

Гідроекологія

Методичні рекомендації
до практичних занять



Київ — 2023



КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»
Кафедра екології та зоології

**Методичні рекомендації
до практичних занять з освітнього компоненту
«Гідроекологія»**

Галузь знань:	10 «Природничі науки»
Спеціальність:	101 «Екологія»
Освітній рівень:	Бакалавр
Освітня програма:	Екологія
Вид дисципліни:	Вибіркова

Укладач:
асистент Ляшенко В.А.

Рекомендовано науково-методичною комісією
навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № 5 від 20 квітня 2023 року)

Укладач:

В.А. Ляшенко, к.б.н., асистент кафедри екології та зоології

Рецензенти:

Куцоконь Ю.К., к.б.н., в.о. завідувача відділу фауни та систематики
хребетних Інституту зоології ім. І.І.Шмальгаузена НАН
України

Зоріна-Сахарова К.Є., к.б.н., старший науковий співробітник відділу
іхтіології та гідробіології річкових систем Інституту
гідробіології НАН України

Гідроекологія. Методичні рекомендації до практичних занять. /

Укладач В.А. Ляшенко. — Київ: 2023. — 36 с. [Електронне видання]

Методичні рекомендації містять опис структури практичних занять та протоколи для виконання. Для кожного практичного заняття надано коротку теоретичну інформацію та перелік проблемних запитань для самостійного опанування студентами. Практичні завдання спираються на широке використання інтерактивних матеріалів, наочних онлайн-моделей та симуляцій.

Методичні рекомендації призначені для студентів ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, які навчаються за освітньо-науковою програмою «Екологія» освітнього рівня «Бакалавр».

Методичні рекомендації наводяться в авторській редакції.

© CC_BY_4.0

Зміст

Зміст	3
Вступ	4
Практична робота № 1: Фізико-хімічні властивості водного середовища існування. Лімітуючі фактори водного середовища.	5
Практична робота № 2: Різноманіття розмірів гідробіонтів та їхні розмірні класи.	7
Практична робота № 3: Екологічні групи гідробіонтів.	9
Практична робота № 4: Морфологічні особливості гідробіонтів як пристосування до різного способу життя.	10
Практична робота № 5: Осмотичний тиск водного розчину як фактор, що обмежує життєдіяльність гідробіонтів.	12
Практична робота № 6: Водневий показник та твердість води як фактори, що обмежують життєдіяльність гідробіонтів.	14
Практична робота № 7: Органічне забруднення водойм на прикладі евтрофікації. Механізм евтрофікації водойм та її наслідки.	17
Практична робота № 8: Теплове забруднення водойм на прикладі «вицвітання» коралових рифів.	19
Практична робота № 9: Механічне забруднення водойм на прикладі забруднення пластиковими відходами.	22
Практична робота № 10: Біологічне забруднення водойм на прикладі вивчення поширення інвазійних видів риби.	24
Практична робота № 11: Екологічні фактори, що сприяють або стримують поширення інвазійних гідробіонтів на прикладі Еритрейського вторгнення.	25
Практична робота № 12: Визначення продуктивності водойм на прикладі риборозвідних ставків.	26
Практична робота № 13: Визначення продуктивності водойм на прикладі польових досліджень ставків, розташованих на річці Rio Frijoles.	28
Практична робота № 14: Комплексне вивчення екологічного стану річкової екосистеми на прикладі інтерактивної моделі «Ecodetectives: Peril river».	29
Приклади тестових запитань	30
Рекомендована література	35
Рекомендовані Інтернет-ресурси	36

Вступ

Освітній компонент «Гідроекологія» є дисципліною вільного вибору студента із циклу професійної та практичної підготовки. Цей освітній компонент викладається студентам-бакалаврам другого курсу в першому семестрі. Навчальна дисципліна «Гідроекологія» охоплює вивчення понять, термінології, принципів, методів, методичних підходів та теорії сучасної гідроекології. Під час вивчення дисципліни наводяться приклади та демонструється значення та практичне застосування головних гідроекологічних законів і принципів для оптимізації стану гідроекосистем та раціонального природокористування. Акцентується увага на нерозривному взаємозв'язку між станом гідроекосистем та здоров'ям населення.

Запропонований зміст методичних рекомендації до практичних занять із дисципліни «Гідроекологія» було апробовано автором упродовж 2018–2023 рр., під час викладання цієї дисципліни студентам-екологам Навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. У зв'язку з вимушеним запровадженням змішаної форми навчання з 2020 року постала нагальна потреба адаптації практичних занять до широкого використання наочних, інтерактивних та симуляційних матеріалів.

Кожне практичне заняття із цієї збірки було представлене студентам у вигляді індивідуального протоколу на навчальній платформі Google Classroom — у такий спосіб студенти мали доступ до інтерактивних матеріалів та можливість редагувати онлайн-документи, не заважаючи іншим студентам групи та не підглядаючи в чужі роботи. Така організація практичних робіт дістала схвальні відгуки від студентів та сприяла активному залученню студентів до навчання із використанням сучасних технологій. Важливо зауважити, що всі практичні заняття оформлено в такий спосіб, щоб зробити можливим виконання і під час аудиторних занять.

Методичні рекомендації буде оприлюднено у вигляді електронного посібника з можливістю для читачів залишати коментарі та зауваження. Автор буде вдячний за виявлені недоліки та радо сприйме всі зауваження та поради, які намагатиметься врахувати під час викладання матеріалу освітнього компоненту «Гідроекологія».

Практична робота № 1: Фізико-хімічні властивості водного середовища існування. Лімітуючі фактори водного середовища.

Теорія до практичної роботи. Водне середовище існування має низку специфічних властивостей, які значно відрізняють його від звичного для нас повітряно-наземного середовища. Наприклад, для водного середовища притаманна набагато вища щільність середовища, істотні перепади тиску, порівняно низький вміст кисню, сильне поглинання сонячних променів тощо. Водойми та їх ділянки розрізняються за сольовим режимом, швидкістю течій, вмістом зважених у товщі води мінеральних часток. Для життя придонних організмів мають значення властивості ґрунту, режим розкладання органічних залишків тощо. Тому разом з адаптаціями до загальних властивостей водного середовища його мешканці мають бути пристосовані також до різноманітних локальних умов. Мешканці водного середовища дістали загальну назву — [гідробіонти](#).

Зважаючи на унікальні фізико-хімічні особливості водного середовища існування йому притаманні інші, відмінні від повітряно-наземного середовища, лімітуючі фактори. Нагадаємо, що «[лімітуючий фактор середовища](#)» — такий фактор, мінімальна відносна зміна кількості якого викликає максимальні зміни функції відгуку в екосистемі.

Практичне завдання виконується за інтерактивною онлайн-моделлю за цим [Інтернет-посиланням](#).

(Альтернативне посилання: натисніть [тут](#) або проскануйте QR-код)



Розгляньте запропоновану модель, за допомогою якої Вам потрібно визначити лімітуючий фактор середовища для чотирьох водних екосистем Північної Америки — озера [Erie](#), озера [Hudson](#), моря [Sargasso](#) та озера [St. Mary's](#). Насамперед ознайомтеся із вкладками та параметрами моделі. Запустіть кілька «тестових циклів» роботи моделі, щоб розібратися, як вводити дані та отримати відгук системи.

У цій моделі за допомогою чотирьох горизонтальних повзунків Ви можете регулювати надходження до водних екосистем чотирьох біогенних елементів — Феруму, Нітрогену, Фосфору та Сульфуру. У відповідь на надані Вами параметри, модель справа буде малювати графік концентрації мікроскопічних водоростей (клітин на кубічний міліметр). Різні вихідні параметри моделі будуть призводити до різної форми та висоти графіків.

Для кожної із чотирьох водних екосистем наведіть відповіді на запитання, які наведено далі.

1) Яку максимальну щільність фітопланктону (клітин на мм³) можна досягти в кожній гідроекосистемі?	
Erie	Місце для відповіді:
Hudson	
Sargasso	
St.Mary's	
2) Який із факторів слугує лімітуючим у кожній водній екосистемі?	
Erie	Місце для відповіді:
Hudson	
Sargasso	
St.Mary's	
3) Чи однакові лімітуючі фактори у всіх чотирьох екосистем? Чому?	
Місце для відповіді:	
4) Чи є екосистеми, де максимальна щільність фітопланктону досягається лише за сукупної дії декількох факторів? Чим Ви можете це пояснити?	
Місце для відповіді:	
5) Детально опишіть свої дії — як Ви визначили лімітуючий фактор для кожної екосистеми.	
Місце для відповіді:	
6) Для кожного із факторів середовища в цій моделі, опишіть його біологічну функцію, тобто механізм впливу на водорості та організми у водних екосистемах.	
Ферум	Місце для відповіді:
Нітроген	
Фосфор	
Сульфур	

Практична робота № 2: Різноманіття розмірів гідробіонтів та їхні розмірні класи.

Теорія до практичної роботи. Світлова мікроскопія дає нам змогу бачити організми, що відрізняються розмірами в тисячі разів, — від одного мікрометра до кількох міліметрів, але організми різних розмірних класів зазвичай рідко одночасно потрапляють у поле зору, а тому дослідники можуть довго не усвідомлювати настільки значну різницю розмірів мікроскопічних організмів. Проте ця різниця величезна: лінійна різниця вимірів у десятки-сотні-тисячі разів перетворюється на різницю в об'ємах чи вазі організмів від тисяч до мільйонів разів.

Крім цього, водне середовище існування має набагато вищу щільність ніж повітряно-наземне, а тому може легше підтримувати гідробіонтів та протидіяти впливу на них сили тяжіння, що сприяє досягненню деякими гідробіонтами величезних розмірів.

Практичне завдання. Розгляньте мікрофотографії гідробіонтів із конкурсу [The Nikon Small World Competition](#) та дайте відповіді на поставлені запитання.

[Фото 1](#) — Зелена водорість *Spirogyra sp.* Кратність збільшення x600.

Автор: Dr. Petr Znachor, 2008

[Фото 2](#) — Інфузорії *Paramecium caudatum*, нагодовані дріжджами. Дріжджі забарвлено фарбником Конго червоним. Кратність збільшення x600.

Автор: Gerd Gunther, 2010

[Фото 3](#) — Ракоподібне *Daphnia sp.* та зелена водорість *Volvox sp.* в одному полі зору. Кратність збільшення x50. Автор: Dr. Ralf Wagner, 2011

[Фото 4](#) — Діатомова водорість *Achnanthes longipes*. Кратність збільшення x1000. Автор: Dr. Victor Chervinov, 2012

[Фото 5](#) — Личинка водяного клопа родини Corixidae. Кратність збільшення x4.

Автор: Anne Algar, 2020

[Фото 6](#) — Зелена водорість *Volvox sp.* Кратність збільшення x250.

Автор: Wim van Egmond, 2011

[Фото 7](#) — Личинка комара родини Culicidae. Кратність збільшення x4.

Автор: Anne Algar, 2019

[Фото 8](#) — Ціанобактерія *Anabaena sp.*, а також зелені водорості *Zygnema sp.* та *Netrium sp.* в одному полі зору. Кратність збільшення x100.

Автор: Dr. Dennis D. Kunkel, 2007

[Фото 9](#) — Ембріон молюска *Octopus bimaculoides*. Кратність збільшення x5.
Автори: Martyna Lukoseviciute та Dr. Carrie Albertin, 2019

[Фото 10](#) — Прісноводна коловертка.

Кратність збільшення x200. Автор: Harold Taylor, 2001

(Альтернативне посилання: натисніть [тут](#) або
проскануйте QR-код)



1) Вкажіть, які з гідробіонтів на фото належать до одноклітинних, колоніальних або багатоклітинних організмів.

Одноклітинні	Місце для відповіді:
--------------	----------------------

Колоніальні	
-------------	--

Багатоклітинні	
----------------	--

2) Розподіліть цих гідробіонтів за розмірними класами. Якщо на фото колоніальних та багатоклітинних організмів чітко видно поодинокі клітини, то спробуйте оцінити розміри цих клітин.

До 100 мкм	Місце для відповіді:
------------	----------------------

100–1000 мкм	
--------------	--

Більше 1 мм	
-------------	--

3) Серед одноклітинних та колоніальних організмів на фотографіях назвіть авто- та гетеротрофів. Спробуйте пояснити, як осмотрофне живлення впливає на співвідношення розмірів та об'ємів мікроорганізмів.

Місце для відповіді:

Практична робота № 3: Екологічні групи гідробіонтів.

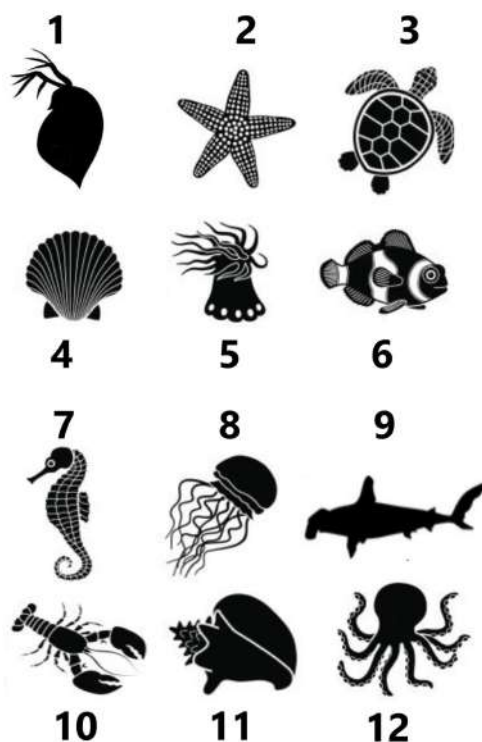
Теорія до практичної роботи. Водне середовище існування є дуже різноманітним за набором фізико-хімічних властивостей — рівнем освітлення, концентрацією розчиненого у воді кисню, солоністю, глибиною, тиском, силою і напрямком течій тощо. У водних об'єктах часто спостерігаються чітко виражені градієнти значень абіотичних екологічних факторів. Таке різноманіття умов призводить до формування специфічних екологічних груп гідробіонтів, які виокремлюються не за таксономічною належністю, а саме за екологічними ознаками. Традиційно виділяють такі екологічні групи водних організмів: планктон, плейстон, нейстон, нектон, бентос і перифітон.

Практичне завдання.

Розгляньте схематичні зображення гідробіонтів на малюнку справа та дайте відповіді на запитання наведені нижче.

1) Спробуйте якомога точніше визначити таксономічне положення зображених гідробіонтів — у деяких випадках можливе визначення до роду, у більшості — до вищих таксономічних категорій.

2) Вкажіть, до яких екологічних груп гідробіонтів належить кожен із зображених організмів. Напишіть які ознаки (анатомічні, фізіологічні або поведінкові) Ви брали до уваги, кожного разу, коли відносили гідробіонта до певної екологічної групи.



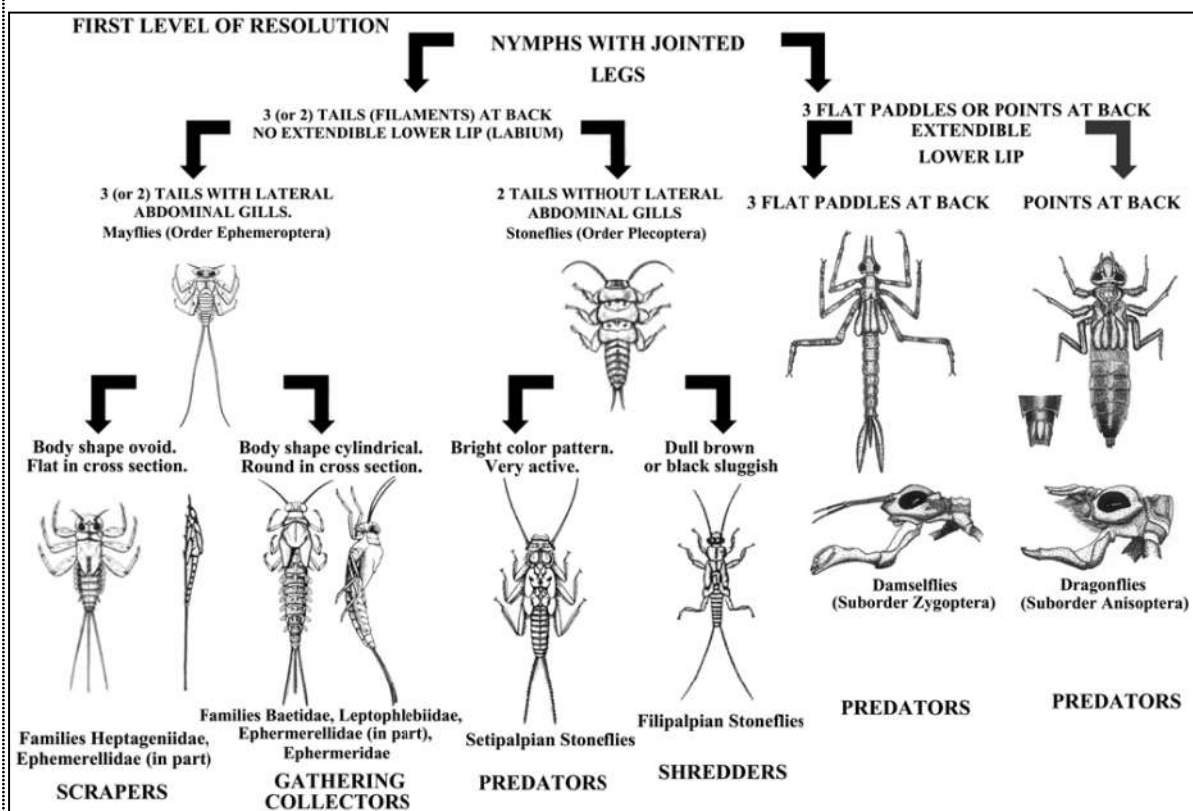
Місце для відповіді:

Практична робота № 4: Морфологічні особливості гідробіонтів як пристосування до різного способу життя.

Теорія до практичної роботи. Пристосування тварин до їх способу життя дуже часто визначає анатомічні та фізіологічні особливості, та навіть поведінку. Запропоноване Вам завдання присвячене порівняльній морфології тварин та визначенню екологічних особливостей гідробіонтів за зовнішніми ознаками.

Практичне завдання. Розгляньте фрагмент польового визначника для швидкої ідентифікації деяких комах за їх личинками — визначник для представників рядів Одноденки ([Ephemeroptera](#)), Веснянки ([Plecoptera](#)) та Бабки ([Odonata](#)).

Схему-визначник наводимо без змін. Першоджерело — «Combining taxonomy and function in the study of stream macroinvertebrates», <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2016.1373>



1) Ідентифікуйте, до яких рядів класу Комахи належать гідробіонти, зображені на фотографіях посиланням.

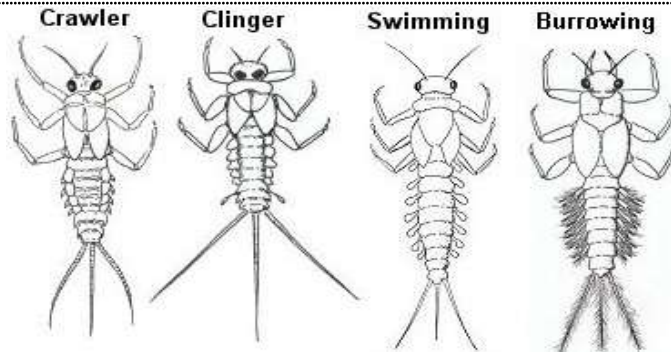
(Альтернативне посилання: натисніть [тут](#) або проскануйте QR-код)



за

- Ephemeroptera це тварини на таких фото:
- Plecoptera це тварини на таких фото:
- Odonata це тварини на таких фото:

2) Для личинок ряду Ephemeroptera визначте притаманну їм екологічну групу. Для цього скористайтеся схематичним зображенням та описами нижче.



Схему наводимо без змін. Джерело:

<https://www.delawareriverguide.net/insects/nymphid.html>

Личинки, що повзають (crawler):

Тіло таких личинок менш витягнуте і прогонисте, ніж у активно плаваючих. Мають дещо трикутну форму тіла. Мають не надто опушені хвостові придатки й досить потужні, пристосовані для повзання і утримання на субстраті ноги.

До них належать личинки на таких фото:

Личинки, що чіпляються або прилипають (clinger):

Мають сплющене тіло й масивну нижню губу для шкрябання. Голова велика, очі розташовані на верхній стороні. Ширина личинки в області голови (разом з очима) перевищує таку в області черевця (без тергалій¹).

До них належать личинки на таких фото:

Личинки, що плавають (swimmer):

Мають найбільш струнке, витягнуте, прогонисте тіло. Голова маленька, округла, без помітних виступів на фронтальній поверхні. Хвостових придатків може бути два або три. Тергалії широкі, ластоподібні.

До них належать личинки на таких фото:

Личинки, що риють, або закопуються (burrower):

Мають масивні щелепи й потужні ноги, які використовують для риття і відкидання ґрунту. Мають видовжене тіло й подовжені тергалії, часто «закинуті» на спинну поверхню черевця. Черевце закінчується трьома короткими хвостовими нитками.

До них належать личинки на таких фото:

¹ Тергалії - рухомо причленовані придатки черевця личинок, трахейні зябра, або зяброві листки.

Практична робота № 5: Осмотичний тиск водного розчину як фактор, що обмежує життєдіяльність гідробіонтів.

Теорія до практичної роботи. Осмотичний тиск водного середовища є важливим фактором середовища, що може обмежувати поширення певних видів гідробіонтів. Осмотичний потенціал водного розчину можна виміряти та/або розрахувати. Осмолярність залежить від температури води, солоності та ступеню дисоціації розчинених у воді солей. Для того, щоб розрахувати осмотичний тиск водного розчину використовують **закон Ванд-Гоффа**: $\pi = R \cdot T \cdot c \cdot i$

π — це осмотичний тиск [вимірюється в кілопаскалях — кПа];

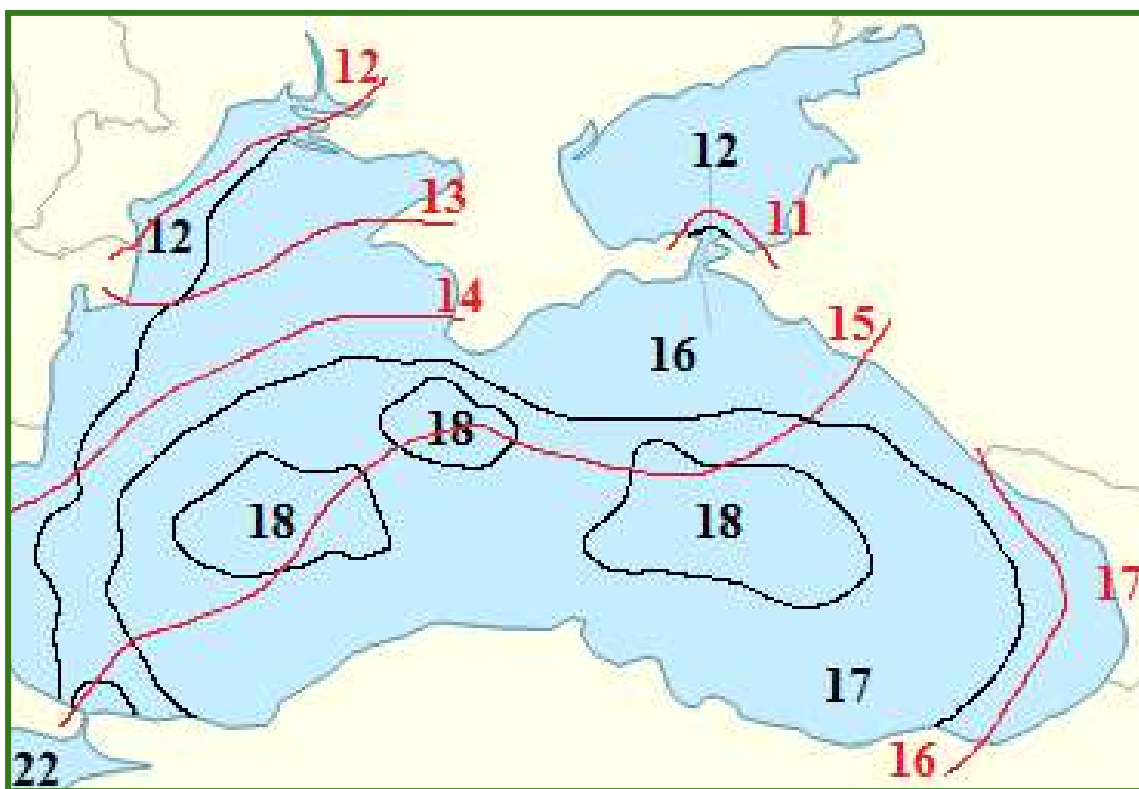
R — це універсальна газова стала — 8,314 Дж/моль•К;

T — температура [вимірюється в градусах Кельвіна];

c — це концентрація розчинених у воді солей [вимірюється в моль/л];

i — це безрозмірний показник, який розраховується окремо для кожної солі, це добуток ступеню дисоціації солі на її активність — $n \cdot f$ (пояснення цих величин буде наведено далі в завданні).

На мапі нижче зображено зональність Чорного та Азовського морів за температурою та солоністю води (ці дані умовні, лише для цілей цього завдання!). На мапі чорним кольором позначено та підписано солоність води в проміле, а червоним — температуру води в градусах Цельсія.



Практичне завдання. Вам відомо, що солоність Чорного та Азовського морів переважно зумовлена двома солями:

- NaCl — ступінь дисоціації $n=2$, активність $f=0,93$, молекулярна маса $M=58,5$. На цю сіль припадає приблизно 78 % маси солей у морській воді.
- $MgCl_2$ — $n=3$, $f=0,89$, $M=95,2$. На цю сіль припадає приблизно 22 % маси.

Вам також відомо, що нещодавно до Чорного моря потрапив інвазійний вид молюсків *Potamopyrgus antipodarum*. Для цього виду відома толерантність до осмотичного тиску води в межах 300–1200 кПа.

Вам необхідно встановити потенційний ареал цього виду-вселенця та позначити на мапі ті ділянки, де молюск може жити.

Підказки для успішного виконання завдання.

- Встановіть, які на мапі є «екологічні зони» — унікальні комбінації температури та солоності води. Для кожної такої зони Вам необхідно розрахувати осмотичний потенціал морської води.
- Оскільки в завданні Ви маєте справу з розчином, солоність якого зумовлена одночасно двома солями, Вам доведеться модифікувати формулу закону Ванд-Гоффа:

$$\pi = R \cdot T \cdot \left(\frac{c \cdot p_1 \cdot n_1 \cdot f_1}{M_1} + \frac{c \cdot p_2 \cdot n_2 \cdot f_2}{M_2} \right)$$

, де p_1 та p_2 — це відповідні масові частки солей у воді.

- Уважно слідкуйте за розмірностями фізичних величин, які підставлятимете у формулу.

Місце для відповіді:

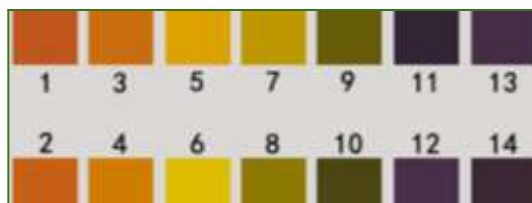
Практична робота № 6: Водневий показник та твердість води як фактори, що обмежують життєдіяльність гідробіонтів.

Теорія до практичної роботи. Водневий показник (pH) та твердість води - це важливі фактори водного середовища існування, які мають важливий вплив на гідробіонтів. Ці показники водного середовища впливають на швидкість на навіть напрямок протікання хімічних реакцій, а отже, — і на життєдіяльність водних організмів. Звертаємо Вашу увагу, що ці фактори водного середовища модифікують вплив одне одного на гідробіонтів. Це означає, що одне й те саме значення твердості води по-різному впливатиме на водні організми за різних значень pH. Тому на практиці ці показники природних вод потрібно вимірювати одночасно, щоб мати повноцінне уявлення про фізико-хімічні параметри водного середовища.

Практичне завдання. Уявіть себе співробітниками комерційної установи, що надає послуги з догляду за акваріумами та акваріумними мешканцями. Вам надали для аналізу три зразки води з трьох різних акваріумів. Вам потрібно встановити параметри pH та твердості води в цих акваріумах, та на цій підставі сформулювати попередні рекомендації для власників.

- 1) За зміною кольору індикаторних смужок визначте показник pH кожного зі зразків води.

Справа наводимо шкалу визначення pH за кольором індикаторних смужок.



Колір тест-смужки після її занурення у воду з першого акваріума — 

Колір тест-смужки після її занурення у воду з другого акваріума — 

Колір тест-смужки після її занурення у воду з третього акваріума — 

Яке значення pH у кожному зі зразків? Місце для відповіді:

- 2) Для визначення твердості води Ваші колеги використали один із методів титриметричного аналізу.

Безпосередньо в цьому досліді було проведено титрування зразка води 0,01 М розчином Трилону Б з індикатором еріохромом чорним. У цьому аналізі загальна твердість зразка води розраховується за формулою:

$$\text{Твердість [мг — екв/л]} = \frac{C_{\text{трилону}} \cdot V_{\text{трилону}} \cdot 1000}{V_{\text{проби води}}}, \text{ де}$$

$C_{\text{трилону}}$ — концентрація розчину Трилону Б, моль/л (в цьому випадку було використано розчин із концентрацією 0,01 моль/л);

$V_{\text{трилону}}$ — об'єм розчину Трилону Б, витрачений на титрування (див. табл. нижче);

$V_{\text{проби води}}$ — об'єм аліквоти проби води, взятої для титрування (див. табл. нижче).

Для зразка води з кожного з трьох акваріумів було проведено три паралельні титрування — це необхідно для встановлення правильності аналізу, титрування вважають правильним, якщо в паралельних вимірах витрачений об'єм не відрізняється більше ніж на одну ціну поділки бюретки. Для розрахунків у подальшому використовують середнє арифметичне значення об'ємів.

Результати проведених титрувань у таблиці:

Зразок води	Перше паралельне титрування		Друге паралельне титрування		Третє паралельне титрування	
	Об'єм води, мл	Об'єм Трилону Б, мл	Об'єм води, мл	Об'єм Трилону Б, мл	Об'єм води, мл	Об'єм Трилону Б, мл
1	10,0	6,0	10,1	6,1	9,9	6,1
2	10,0	2,1	9,9	2,1	10,1	2,2
3	10,0	7,9	10,1	8,0	9,9	8,0

Яке значення твердості води в кожному зі зразків?

Місце для відповіді:

3) Для надання рекомендацій власникам акваріумів у Вашій установі користуються імпровізованою довідниковою таблицею, наведеною нижче.

За її допомогою охарактеризуйте зразки води із кожного з акваріумів. Дайте відповіді на такі головні питання:

- Які гідробіоти можуть існувати в таких умовах?
- Які поради Ви можете дати власникам цих акваріумів? Тобто які параметри середовища та в який бік потрібно змінити, щоб якомога більше гідробіотів могли жити в цих акваріумах?

Твердість води, мг-екв/л	1	2	3	4	5	6–7	8–9	10–11
МІНІМАЛЬНИЙ рН, необхідний для виживання РИБ за такої твердості	6,1	6,3	6,5	6,7	6,8	6,8–6,9	7,0	7,1
МАКСИМАЛЬНИЙ рН, можливий для існування водних РОСЛИН за такої твердості	6,7	7	7,1	7,3	7,4	7,4–7,5	7,6	7,6–7,7

Місце для відповіді:

Рекомендуємо Вам надати свої відповіді, заповнюючи таблицю нижче.

№	рН води цього зразка	Твердість води цього зразка	Які групи гідробіонтів існуватимуть за таких умов?	Ваші рекомендації для власників цього акваріума
1				
2				
3				

Практична робота № 7: Органічне забруднення водойм на прикладі евтрофікації. Механізм евтрофікації водойм та її наслідки.

Теорія до практичної роботи. На сьогодні однією з найбільш гострих екологічних проблем, від яких страждають континентальні водні об'єкти майже всього світу є [евтрофікація](#).

Найчастіше евтрофікація водойм спричинена надходженням до води великої кількості сполук Нітрогену та Фосфору. Ці хімічні елементи належать до групи елементів-органогенів, тобто вони входять до складу клітин живих організмів у великих кількостях (*до речі, спробуйте пригадати компоненти клітин, до складу яких входять сполуки цих елементів*). Зазвичай, сполуки Нітрогену та Фосфору в гідроєкосистемах є доволі дефіцитними та за них точиться конкуренція між гідробіонтами. Проте, внаслідок (найчастіше сільськогосподарської) діяльності людини, до гідроєкосистем можуть доволі швидко надходити значні, навіть надлишкові, об'єми сполук цих важливих елементів, що і призводить до евтрофікації водойм.

Практичне завдання виконується за інтерактивною онлайн-моделлю за цим [Інтернет-посиланням](#).

(Альтернативне посилання: натисніть [тут](#) або проскануйте QR-код)



Розгляньте запропоновану Вам комп'ютерну модель. За її допомогою Ви можете вивчити екологічні зв'язки між п'ятьма групами водних організмів. Змінюючи «вхідні» параметри моделі (*три групи параметрів — початкова кількість організмів, абіотичні показники середовища та швидкість розмноження організмів, — у кожній групі по три змінних*) дайте відповіді на запитання наведені нижче. Зверніть увагу, що блок змінних «Параметри середовища» (*Environmental Variables*) дає Вам змогу моделювати умови потрапляння у водойму надмірних кількостей нітратів та фосфатів, тобто змоделювати евтрофікації цієї водойми.

Перед відповіддю на кожне наступне питання рекомендуємо «обнуляти» параметри моделі.

1) Які екологічні ніші займають представники кожної з п'яти наведених у моделі груп організмів? Які трофічні зв'язки їх пов'язують?

Місце для відповіді:

2) Яка біологічна функція нітратів у водних екосистемах? Що відбувається з моделлю за зменшення або збільшення вмісту розчинених у воді нітратів? За якої максимальної концентрації розчинених нітратів у модельній екосистемі все ще наявні всі п'ять груп організмів на кінець симуляції?
Місце для відповіді:
3) За яких концентрацій розчинених у воді нітратів відбувається зниження розчиненого у воді кисню? Як пов'язаний вміст у воді кисню з концентрацією нітратів?
Місце для відповіді:
4) Повторіть свої відповіді на питання 2 та 3, але замінюючи термін «нітрати» терміном «фосфати».
Місце для відповіді:
5) Що відбувається з моделлю гідроекосистеми, якщо одночасно збільшувати або зменшувати обидва показники — концентрації і нітратів, і фосфатів?
Місце для відповіді:
6) Як на модель впливає збільшення температури води?
Місце для відповіді:
7) Чи можна так змінити біотичні параметри моделі (<i>початкові чисельності та/або швидкості розмноження фіто-, зоопланктону та риб</i>), щоб нівелювати вплив на модель зростання концентрацій нітратів/фосфатів? Якщо Ваша відповідь «так», то опишіть, які саме значення параметрів необхідно ввести.
Місце для відповіді:
Додатково: Чому зростання швидкості розмноження фітопланктону впливає на екосистему так само, як і зростання швидкості розмноження риб?
Місце для відповіді:

Практична робота № 8: Теплове забруднення водой на прикладі «вицвітання» коралових рифів.

Теорія до практичної роботи. На відміну від хімічного забруднення, теплове призводить до зміни фізичних властивостей води. Поширеною причиною теплового забруднення є використання води як теплоносія на електростанціях і промислових підприємствах. Крім цього, міський стік — дощова вода, що скидається в поверхневі води з дахів, доріг і автостоянок — також може бути джерелом теплового забруднення. Зростання температури води зменшує розчинність у воді кисню, впливаючи на біоту екосистеми. Гідробіоти, пристосовані до певного температурного діапазону, можуть загинути внаслідок різкої зміни температури води (як підвищення, так і зниження), відомої як «термічний шок».

Практичне завдання № 1 виконується за інтерактивною онлайн-моделлю за цим [Інтернет-посиланням](#).

(Альтернативне посилання: проскануйте QR-код)



Ви отримаєте доступ до інтерактивного відео. Після фрагментів відео внизу сторінки відкривається спеціальна секція із питаннями. **Самостійно виконайте це інтерактивне завдання — Ваші відповіді перевіряються автоматично.**

Практичне завдання № 2 виконується за відео — [Steve Palumbi and Megan Morikawa Study Coral Reef Damage in American Samoa](#) (можна знайти на YouTube за цією назвою). Відео описує схему проведення експерименту із встановлення здатності деяких рифоутворюючих коралів до термічної адаптації. Наведені нижче запитання стосуються різних аспектів цього експерименту.

- 1) Коралові поліпи формують симбіотичні відносини з мікроскопічними фотосинтезуючими водоростями (саме ці внутрішньоклітинні симбіонти надають коралам яскраві кольори). Ці відносини є прикладом [мутуалізму](#). Опишіть, яку користь кожен організм приносить іншому у випадку коралів та їхніх симбіонтів?

Місце для відповіді:

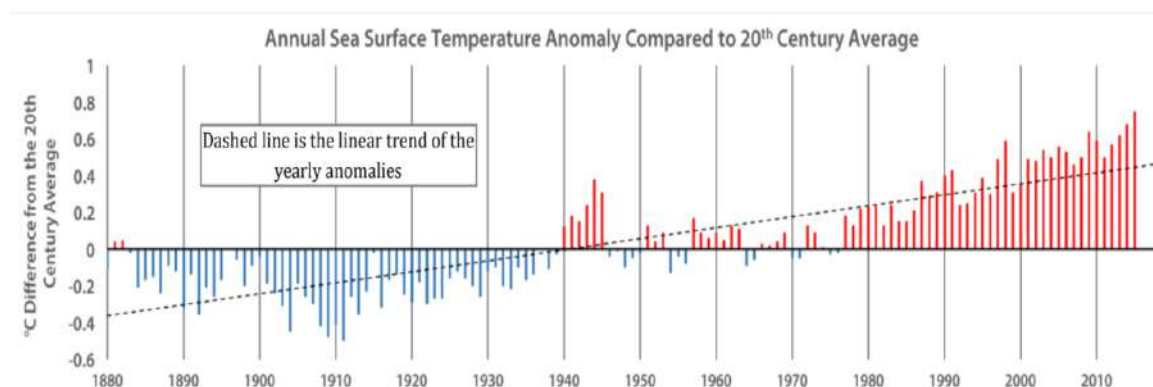
- 2) Теплове забруднення створює стрес для коралових угруповань і може призвести до «вицвітання» коралів. Який вплив тривалого відбілювання коралів на поодинокий корал? На кораловий риф?

Місце для відповіді:

3) Деякі корали в теплих басейнах біля острова Офу можуть витримувати температуру від 32° до 34°C без відбілювання. Тому дослідники провели контрольований лабораторний експеримент, щоб спробувати визначити, чому ці корали виживають у такій надмірній спеці. Зверніть увагу на план експерименту, описаний у відео. Поясніть, чому доктор Палумбі розробив <u>стандартизований</u> тест для коралів?
Місце для відповіді:
4) У першому експерименті дослідники застосували тепловий стрес до коралів як із теплих так і з прохолодних водних об'єктів. Зробіть припущення щодо стійкості до відбілювання в коралів із теплого та прохолодного природних басейнів? Обґрунтуйте своє твердження результатами досліджень.
Місце для відповіді:
5) Далі дослідна група поцікавилася, чи можуть корали з прохолодних басейнів стати більш термостійкими, якщо їм дати час на адаптацію до високих температур. Опишіть схему другого експерименту.
Місце для відповіді:
6) Зробіть припущення щодо здатності пересаджених коралів ставати більш термостійкими. Обґрунтуйте своє твердження результатами досліджень.
Місце для відповіді:
7) На основі обговорення д-ром Палумбі генів термостійкості поясніть різницю між <u>акліматизацією</u> та <u>адаптацією</u> на прикладі коралів у відео.
Місце для відповіді:
8) Корали використовують Кальцію карбонат (CaCO_3) та утворюють тверду структуру рифу, що створює середовище існування для інших організмів. Поясніть, як діяльність людини впливає на температуру океану, і як ці зміни призводять до руйнування рифів і втрати біорізноманіття.
Місце для відповіді:
9) Зважаючи на питання збереження біорізноманіття та його вплив на глобальну економіку, опишіть три наслідки, які втрата коралових рифів матиме для населення планети.
Місце для відповіді:

10) Нижче наведено графік температурних аномалій, який відображає зміни температури океану з 1880 року. Використовуйте цей графік, щоб відповісти на подальші запитання.

Графік наводимо без змін. Джерело:
<https://www.biointeractive.org/sites/default/files/CoralDamage-StudentWS-SW.pdf>



10.1) По-перше, поясніть, що саме зображено на цьому графіку.

Місце для відповіді:

10.2) Що означає горизонтальна чорна лінія, проведена на рівні 0°C? Що означають червоні та сині стовпчики?

Місце для відповіді:

10.3) Відповідно до даних на графіку, коли востаннє температура поверхні моря була нижчою за середню температуру за 20 століття?

Місце для відповіді:

10.4) Спробуйте встановити, який приблизний нахил пунктирної лінії (*грубо кажучи* — *наскільки зростає температура води за рік/10 років*)?

Місце для відповіді:

10.5) Якщо підвищення температури води на 1 °C достатньо, щоб наразити коралові рифи ризик знебарвлення та загибелі, то зважаючи на нахил лінії тренду, через скільки років середня температура води Світового океану буде на 1 °C вище поточної? Як Ви вважаєте, чи будуть ці зміни достатньо повільними, щоб гідробіонти встигли до них пристосуватися?
Обов'язково наведіть свої розрахунки, можливо, графік, який Ви для цього намалювали та обґрунтуйте відповідь.

Місце для відповіді:

Практична робота № 9: Механічне забруднення водою на прикладі забруднення пластиковими відходами.

Теорія до практичної роботи. Забруднення пластиком сміттям — один із найрозповсюдженіших різновидів механічного забруднення. Оскільки пластикові відходи є доволі стійкими механічно та хімічно інертними, пластикове сміття не зникає, а лише подрібнюється, перетворюючись на так званий «мікропластик». Водні екосистеми виявляються дуже вразливими до забруднення пластиком, оскільки значна частка пластикового сміття врешті-решт опиняється саме у водоймах.

Практичне завдання № 1 виконується за інтерактивною онлайн-моделлю за цим [Інтернет-посиланням](#).

(Альтернативне посилання: проскануйте QR-код)



На мапі за цим посиланням знайдіть Чорне море. Зверніть увагу, що **кожна біла точка на цій мапі репрезентує 20 кг пластикового сміття** у водах Світового океану. Спираючись на ці дані оцініть рівень забруднення Чорного моря пластиковими відходами (*в тонах сміття*). Чому одні ділянки Чорного моря забруднені інтенсивніше за інші ділянки?

Місце для відповіді:

- 1) Порівняйте рівень забруднення Чорного моря та Азовського морів пластиком сміттям із межами територіальних та прилеглих вод України (*на мапі нижче*). Проведіть оцінювання -- яка приблизна вага пластикового сміття в територіальних водах України та прилеглий зоні?

Мапу наводимо частково, без змін. Джерело:

https://gdb.rferl.org/B036777E-CF61-40CA-B839-C0682356C0C8_w650_r1_s.jpg



Місце для відповіді:

Практичне завдання № 2 виконується за інтерактивною онлайн-моделлю за цим [Інтернет-посиланням](#).

(Альтернативне посилання: проскануйте QR-код)



Зверніть увагу на невеликий лічильник у правому нижньому куті екрану, який почав показувати приблизну вагу пластикового сміття, що потрапило до Світового Океану, поки Ви працюєте із цією онлайн-мапою. Одне із питань, на які Вам треба буде відповісти, стосується цього лічильника.

- 1) Знайдіть річки України, які роблять найбільший внесок у забруднення Чорного та Азовського морів (такі річки відмічені червоним точками). Назвіть ці річки. Яка вага пластикового сміття, що вони щорічно приносять до морів? Чому саме ці річки України приносять найбільше сміття?**

Місце для відповіді:

- 2) Які інші річки України зображені на цій мапі (та відмічені синіми точками) Ви можете назвати?**

Місце для відповіді:

- 3) Виберіть на мапі будь-які інші дві річки з усього світу, які позначені червоними точками. Що це за річки? Де вони розташовані? Яка вага пластикового сміття, яке вони щорічно приносять до морів?**

Місце для відповіді:

- 4) Скільки кілограмів пластику «набігло» на лічильнику, на який Вас просили звернути увагу на початку завдання, поки Ви працювали?**

Місце для відповіді:

- 5) На сьогодні проблема забруднення Світового Океану пластиковими відходами є надзвичайно актуальною. Найімовірніше, що найближчим часом людство не відмовиться від пластикових матеріалів; а навіть якщо й відмовиться, то залишиться проблема деструкції вже наявного пластикового сміття. Які шляхи боротьби з пластиковими відходами в океанах Вам відомі? Які з них Ви вважаєте найбільш перспективними?**

Місце для відповіді:

Практична робота № 10: Біологічне забруднення водойм на прикладі вивчення поширення інвазійних видів риб.

Теорія до практичної роботи. Поширення [інвазійних видів](#) є однією з актуальних проблем сучасної екологічної науки. Дуже часто поширення видів-вселенців пов'язане із діяльністю людини — внаслідок цілеспрямованої або випадкової інтродукції, зміни кліматичних умов певної місцевості, антропогенного тиску на автохтонні види в екосистемах тощо.

У Світовому океані інвазійні види поширюються не менш масово, ніж у наземних екосистемах. Крім змін умов середовища внаслідок людської діяльності частою причиною проникнення інвазійних гідробіонтів у нові екосистеми є переміщення з баластними водами кораблів. Іншою розповсюдженою причиною, як не дивно, є акваріумістика — відомі численні випадки, коли акваріумісти «позбавляючись» від мешканців своїх акваріумів заселяли природні водойми видами-вселенцями.

Практичне завдання виконується за інтерактивною онлайн-моделлю за цим [Інтернет-посиланням](#).

(Альтернативне посилання: проскануйте QR-код)



Ви отримаєте доступ до самостійного інтерактивного уроку. Це завдання міститиме відеофрагменти, пояснення основних теоретичних положень та розрахункові завдання для виконання. **Самостійно виконайте всі необхідні завдання — Ваші відповіді перевіряються автоматично.**

- 1) Назвіть інші відомі Вам приклади видів-гідробіонтів, що стають інвазійними видами в різних екосистемах.

Місце для відповіді:

- 2) Дослідіть [список інвазійних видів в Україні](#). Оцініть, який відсоток із цього списку складають представники, пов'язані з водними екосистемами. Оцініть, наскільки широко розповсюджені інвазійні види гідробіонтів територією України.

Місце для відповіді:

Практична робота № 11: Екологічні фактори, що сприяють або стримують поширення інвазійних гідробіонтів на прикладі Еритрейського вторгнення.

Теорія до практичної роботи. Середземне море є однією із «найгарячіших» точок поширення інвазійних видів на планеті. Значний внесок у поширення фауною Середземного моря інвазійних видів вносить сучасна фауна Червоного моря. Середземне та Червоне моря були розділені Суецьким перешийком принаймні з пліоцену (тобто щонайменше 2,5 млн років). Мінімальна відстань між цими морями складає 116 км, що є серйозним географічним бар'єром для поширення гідробіонтів.

Проте людям було вигідно поєднати ці моря. Система каналів, що поєднувала їх через річку Ніл відома ще із часів єгипетських фараонів; а 1869 року моря було поєднано *безпосередньо* завдяки побудові [Суецького каналу](#). За чотири роки до завершення будівництва каналу французький зоолог [Леон Луї Вайян](#) зробив припущення, що побудова каналу має призвести до обміну видами. Власне, так і сталося — міграція гідробіонтів між цими водоймами дістала назву «[Еритрейське вторгнення](#)» (або синонім «Лессепсіанська міграція» — за прізвищем головного інженера спорудження каналу Фердинанда Лессепса).

Виявилося, що ця міграція має дуже цікаву біологічну особливість — а саме переважаючий напрямок. Станом на 2023 рік Суецьким каналом із Червоного моря до Середземного вселилася більше ніж сотня видів риб, а також десятки видів ракоподібних та молюсків. Натомість у зворотному напрямку — із Середземного моря до Червоного вселилося лише 12 видів риб (див. відповідні [списки інвазійних видів обох морів](#)).

Практичне завдання. Вам необхідно пояснити чому міграція гідробіонтів між двома географічно близькими морями має настільки виражений переважаючий напрямок. Що дає змогу видам Червоного моря так легко заселяти Середземне море, і чому для середземноморських видів колонізація Червоного моря стала настільки складним завданням?

Для цього проаналізуйте гідрохімічні показники води обох морів. Які з параметрів водного середовища можуть стримувати міграцію гідробіонтів? Потім спробуйте охарактеризувати біоту обох морів. Для якої водойми притаманне більш високе видове багатство? Які види переважають — еври- чи стенобіонти?

Також спробуйте зробити прогноз на майбутнє. Чи зростатиме швидкість лессепсіанської міграції в майбутньому? А який Ваш прогноз щодо зворотного напрямку — тобто анти-лессепсіанської міграції?

Місце для відповіді:

Практична робота № 12: Визначення продуктивності водойм на прикладі риборозвідних ставків.

Теорія до практичної роботи. Промислове розведення прісноводних риб для подальшого вживання в їжу є яскравим прикладом [аквакультури](#), широко розповсюдженим в [Україні](#). Завдяки рибному господарству в Україні отримується значна кількість цінних харчових, кормових, лікарських і технічних продуктів. В Україні розвинене як річкове, так і ставкове рибне господарство.

Практичне завдання № 1. Уявіть, що до Вас за консультацією звернулося деяке риборозвідне підприємство, яке орендувало два ставки для розведення риби й тепер потребує поради з організації рибництва найбільш ефективним чином.

- Ставок № 1 має об'єм 25.000 м³. [Валова продукція автотрофів](#) цього ставка складає 0,4 кДж енергії на кожен м³ за одну годину. Витрати на дихання зоо-, фіто- та бактеріопланктону складають 0,02, 0,04 та 0,05 кДж на один м³ ставка за одну годину відповідно.
- Ставок № 2 має об'єм 35.000 м³. Валова продукція автотрофів другого ставка складає 0,7 кДж енергії на кожен м³ за одну годину. Витрати на дихання зоо-, фіто- та бактеріопланктону складають 0,08, 0,03 та 0,07 кДж на один м³ ставка за одну годину відповідно.

У кожному ставку можна вирощувати лише один вид промислових риб, тому потрібна Ваша консультація, щоб обрати найбільш вигідний вид для розведення в кожному зі ставків. У таблиці нижче наведено перелік найбільш розповсюджених видів промислових прісноводних риб та мінімально необхідні екологічні вимоги кожного з них *(дані умовні, лише для навчальних цілей!)*.

Назва виду	Цінність риби (5- найвища, 1 - найнижча)	Мінімально необхідний об'єм водойми, м ³	Мінімальна необхідна чиста первинна продукція, кДж/год
Білий амур	5	50.000	16.000
Лин	4	35.000	15.000
Короп	4	30.000	15.000
Товстолоб	3	30.000	13.000
Сазан	3	30.000	7.000
Карась	3	20.000	7.000
Окунь	2	20.000	5.000

Допоможіть власникам підприємства обрати два найбільш цінних види риб, вирощування яких є можливим та найбільш доцільним у цих ставках. Наведіть Ваші розрахунки.

Місце для відповіді:

Практичне завдання № 2. Уявіть, що до Вас за консультацією звернулося деяке риборозвідне підприємство, яке отримало комерційну пропозицію відмовитися від використання комбікорму для риб, який уже багато років застосовується на цьому підприємстві (умовна назва — корм «Нямка»); та перейти на більш дорогий та «ефективний» комбікорм (умовна назва — «Супер нямка»). Ціна нового корму на 15 % вища, ніж ціна старого.

Перш ніж приймати рішення співробітники підприємства вирішили порівняти властивості старого та нового кормів, — для цього вони впродовж трьох місяців вигодовували мальків риб зі ставка № 1 «Нямкою», а риб зі ставка № 2 «Супер нямкою».

Порівняйте виміри маси мальків (в грамах) з обох ставків після вигодовування. Оцініть, чи є корм «Супер нямка» більш ефективним. Чи рекомендуєте Ви змінювати корм, що використовується підприємством? **Наведіть проведені Вами розрахунки.**

- Вага мальків зі ставка № 1: 37, 48, 51, 48, 31, 29, 77, 64, 32, 23, 25, 60, 43, 65, 31, 33, 27, 56, 55, 34, 23, 56, 61, 47, 34, 84, 77, 45, 45, 34, 23, 56, 41, 48, 49, 36, 32, 29, 51, 53.
- Вага мальків зі ставка № 2: 52, 53, 47, 34, 21, 69, 91, 55, 34, 45, 46, 71, 29, 43, 54, 58, 63, 64, 78, 90, 88, 21, 43, 49, 52, 59, 72, 37, 52, 66, 39, 45, 41, 57, 67, 92, 49, 62, 69, 53.

Місце для відповіді:

Практична робота № 13: Визначення продуктивності водойм на прикладі польових досліджень ставків, розташованих на річці Rio Frijoles.

Теорія до практичної роботи. Потік речовини та енергії в екосистемах зазвичай представляють у вигляді трофічних ланцюгів, трофічних мереж та екологічних пірамід. Ви вже маєте бути знайомими з трьома типами [екологічних пірамід](#) - пірамідами чисел, пірамідами біомаси та пірамідами енергії. Також, Ви можете пам'ятати, що для водних екосистем можуть спостерігатися «перевернуті» піраміди чисел та біомаси.

У цій практичній роботі Вам пропонується розглянути case-study з вивчення пірамід біомаси в низці струмків, розташованих на річці Rio Frijoles, штат Нью-Мексико, США. Це дослідження дасть Вам змогу зрозуміти завдяки яким біологічним та екологічним особливостям гідробіонтів можуть виникати «перевернуті» екологічні піраміди.

Практичне завдання виконується за інтерактивною онлайн-моделлю за цим [Інтернет-посиланням](#).

(Альтернативне посилання: проскануйте QR-код)



Ви отримаєте доступ до самостійного інтерактивного уроку. Це завдання міститиме відеофрагменти, пояснення основних теоретичних положень та розрахункові завдання для виконання. **Самостійно виконайте всі необхідні завдання — Ваші відповіді перевіряються автоматично.**

- 1) Інтерактивна модель, яку Ви дослідили, присвячена переважно водоростям-продуцентам та риbam-консументам і оперує пірамідою біомаси. Спробуйте назвати інші приклади «перевернутих» екологічних пірамід чисел та біомаси (не лише для водних екосистем, можна і для наземних).

Місце для відповіді:

- 2) Чи можливе існування «перевернутої» піраміди енергії? Поясніть, чому.

Місце для відповіді:

Практична робота № 14: Комплексне вивчення екологічного стану річкової екосистеми на прикладі інтерактивної моделі «Ecodetectives: Peril river».

Теорія до практичної роботи. Внаслідок антропогенної діяльності людини багато гідроекосистем зазнає комплексного негативного впливу, що здійснюється одночасно на багатьох рівнях, призводячи до зниження якості води та погіршення екологічного стану цих водних об'єктів. Встановлення причин деградації водних екосистем часто є доволі складним завданням, яке потребує одночасної взаємодії спеціалістів у різних галузях біології та екології. Ця практична робота знайомить Вас із комплексними дослідженнями видового різноманіття водойм, встановленням рівня забруднення води та заходами зі збереження та відновлення екосистем на прикладі онлайн-моделі дослідження річкової екосистеми.

Практичне завдання виконується за інтерактивною онлайн-моделлю за цим [Інтернет-посиланням](#).

(Альтернативне посилання: проскануйте QR-код)



Ви отримаєте доступ до самостійного інтерактивного уроку. Це завдання міститиме пояснення основних теоретичних положень та інтерактивні розрахункові завдання для виконання. **Самостійно виконайте всі необхідні завдання — Ваші відповіді перевіряються автоматично.**

1) Які екологічні проблеми річки презентує Вам гра? Поясніть, що трапилося з річкою з 1950-х до 2010-х років?

Місце для відповіді:

2) Як пов'язана чисельність бактерій і водоростей у зразках води із річки з рівнем розчиненого у воді кисню? Чому водорості не завжди забезпечують воду великою концентрацією розчиненого у воді кисню?

Місце для відповіді:

3) Які можливі причини погіршення екологічного стану річки розглядалися в інтерактивній моделі? Яка з них виявилася істинною причиною? Чи всі розглянуті в моделі гіпотези могли призвести до погіршення якості води річки? Аргументуйте Вашу відповідь.

Місце для відповіді:

Приклади тестових запитань

Яке з нижченаведених тверджень про фізико-хімічні властивості водного середовища є ПОМИЛКОВИМ?

- Зростання солоності призводить до зниження щільності води
- Зростання температури води призводить до зниження розчинності у воді кисню
- Об'єм води зростає під час охолодження до стану льоду
- Найбільша щільність дистильованої води досягається за температури 3,98 градусів Цельсія

Як називається перехідна зона між двома шарами води з різною температурою?

- Термоклин
- Епілімніон
- Гіполімніон
- Шар низких температур

Вкажіть пори року, коли у водоймах України спостерігаються періоди температурно обумовленої стагнації.

- Влітку та взимку
- Навесні та восени
- Взимку та навесні
- Влітку та восени

Вкажіть пори року, коли у водоймах України спостерігається температурно обумовлена киснева дихотомія.

- Влітку та взимку
- Навесні та восени
- Взимку та навесні
- Влітку та восени

В якій екологічній зоні водойми ми переважно спостерігатимемо транспорт речовин та енергії по "детритному" харчовому ланцюгу?

- У придонних шарах водойми
- У фотичній зоні водойми
- У зоні заплеску
- По всій товщі води

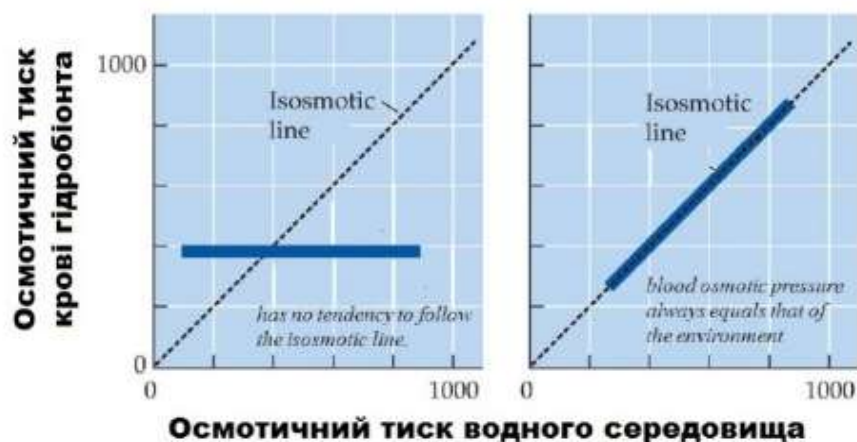
Яку глибину товщі води прийнято вважати нижньою межею фотичної зони?

- Ту, до якої проникає 1% сонячного світла
- Ту, до якої проникає 10% сонячного світла
- Ту, до якої проникають сині хвилі зі спектру сонячного світла
- Ту, до якої проникають зелені хвилі зі спектру сонячного світла

До якої екологічної групи гідробіонтів належать ті з них, що утворюють обростання занурених у воду твердих предметів, гідротехнічних споруд та дна кораблів?
• Планктон • Нектон • Бентос • Перифітон
До якої екологічної групи гідробіонтів належать ті з них, що вільно рухаються проти течії води?
• Нейстон • Нектон • Пагон • Перифітон
До якої екологічної групи гідробіонтів належать ті з них, що мешкають біля плівки поверхневого натягу води?
• Бентос • Планктон • Нейстон • Нектон
До якої екологічної групи гідробіонтів належать невеликі за розмірами медузи?
• Перифітон • Планктон • Нектон • Плейстон
До якої екологічної групи гідробіонтів належать напів занурені у воду рослини?
• Пагон • Бентос • Нектон • Плейстон
До якої екологічної групи гідробіонтів належать молюски-перлівниці?
• Планктон • Бентос • Нектон • Плейстон
До якої екологічної групи гідробіонтів належать представники форамініфер?
• Перифітон • Планктон • Бентос • Плейстон

Як називається сукупність фізико-хімічних властивостей води, обумовлених вмістом у воді катіонів кальцію та магнію?
• Кислотність • Твердість • М'якість • Колірність
Що відбувається з клітинами, які потрапили в ГПЕРтонічний розчин?
• Ці клітини втрачають молекули осмотично активних речовин • Ці клітини втрачають молекули води • Ці клітини отримують надлишок молекул осмотично активних речовин • Ці клітини отримують надлишок молекул води
Що відбувається з клітинами, які потрапили в ГПОтонічний розчин?
• Ці клітини втрачають молекули осмотично активних речовин • Ці клітини втрачають молекули води • Ці клітини отримують надлишок молекул осмотично активних речовин • Ці клітини отримують надлишок молекул води
Як працюють нирки у морських ссавців (наприклад у китів, дельфінів і косаток)?
• Продукують мало розбавленої сечі • Продукують багато розбавленої сечі • Продукують мало сечі з високою концентрацією осмотично активних речовин • Продукують багато сечі з високою концентрацією осмотично активних речовин
Як працюють нирки у прісноводних риб (наприклад у карасів та окунів)?
• Продукують мало розбавленої сечі • Продукують багато розбавленої сечі • Продукують мало сечі з високою концентрацією осмотично активних речовин • Продукують багато сечі з високою концентрацією осмотично активних речовин
Яким з перелічених тварин НЕ ПОТРІБНО пити воду для осморегуляції?
• Китаю • Акулам • Омарам • Верховодкам

Лініями синього кольору на обох графіках позначено зміни осмотичного тиску в крові деяких гідробіонтів. Оберіть правильний підпис до цієї схеми.



- На правому графіку зображено осмотичний тиск крові гідробіонтів-осморегуляторів. На лівому - у осмоконформістів
- На лівому графіку зображено осмотичний тиск крові гідробіонтів-осморегуляторів. На правому - у осмоконформістів
- На обох графіках зображено осмотичний тиск крові осморегуляторів в прісній воді
- На обох графіках зображено осмотичний тиск крові осмоконформістів в солоній воді

З перелічених нижче видів риб вкажіть той, що є осморегулятором.

- Прісноводний вугор
- Тунець блакитний
- Карась сріблястий
- Атлантичний оселедець

З перелічених нижче видів риб вкажіть той, що є осморегулятором.

- Гірчак звичайний
- Окунь звичайний
- Лин звичайний
- Атлантичний лосось

Як називаються види риб, які розмножуються у прісноводних водоймах, а потім мігрують в океан для нагулу і повертаються в місця?

- Катадромні
- Анадромні
- Потамодромні
- Амфідромні

На який приріст біомаси промислових видів риб може розраховувати риборозвідне підприємство за таких умов? 1) ланцюг живлення у водоймі: фітопланктон-зоопланктон-промислові риби 2) біомаса фітопланктону - 2 кг/м³ 3) риб більше нічим не підгодовують	• 2 г/м³ • 20 г/м³ • 200 г/м³ • 2000 г/м³
Назвіть найбільш імовірний наслідок до якого призведе водойму постійне надходження надлишкових сполук Азоту та Фосфору.	• Теплове забруднення • Евтрофікація • Токсичне забруднення • Закислення водойми
Як називають гідроекосистеми з НАЙВИЩОЮ біологічною продуктивністю, що зумовлена вмістом біогенних елементів?	• Оліготрофними • Мезотрофними • Евтрофними • Гіпертрофними
Як називають гідроекосистеми з НАЙНИЖЧОЮ біологічною продуктивністю, що зумовлена вмістом біогенних елементів?	• Оліготрофними • Мезотрофними • Евтрофними • Політрофними
Яка з перелічених нижче причин НАЙБІЛЬШЕ пов'язана з розчиненням у морській воді черепашок молюсків?	• Зростання кислотності вод Світового Океану • Зростання лужності вод Світового Океану • Зростання рівня токсичного забруднення вод Світового Океану • Зміна напрямків океанічних течій
Яке з перелічених знарядь лову гідробіонтів НАЙБІЛЬШ ДОЦІЛЬНО використати, щоб піймати звичайного карася?	• Дночерпак Петерсона • Планктонну сітку • Сітку-волокушу • Металевий скребок

Рекомендована література

1. Балан П.Г., Лукашов Д.В., Трохимець В.М., Сінгаєвський Є.М.. Практикум із зоології безхребетних: для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів. — К.: Фітосоціоцентр, 2017. — 153 с.
2. Гандзюра В.П. Екологія. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Видання третє, перероблене й доповнене (з грифом МОНУ) К., Сталь, 2012. — 390 с.
3. Гандзюра В.П. Системний аналіз якості навколишнього середовища: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. — К., 2020. — 180 с.
4. Гандзюра В.П., Клименко М.О., Бєдункова О.О. Біосистеми в токсичному середовищі. Монографія. — Рівне, Вид-во НУВГП, 2021. — 261 с.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.; За ред. В. Д. Романенка. — НАН України. Ін-т гідробіології. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
6. Карцинологія: навчальний посібник / В. І. Монченко, П. Г. Балан, В. М. Трохимець; за ред. В. І. Монченка — К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2011. — с. 528
7. Константинов А. С. Общая гидробиология: Учеб. для студентов биол. спец. вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1986. — 472 с.: ил.
8. Оксіюк О.П., Жукинський В. М., Лаврик В. І., Чернявська А. П. Методики екологічної оцінки та нормування якості поверхневих вод України // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2003. — № 3. — С. 18–28.
9. Олімпіадний біологічний практикум / О. В. Соляник, В. А. Ляшенко — Кам'янець-Подільський: Аксіома
10. Романенко В. Д. Основи гідроекології: Підручник. — К.: Обереги, 2001. — 728 с.: іл.

Рекомендовані Інтернет-ресурси

1. <https://batrachos.com/>
2. <https://www.biointeractive.org/>
3. <https://biomanbio.com/index.html>
4. <https://sites.google.com/site/biologydarkow/>
5. <https://learn.genetics.utah.edu/>
6. <https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual>
7. <https://elementy.ru/>
8. <https://www.nikonsmallworld.com/>
9. <https://nauka.ua/category/biologiya>
10. <https://www.macroinvertebrates.org/>
11. <https://www.molluscabase.org/index.php>
12. <https://app.dumpark.com/seas-of-plastic-2/#>
13. <https://theoceancleanup.com/sources/>
14. <https://www.quantamagazine.org/biology/>
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

*На титульній сторінці цієї збірки використано ілюстрацію «Nautiloid»
авторства João Pedro Veras Muniz за посиланням:
<https://www.pinterest.com/pin/572379433904913004/>*