосистем?

5. Відомо, що кожний трофічний рівень характеризується не біомасою, а відповідним енергетичним показником – у кілокалоріях або кілоджоулях ($1\text{кДж} = 4,1868\text{ ккал}$). Різні організми мають неоднакову калорійність.

Наведіть приклади калорійності 5 представників водних екосистем.

6. Опишіть три типи екологічних пірамід, які досить інформативними для графічного відображення трофічної структури екосистеми.

7. Як розраховується енергетичний баланс? Напишіть формули.

8. Вкажіть величини добового Р/В-коефіцієнта окремих груп гідробіонтів.

Словник:

Біологічна продукція _____

Первинна продукція _____

Вторинна продукція _____

Потік енергії _____

Трофічна піраміда _____

Первинні продуценти _____

Брутто-продукція _____

Ефективна первинна продукція _____

Чиста первинна продукція _____

Енергетичний еквівалент біомаси _____

Калоричний коефіцієнт поживних речовин _____

Загальний обмін гідробіонтів _____

Основний обмін гідробіонтів _____

Енергетичний баланс популяції _____

Кормовий коефіцієнт _____

Коефіцієнт продуктивної дії корму _____

Коефіцієнт екологічної ефективності росту _____

Швидкість продукування _____

Питома продукція _____

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Біологічна продуктивність – це здатність водної екосистеми утворювати органічну речовину у вигляді живих організмів за певний проміжок часу. Для оцінки продукційних процесів у водоймах використовують такі показники, як біомаса та продукція.

Біомаса характеризує кількісний розвиток популяцій і угруповань гідробіонтів та відображає загальну масу живої речовини на одиницю площі або об'єму водойми.

Рівень біологічної продуктивності водойм залежить від комплексу чинників. До них належать морфометричні особливості водойми (площа, глибина, форма улоговини, рельєф дна, будова берегової лінії), абіотичні чинники (температура води, вміст розчиненого кисню, освітленість, концентрація біогенних елементів), біотичні взаємодії (структура трофічних ланцюгів, забезпеченість кормовими ресурсами, видовий склад угруповань), а також антропогенний вплив, пов'язаний із господарською діяльністю людини та управлінням водними ресурсами.

Продукція – це кількість новоутвореної біомаси, що синтезується популяцією або угрупованням організмів на одиниці площі чи об'єму за певний проміжок часу. Її позначають символом Р. Річну продукцію риб зазвичай виражають у кг/га, планктону – у г/м³, бентосу – у г/м².

Залежно від джерела утворення органічної речовини розрізняють первинну та вторинну продукцію. Первинна продукція формується автотрофними організмами в процесі фотосинтезу. Під час цього процесу синтезується органічна речовина з неорганічних сполук та виділяється кисень, який забезпечує життєдіяльність гідробіонтів, бере участь у процесах самоочищення водойм і впливає на якість водного середовища.

Первинну продукцію фітопланктону виражають у грамах кисню на одиницю площі або об'єму за одиницю часу чи в енергетичних одиницях (Дж). Розрізняють валову первинну продукцію (А), яка характеризує загальну кількість органічної речовини, синтезованої в процесі фотосинтезу, та чисту первинну продукцію (Р), що залишається після вирахування витрат на дихання організмів.

Співвідношення валової продукції до деструкції (А/Р) є важливим показником функціонального стану водної екосистеми. За значення $A/R = 1$ система перебуває у стані динамічної рівноваги; при $A/R > 1$ процеси продукції переважають над деструкцією, що характерно для високопродуктивних евтрофних водойм; при $A/R < 1$ домінують процеси мінералізації органічної речовини.

Одним із найпоширеніших способів визначення первинної продукції є киснева модифікація скляночного методу. Його принцип ґрунтується на визначенні змін концентрації розчиненого кисню у світлих і темних склянках під час експозиції природної води.

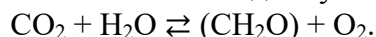
Для проведення дослідження проби води відбирають батометром і розливають у герметично закриті світлі та темні склянки. У світлих склянках одночасно відбуваються фотосинтез і дихання планктонних організмів, тоді як у темних – лише процеси дихання та деструкції органічної речовини. Темні склянки фарбують у чорний колір або поміщають у світлонепроникні чохла. Перед початком експозиції визначають вихідну концентрацію кисню у воді. Після завершення досліду вміст розчиненого кисню визначають за методом Вінклера.

У результаті експерименту отримують три показники: вихідну концентрацію кисню (К), концентрацію кисню у світлій склянці (С) та концентрацію кисню у темній склянці (Т). На їх основі розраховують валову первинну продукцію (А), деструкцію (R) та чисту продукцію (Р).

Тривалість експозиції зазвичай становить 24 години, що дозволяє врахувати природний добовий цикл чергування фотосинтезу та дихання. У періоди інтенсивного

розвитку фітопланктону («цвітіння» води) експозицію можуть скорочувати до 2–4 годин для уникнення спотворення результатів унаслідок значних коливань фізико-хімічних параметрів середовища.

Скляночний метод базується на загальному рівнянні фотосинтезу:



Згідно з цим рівнянням кількість поглинутого діоксиду карбону або виділеного кисню пропорційна кількості синтезованої органічної речовини. За відсутності світла переважають процеси дихання та деструкції, під час яких органічна речовина окиснюється із споживанням розчиненого кисню та виділенням вуглекислого газу.

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Дослід 1. Визначення первинної продукції і деструкції органічної речовини скляночним методом

1. Перед виконанням роботи візьміть продукційні склянки (по 4 на кожний горизонт: 1– для визначення початкової концентрації розчиненого кисню, 2 та 3 – світлі, для оцінки продукції, 4 – темна, для визначення деструкції). Підготуйте батометр та інший лабораторний посуд. Очистіть скляний посуд за допомогою хромової суміші, а для пластмасового посуду використовуйте розчин прального порошку. Ретельно висушіть весь посуд перед початком експерименту.

2. У точці відбору води виміряйте прозорість води за допомогою диска Секкі. Визначте глибину фотичного шару (перемножити глибину прозорості на коефіцієнт 3,0) або глибину фотичного шару, що визначають підводним гідрометром – глибина проникнення 1% сонячної радіації).

3. Проведіть відбір проб з горизонтів батометром місткістю не менше 1 л. З одного батометра одночасно візьміть проби для гідрохімічного, кількісного та якісного аналізу фітопланктону. Відбір проб виконуйте від нижніх горизонтів до верхніх.

4. Заповніть продукційні склянки відразу після відбору, попередньо прополоскавши їх досліджуваною водою. Наповнюйте склянки трубкою-сифоном, опускаючи її до дна, і заповніть склянки до верху, переливаючи частину проби. Акуратно закрийте склянки, уникаючи утворення бульбашок повітря. Якщо бульбашки залишилися, залиште склянку відкритою на 1 хвилину, постукуючи по стінках для їх видалення, після чого закрийте. Розмістіть склянки у відповідних горизонтах (2 світлі та 1 темна на кожен горизонт) та зафіксуйте час початку експозиції. При заповненні склянок уникайте надходження прямих сонячних променів.

5. Проби, які залишилися для визначення початкового вмісту розчиненого кисню, одразу зафіксуйте, вливаючи у склянки по 1 мл MnCl_2 та 1 мл лужного розчину KI , тримаючи піпетки біля поверхні води. Об'єм проби, що втрачається, врахуйте при наступних розрахунках. Після фіксації закрийте склянку і енергійно перемішайте до рівномірного розподілу осаду. Помістіть проби в темне місце для відстоювання на 3 години – 1 добу.

6. Після відстоювання влийте у пробу 1–3 мл концентрованої H_2SO_4 , тримаючи кінчик піпетки над поверхнею розчину. Закрийте пробу і перемішайте до повного зникнення осаду. Перенесіть розчин по 50–100 мл у конічну колбу та титруйте розчином 0,01 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до солом'яно-жовтого кольору. Додайте 1–2 мл крохмалю та відтитруйте синє забарвлення до повного знебарвлення. Виконайте титрування з однієї склянки 2–3 рази.

7. Визначте вміст розчиненого кисню (O_2) у мг/л за формулою.

$$\text{O}_2 = \frac{n \cdot N \cdot K \cdot 8 \cdot 1000}{V - 2},$$

де: n – кількість $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, витраченого на титрування проби, мл; N – нормальність $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; K – поправка на нормальність $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; 8 – еквівалент кисню; 1000 – перерахунок на 1 л проби; V – об'єм титрованої проби, мл; 2 – кількість втраченої проби, якщо титрують весь об'єм склянки; якщо титрують пробу по частинах, втрачений об'єм (2 мл) не враховується.

Перед визначенням вмісту розчиненого кисню визначити поправочний коефіцієнт нормальності натрій тіосульфату.

8. Проведіть розрахунок первинної продукції за формулами:

а) валова продукція: $A = C - T / t$, мг O_2 /л / год;

б) чиста продукція: $P_{\text{чист.}} = C - K / t$, мг O_2 /л / год;

в) деструкція: $R = K - T / t$ мг O_2 /л / год,

де: K – початковий вміст O_2 перед експозицією (мг/л); C – вміст O_2 в світлих склянках після експозиції (мг/л); T – вміст O_2 в темних склянках після експозиції (мг/л); t – час експозиції (год.).

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання

1. Чим відрізняється біологічна продуктивність від біологічної продукції?
2. Що є ключовим механізмом формування біологічної продукції (продукційного процесу)?
3. Що таке дихальний коефіцієнт та які його величини для різних органічних речовин?
4. Як змінюється продуктивність тваринних популяцій при багатій кормовій базі, оптимальній температурі і достатній насиченості води киснем?
5. Як розраховується валова первинна продукція?
6. Як розраховується деструкція і чиста продукція?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 26

Тема: Біологічні ресурси водойм.

Мета: розглянути основні біологічні ресурси водойм, визначити склад і функціонування популяцій водних організмів, їх роль у екосистемах водойм.

Теоретичні запитання:

1. Водні біоресурси гідросфери як об'єкт світового господарства.
2. Світовий промисел гідробіонтів.
3. Промисел риби.

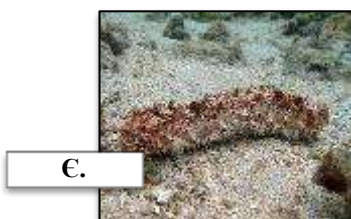
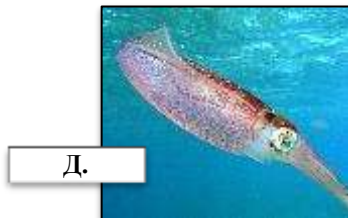
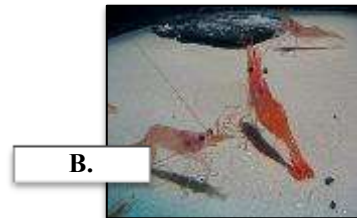
4. Промисел нерибних об'єктів.
5. Культивування водоростей.
6. Акліматизація гідробіонтів.
7. Аквакультура.
8. Заходи щодо використання та запобігання виснаження водних ресурсів.

Завдання для самопідготовки:

1. Заповніть таблицю «Біологічні ресурси гідросфери»

Тип ресурсу	Основні види	Застосування	Екологічна роль

2. Розгляньте рисунок: «Найважливіші промислові безхребетні». Зазначте їхній вид. Вкажіть, які представники роду також мають промислове значення.

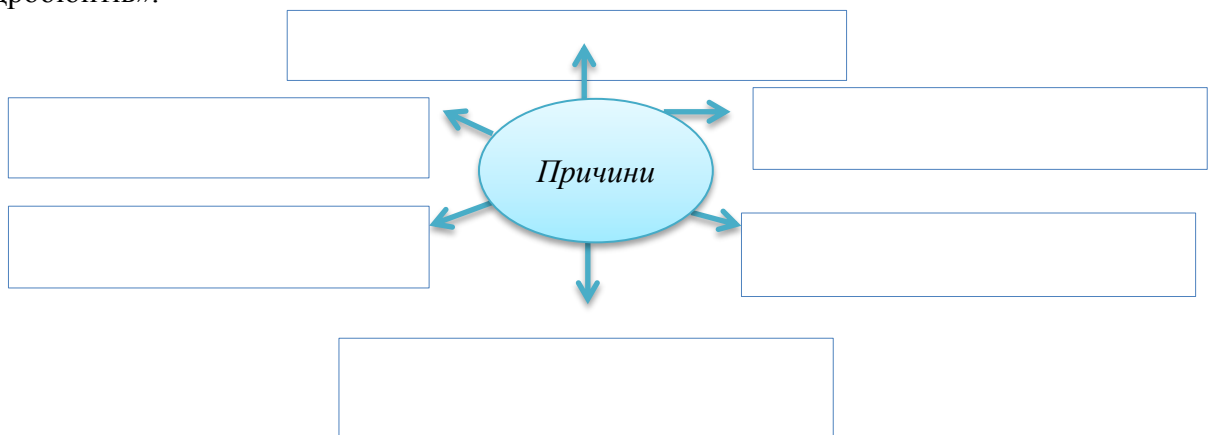


А	Б	В
Г	Д	Е
Є	Ж	З

3. Заповніть таблицю «Світовий промисел риби та нерибних об'єктів»

Регіон	Основні види риб	Основні нерибні об'єкти	Обсяг промислу (тонни на рік)

4. Заповніть схему «Основні причини зменшення природного відтворення промислових гідробіонтів».



5. Наведіть приклади інтродукції кормових ресурсів моря.

Риби

Ракоподібні

Молюски

Водні ссавці

6. Уявіть, що ви – керівник риболовецької компанії в регіоні Південного океану. Ваша компанія займається виловом тунця та кальмарів. Однак популяція тунця почала різко зменшуватися через інтенсивний вилов. Які заходи ви пропонуєте для збереження популяції тунця та покращення стійкості рибних ресурсів?

7. Заповніть таблицю: «Культивування водоростей».

<i>Відділ</i>	<i>Основні види водоростей, які культивуються</i>	<i>Застосування в промисловості</i>	<i>Переваги культивування</i>

Словник:

Біологічні ресурси гідросфери _____

Акліматизація _____

Інтродукція _____

Акліматизація впровадження _____

Акліматизація заміщення _____

Аквакультура (рибництво) _____

Випасна аквакультура _____

Ставкова аквакультура _____

Індустріальна аквакультура _____

Екстенсивна форма аквакультури _____

Інтенсивна форма аквакультури _____

Напівінтенсивна форма аквакультури _____

Лімнокультура _____

Марикультура _____

Контрольні запитання:

1. Які представники фауни й флори використовуються людиною як біологічна сировина?
2. Якими показниками визначається величина біологічних ресурсів у гідросфері?

3. Чим визначається об'єм промислу водяних організмів?
4. Перерахуйте заходи щодо охорони природного відтворення промислових гідробіонтів.
5. Що потрібно враховувати під час проведення акліматизаційних робіт?
6. Які види молюсків розводять найчастіше?
7. Які види ракоподібних розводять найчастіше?
8. Які види риб розводять найчастіше?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 27–29

Тема: Гідробіологія прісних та солоних водойм.

Мета: розглянути гідробіоценози прісних та солоних водойм.

Теоретичні запитання:

1. Біоценози Світового океану.
2. Біоценози шельфу.
3. Біоценози літоралі.
4. Основні біоценози пелагіалі.
5. Біоценози континентальних водойм.
6. Біоценози річок.
7. Біоценози озер.

Завдання для самопідготовки:

1. Заповніть таблицю «Гідробіоценози перехідних екологічних зон (екотопів)».

<i>Біоценоз</i>	<i>Характерні особливості</i>
Біоценози Світового океану	
Біоценози шельфу	
Біоценози літоралі	

Основні біоценози пелагіалі	
Біоценози континентальних водойм	
Біоценози річок	
Біоценози озер	
Біоценози водосховищ	

2. Порівняйте різноманітність організмів у прісній та солоній воді. Заповніть таблицю.

<i>Досліджуваний параметр</i>	<i>Прісна водойма</i>	<i>Солоня вода</i>
Температура (°C)		
pH		
Солоність (‰)		
Характер ґрунтів		
Енергетичні потоки в екосистемах		
Типи гідробіонтів		

3. На основі наукового опису екосистеми солоного озера, охарактеризуйте флору і фауну цього середовища. Які адаптації дозволяють організмам виживати в умовах високої солоності та обмеженої кількості кисню?

4. Розгляньте представлені на рисунку організми. Для кожного організму визначте, чи він є типовим для прісних чи солоних водойм. Вкажіть, які адаптації дозволяють цьому організму існувати в конкретному середовищі.



Тестові запитання для самоконтролю:

1. Яка одиниця вимірювання солоності води?
 - а) молекули на літр;
 - б) градуси Цельсія;
 - в) проміле (‰);
 - г) паскалі.
2. Яке із цих морів є найсолонішим?
 - а) Чорне море;
 - б) Балтійське море;
 - в) Середземне море;
 - г) Червоне море.
3. Який із наведених організмів найчастіше зустрічається у прісних водоймах?
 - а) корали;
 - б) водяні блохи (*Daphnia*);
 - в) морські зірки;
 - г) медузи.
4. Який із наведених організмів є характерним представником солоних водойм?
 - а) карась;
 - б) креветка *Artemia*;
 - в) водяний скорпіон;
 - г) водомірка.
5. Який клас тварин є найбільш пристосованим до життя у солоній воді?
 - а) земноводні;
 - б) риби;
 - в) рептилії;
 - г) комахи.
6. Визначте, які з наведених організмів відносяться до фауни прісних водойм:
 - а) карась;
 - б) креветка;
 - в) омар;
 - г) печінковий хвіст.
7. Які фактори найбільше впливають на біоту прісних водойм?

- а) коливання температури та освітленості;
 - б) солоність та хвилювання води;
 - в) лінійна швидкість течії та наявність кисню;
 - г) лише температура та кислотність.
8. Яке з наступних тверджень є справедливим щодо солоних водойм?
- а) вони містять більшу кількість органічних речовин;
 - б) вони є домівкою для більшості прісноводних організмів;
 - в) вони характеризуються високою солоністю та різноманітністю флори і фауни;
 - г) вони завжди мають нейтральний рН.
9. Які організми є характерними для прибережних зон солоних вод?
- а) риби прісних водойм;
 - б) молюски, морські зірки, водорості;
 - в) хвощі та водяні лілії;
 - г) тільки бактерії та мікроорганізми.
10. Яка з водоростей є типовою для прісних водойм?
- а) фукус;
 - б) спірогіра;
 - в) ламінарія;
 - г) хлорела.

Бланк для відповідей на тестові завдання:

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1		3		5		7		9	
2		4		6		8		10	

Контрольні запитання:

1. Які екологічні чинники впливають на склад гідробіонтів у прісних і солоних водоймах?

2. Чим відрізняються механізми пристосування організмів до середовища з різною солоністю?

3. Які основні відмінності між прісними та солоними водоймами за фізико-хімічними характеристиками?

4. Чому у солоних водоймах живе інший набір організмів, ніж у прісних?

5. Як рівень солоності впливає на поширення гідробіонтів?

Дата: _____

Підпис викладача _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 30

Тема: Проблеми сучасної гідробіології.

Мета: проаналізувати головні проблеми сучасної гідробіології, розглянути можливі шляхи їхнього вирішення.

Теоретичні запитання:

1. Біологічне забруднення водних екосистем.
2. Антропогенне забруднення водойм та його вплив на організм гідробіонтів.
3. Роль гідробіонтів у самозабрудненні та самоочищенні водойм.
4. Порушення гідрологічного режиму водних екосистем.
5. Вплив глобальних змін клімату.
6. Методи оцінки, біологічна індикація та моніторинг контролю токсичності водного середовища для гідробіонтів
7. Інвазійні види.
8. Охорона та відтворення водних біоресурсів.

Завдання для самопідготовки:

1. Заповніть таблицю «Види та джерела забруднення природних вод».

<i>Вид забруднення</i>	<i>Основні забруднювачі та їх джерела</i>	<i>Ознаки забруднення</i>	<i>Наслідки забруднення</i>	<i>Методи очистки води</i>
Хімічне				
Бактеріальне				
Теплове				
Радіоактивне				

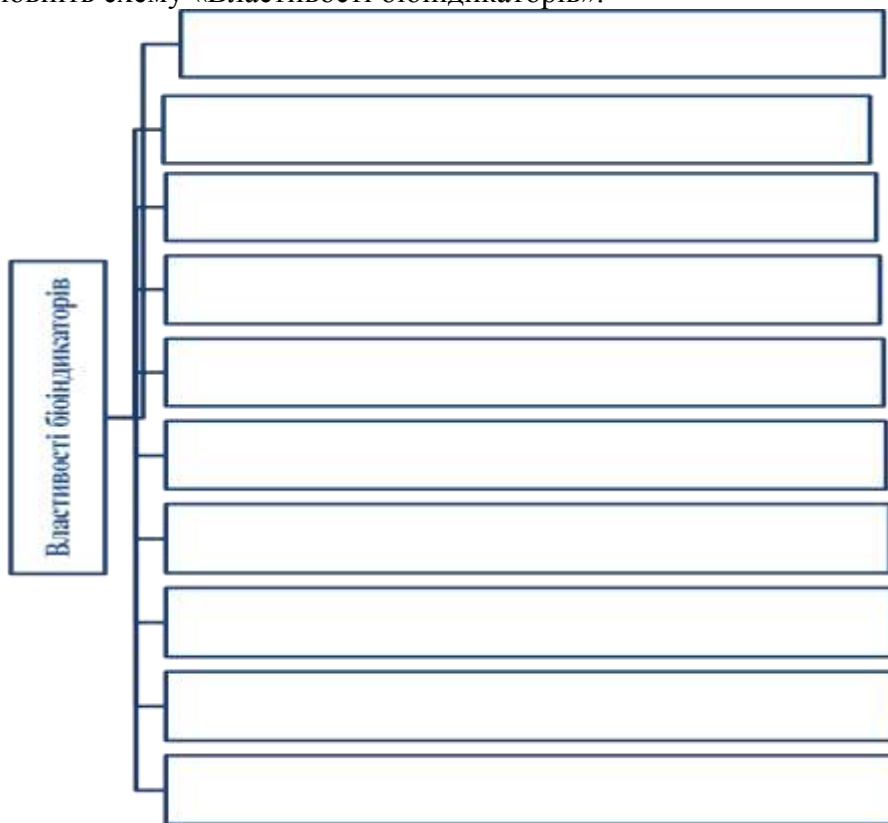
2. Заповніть таблицю «Класифікація водойм за ступенем забруднення органічними речовинами».

<i>Тип</i>	<i>Характеристика</i>	<i>Організми, які живуть</i>
<i>Полісапробні води</i>		
<i>Мезосапробні води:</i>		
<i>води α-мезосапробної зони</i>		
<i>води β-мезосапробної зони</i>		
<i>Олігосапробні води</i>		
<i>Катаробні води</i>		

3. Заповніть таблицю «Симптоми загибелі гідробіонтів при забрудненні водойм».

<i>Симптом</i>	<i>Характеристика</i>
Симптоми пошкоджень риб	
Симптоми загибелі кормових організмів	
Визначення ураженої площі при забрудненні водойм	

4. Заповніть схему «Властивості біоіндикаторів».



5. Заповнити таблицю «Відношення груп організмів до сапробності водного середовища».

Таксономічне положення	Класи сапробності, в яких переважають таксономічні групи	
	Значна кількість	Незначна кількість видів
Інфузорії - вйчасті - сисучі		
Губки		
Кишковопорожнинні (гідра, кордилофора)		

Черви: - вйчасті - олігохети		
Коловертки <i>Bdelloidea</i>		
Молюски: - черевонігі - двостулкові		
Ракоподібні копеподи: - каланоїди - циклопоїди - рівноногі (водяной ослик) - бокоплави - річкові раки - водяні кліщі		
Комахи: двокрилі		

Словник:

Алохтонні речовини _____

Автохтонні речовини _____

Сапробіонти _____

Сапротрофи _____

Сапробіологія _____

Катароби _____

Гіперсапроби _____

Урбогенна сапробність _____

Агрогенна сапробність _____

Тестові завдання для самоконтролю:

1. Сапробність оцінюється за ступенем забруднення водних об'єктів:
 - а) нафтопродуктами;
 - б) органічними речовинами;
 - в) токсичними речовинами;

- г) важкими металами.
2. Процес евтрофікації полягає у збагаченні води:
- а) важкими металами;
 - б) токсичними речовинами;
 - в) біогенними елементами;
 - г) нафтопродуктами
3. Індикаторами реофільних умов виступають:
- а) рогіз вузьколистий;
 - б) латаття біле;
 - в) різні види рдесників;
 - г) їжачі голівки.
4. Оптимальна кількість нітратів рибогосподарських водойм становить:
- а) 0,5 мгN/л;
 - б) 1,0 мгN/л;
 - в) 2,0 мгN/л;
 - г) 5,0 мгN/л;
 - д) 10,0 мгN/л.
5. Який мінімальний вміст кисню необхідний для виживання гідробіонтів?
- а) 5 мг/л;
 - б) більше 2 мг/л;
 - в) не менше 14 мг/л;
 - г) 20–30 мг/л.
6. Здатність організмів заселяти води з високою концентрацією токсичних речовин:
- а) токсичність;
 - б) токсопробність;
 - в) таксопробність;
 - г) отруйність.
7. Таксономічні групи зообентосу, які виступають найкращими індикаторами екологічного стану тієї чи іншої водойми:
- а) *Oligochaeta, Chironomidae*;
 - б) *Ephemeroptera*;
 - в) *Amphipoda, Bivalvia, Chaoboridae, Ceratopogonidae*;
 - г) *Arachnoidae, Collembola, Crustacea, Culicidae*.
8. Екологічна зона водойми, що поширюється до нижньої межі росту вищих рослин називається:
- а) профундаль;
 - б) сублітораль;
 - в) бенталь;
 - г) пелагіаль.
9. Періодичні зміни у співвідношенні видів та їх чисельності у гідробіоценозах називають:
- а) флуктуації;
 - б) сукцесії;
 - в) норма реакції;
 - г) хвилі коливання.
10. Біоіндикатори – це:
- а) живі організми, що мешкають в районах техногенного забруднення;
 - б) живі організми, що змінюються морфологічно в умовах техногенного забруднення;
 - в) живі організми, що реагують на зміну сапробності води;
 - г) живі організми, що використовуються для виявлення забруднення навколишнього середовища.

Бланк для відповідей на тестові завдання:

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1		3		5		7		9	
2		4		6		8		10	

ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ:

Завдання 1. Розподіліться на невеликі групи (по 3 – 4 особи) та проаналізуйте одну із наступних проблем гідробіології: забруднення води, вплив кліматичних змін, інвазійні види, порушення гідрологічного режиму (проблеми не мають повторюватись у групах). Визначте можливі наслідки.

Запропонуйте шляхи вирішення або адаптації до цієї проблеми.

Презентуйте отримані результати.

Загальні результати та висновки по роботі оформіть у вигляді таблиці:

<i>Проблема</i>	<i>Наслідки</i>	<i>Шляхи вирішення</i>

Завдання 2. Визначення класу якості води за модифікованим індексом Майєра.

Суть методу: індекс Майєра розроблений для дослідження стану водойми за різноманітністю макробезхребетних тварин та модифікований авторами для біоіндикації за макрофітами. В його основу покладено поділ найбільш показових індикаторних видів водних рослин (гідрофітів) відповідно до ступеня забруднення водойми на три групи, що зазначено в таблиці вище.

Розрахунок: за формулою: $S=A \times 5 + B \times 2 + C \times 1$, де А, В, С - кількість індикаторних груп із відповідних стовпчиків (групи організмів-індикаторів, що трапилися у водоймі чи на її ділянці).

Величина індексу свідчить про рівень чистоти водойми чи її забрудненості.

✓ Більше 25 балів – вода першого та другого класів якості (водойма особливо чиста, чиста олігосапробна зона).

✓ Від 25–15 балів – вода третього класу якості (водойма помірно забруднена, β-мезосапробна зона).

✓ Менше 15 балів – четвертий або п'ятий клас якості (водойма брудна, α-мезосапробна або полісапробна).

Цей метод дієвий у водоймах з добре розвинутою рослинністю. Якщо у водоймі відмічені види, які всі належать до однієї індикаторної групи, то бали рахувати немає потреби – це вода відповідної якості.

Хід роботи:

Визначте, до якого класу якості води відоситься водойма за індексом Майєра, якщо в ній були знайдені такі види макрофітів: *очерет звичайний, ситник болотний, куга озерна, три види харових водоростей, рдесник пронизанолистий, рдесник кучерявий, елодея канадська та водяний гірчак земноводний.*

Результати та висновки роботи:

Завдання 3. Визначення класу якості води за Макрофітним індексом (МІ).

Суть методу: в основі Макрофітного індексу лежить закономірна зміна індикаторних груп видів макрофітів, що відбувається у водоймі відповідно до зростання рівня забруднення та погіршення якості води, насамперед у результаті антропогенної евтрофікації. У результаті багаторічних спостережень за водною рослинністю різних типів водойм України види макрофітів були об'єднані у 7 індикаторних груп.

Визначивши наявність у водоймі видів певної індикаторної групи та порахувавши загальну кількість макрофітів, що росте тут, можна отримати макрофітний індекс (МІ), який і буде показником якості води. Визначення МІ проводиться за спеціально розробленою таблицею.

Таблиця для визначення Макрофітного індексу

Види-індикатори	Загальна кількість видів		
	<5	6-10	>11
Молодильник озерний, фонтиналіс, хара	10	9	—
Дрібнолисті рдесники (крім гребінчастого)	9	8	7
Широколисті рдесники (пронизанолистий, блискучий, кучерявий), глечики, елодея канадська, стрілолист	—	7	8
Латаття, водопериця, водяний жовтець, рдесник гребінчастий	4	5	6
Тілоріз, пухирник, жабурник	3	4	5
Кушир, ряски (<50%)	2	3	4
Кушир, ряски (>50%)	1	2	—
Нитчасті водорості	1	2	—

Порядок розрахунку Макрофітного індексу:

✓ за натурними спостереженнями складаємо загальний список водних макрофітів досліджуваної ділянки. До уваги беруться всі види, а не лише ті, що наведені у таблиці.

✓ за таблицею визначаємо, які індикаторні групи макрофітів трапляються у водоймі. Пошук розпочинається з найчутливіших до забруднення видів рослин (перший рядок таблиці). Якщо у водоймі наявні види з першої індикаторної групи, то працюємо лише з першим рядком таблиці не зважаючи на решту рядків та стовпчиків. На перетині зі стовпчиком відповідної кількості видів у водоймі знаходимо значення МІ. Якщо вказаних видів у описі немає, шукаємо види з наступної індикаторної групи.

Якщо Макрофітний індекс має значення 9–10 балів – I клас якості води, дуже чиста; 7–8 – II клас, чиста; 5–6 – III клас, забруднена; 3–4 – IV клас, брудна; 1–2 – V клас, дуже брудна.

Отже, визначення Макрофітного індексу - це ще один спосіб дослідження стану водойми за допомогою макрофітних біоіндикаторів.

Хід роботи:

1. У водоймі були знайдені такі види макрофітів: *очерет звичайний, ситник болотний, куга озерна, три види харових водоростей, рдесник пронизанолистий, рдесник кучерявий, елодея канадська та водяний гірчак земноводний*. Визначте, до якого класу якості води відоситься водойма за індексом макрофітів (МІ).

Результати та висновки роботи:

Завдання 4. На мілководдях масово трапилися нитчасті водорості, ряска мала, кушир занурений, водяний жовтець закручений, водопериця колосиста, рдесник гребінчастий, очерет, рогоз вузьколистий та лепешняк великий.

Визначте, до якого класу якості води відоситься обговорювана водойма за макрофітним індексом (МІ).

Результати та висновки роботи:

Контрольні запитання:

1. Які органічні речовини виділяють гідробіонти у процесі життєдіяльності?
2. За допомогою яких методів можливо проводити прогнозування стану водних екосистем?
3. Розрахунки надходження забруднюючих речовин з промисловими скидними та шахтними водами.
4. Охарактеризуйте модель гідрологічних систем типу «чорного ящика»
5. Що таке сталий промисел риби та як він може бути застосований для збереження екосистем водних середовищ?
6. Чому важливо контролювати методи вилову риби?

Дата: _____

Підпис викладача _____

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Боярин М. В., Нетробчук І. М. Основи гідроекології: теорія й практика : навч. посіб. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 365 с.
2. Євтушенко М. Ю., Глебова Ю. А. Біологічні ресурси гідросфери. Київ: Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. 179 с.
3. Євтушенко М. Ю., Хижняк М. І. Методологія наукових досліджень у рибництві. Київ, 2018. 296 с.
4. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм: навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2014. 333 с.
5. Прикладні програми для обробки гідробіологічних даних: метод. посіб. / С. О. Афансьєв та ін. Київ, 2019. 28 с.
6. Хижняк М. І., Євтушенко М. Ю. Методологія вивчення угруповань водних організмів. Київ: Український фітосоціологічний центр, 2014. 269 с.
7. Юришинець В. І. Симбіознози гідробіонтів як компоненти прісноводних екосистем : монографія. Київ: Наукова думка, 2013. 117 с.

Додаткова:

1. Гандзюра В. П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами. Київ: ВГЛ «Обрії», 2002. 248 с.
2. Гідробіологічні дослідження континентальних водойм в Національній академії наук України (до 90-річчя НАН України) / за ред. В. Д. Романенка. К.: СПД Москаленко О.М., 2008. 264 с.
3. Клименко М. О., Гроховська Ю. Р. Оцінка екологічного стану водних екосистем річок басейну Прип'яті за вищими водними рослинами. Рівне: НУВГП, 2005. 194 с.
4. Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. К. Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. 112 с.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан та ін.; за ред. В. Д. Романенка. Київ: ЛОГОС, 2006. 408 с.
6. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко та ін. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
7. Романенко В. Д. Основи гідроекології. Київ: Наук, думка, 2001. 728 с.
8. Сучасні проблеми гідробіології: Запорізьке водосховище : довідник / О. В. Федоненко та ін. Д. : Ліра, 2012. 276 с.
9. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник. Київ, 2011. 495 с.
10. Щербак В. І. Методи досліджень фітопланктону. *Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем.* 2002. С.41–47.
11. Юрасов С. М., Сафранов Т. А., Чугай А. В. Оцінка якості природних вод: Навчальний посібник. Одеса, 2011. 164 с.

Інтернет ресурси:

1. <http://nbuv.gov.ua/node/554>
2. <http://www.hydrobiolog.com.ua/>
3. <http://hydrobio.kiev.ua/ua/>
4. <https://davr.gov.ua/diyalnist>
5. https://darg.gov.ua/_polozhennja_0_13_menu_0_1.html

Навчальне видання

Укладачі:

Музика Лідія Володимирівна

Шелюк Юлія Святославівна

РОБОЧИЙ ЗОШИТ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ОBOB'ЯЗКОВОЇ ОСВІТНЬОЇ
КОМПОНЕНТИ «ГІДРОБІОЛОГІЯ»

Надруковано з оригінал-макета автора
Підписано до друку Формат 60x90/16. Ум. друк.арк. 2.38 д.а.
Обл. вид арк. 4.75. Друк різнографічний.
Гарнітура Times New Roman. Зам. 30. Наклад 200.

Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка
Свідоцтво про державну реєстрацію:
серія ЖТ № 10 від 07.12.04 р.
м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 40
електрона пошта (zu@zu.edu.ua)