

Державний вищий навчальний заклад  
“Запорізький національний університет”  
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

О.П. Корж, К.О. Домбровський, В.Ю. Задорожня, Д.О. Фролов

## ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ (ТА НЕОЕКОЛОГІЯ)

Навчально-методичний посібник  
до лабораторних робіт  
для студентів напрямку підготовки “Екологія, охорона  
навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування”

Затверджено  
вченою радою ЗНУ  
Протокол № 6 від 28.02.2012 р.

Запоріжжя  
2012

УДК 504(075.8)  
ББК Е08я73  
К665

Корж О.П., Домбровський К.О., Задорожня В.Ю., Фролов Д.О. Загальна екологія (та неоекологія): навчально-методичний посібник до лабораторних робіт для студентів напрямку підготовки “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”. Вид. 2-е перероблене та доповнене. – Запоріжжя: ЗНУ, 2012. – 104 с.

Навчально-методичний посібник до лабораторних робіт з загальної екології (та неоекології) призначений для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”. Він містить теоретичний мінімум до кожного лабораторного заняття, завдання для виконання та методику проведення досліджень, питання для самопідготовки та самоконтролю. У посібнику передбачено питання до модульних контролів та задачі з прикладами вирішення. Окремо розглянуто вимоги та надано теми до виконання індивідуальних завдань.

Рецензенти:

*д.б.н., проф., зав. каф. садово-паркового  
господарства та генетики рослин*

*В.О. Лях*

*д.б.н., проф., зав. каф. імунології  
та біохімії*

*Н.В. Колісник*

Відповідальний за випуск

*д.б.н., проф., зав. каф. загальної  
та прикладної екології і зоології*

*В.Д. Бовт*

## ВСТУП

Курс «Загальна екологія (та неоекологія)» є необхідною складовою частиною вивчення загальноєкологічних дисциплін і складає теоретичну основу отримання систематичних знань в цілому для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”. Він дає можливість отримати фундаментальні знання з загальної екології та є підґрунтям для вивчення інших спеціальних дисциплін.

Курс складається з двох навчальних модулів:

1. “Факторіальна та популяційна екологія”
2. “Біоценологія та прикладна екологія”

Мета курсу – надати студентам уявлення про взаємозв’язок організмів та процесів, які відбуваються в природі, а також можливі наслідки їх порушення. Метою лабораторних робіт є засвоєння методів, за допомогою яких можна досліджувати екологічні особливості різних організмів у межах аутоекології та синекології. Основна увага при викладанні дисципліни приділяється формуванню уявлень про фундаментальні основи сучасної екології: розуміння екологічних взаємозв’язків життя на всіх рівнях організації – субклітинному, тканинному, організменному та надорганізменному. Розглядаються також питання про енергетичні основи функціонування екосистем, кругообіг речовин та вплив людської діяльності на них.

Такий напрямок дозволить майбутнім фахівцям добре орієнтуватися в галузі сучасної екології, визначати найважливіші напрямки розвитку науки; аналізувати та робити адекватні висновки про впливи факторів зовнішнього середовища на рослинний та тваринний світ, прогнозувати зміни в конкретних екосистемах та попереджувати негативні наслідки, створювати передумови сталого розвитку, раціонально використовувати, зберігати та відновлювати природні ресурси.

**Завдання курсу** полягають у вивченні головних проблем та положень екології, сучасних підходів та методів ауто- та синекологічних досліджень, засвоєнні найбільш характерних особливостей рослин і тварин та їх взаємовідносин з іншими компонентами екосистем, з'ясування особливостей функціонування екосистем. Розраховано для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”.

## Модуль I

### «ФАКТОРІАЛЬНА ТА ПОПУЛЯЦІЙНА ЕКОЛОГІЯ»

#### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

**Тема:** Особливості пристосування організмів до різних умов існування.

**Мета:** Навчитися визначати відповідність умов існування вимогам організмів.

**Обладнання та матеріали:** наочний матеріал (постійні препарати, плакати, гербарний матеріал), мікроскоп, предметні та покривні скельця, лужний, соляний і кислотний розчини.

**Теоретичний мінімум.** *Умови існування організмів* визначаються факторами навколишнього середовища, тобто **екологічними факторами**. Залежно від походження, виділяють абіотичні, біотичні та антропогенні фактори. За принципом дії фактори поділяють на вітальні та сигнальні. В залежності від досконалості ступеня пристосування організмів фактори поділяють на наступні групи: первинні періодичні, вторинні періодичні, неперіодичні.

Пристосування виникають у першу чергу до тих факторів, яким властива періодичність – добові, місячні, сезонні або річні зміни як наслідок обертання землі тощо. Температура, освітлення, приливи та відливи відносяться до первинних періодичних факторів, які зумовлюють регулювання чисельності особин винятково через вплив на площі ареалів видів.

*Неперіодичні фактори* в місцях існування організмів у нормі не існують. Вони з'являються не очікувано, через що організми не встигають до них пристосуватися. До цієї групи відносяться деякі кліматичні фактори, наприклад пожежі, буревії; антропогенні впливи а також деякі біотичні відносини (наприклад, паразит для хазяїна). Здатність організмів виносити відхилення факторів середовища від оптимальних для них називають толерантністю.

*Межі мінливості* або ступінь виразності фенотипу під впливом умов середовища, що постійно змінюються без змін у генотипі, є нормою реакції. Норма реакції одного організму завжди нижча за популяцію та за весь вид.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Замалюйте рослину та тваринну клітини (рис. 1.1), надайте порівняльну характеристику їх спільних та відмінних структур.

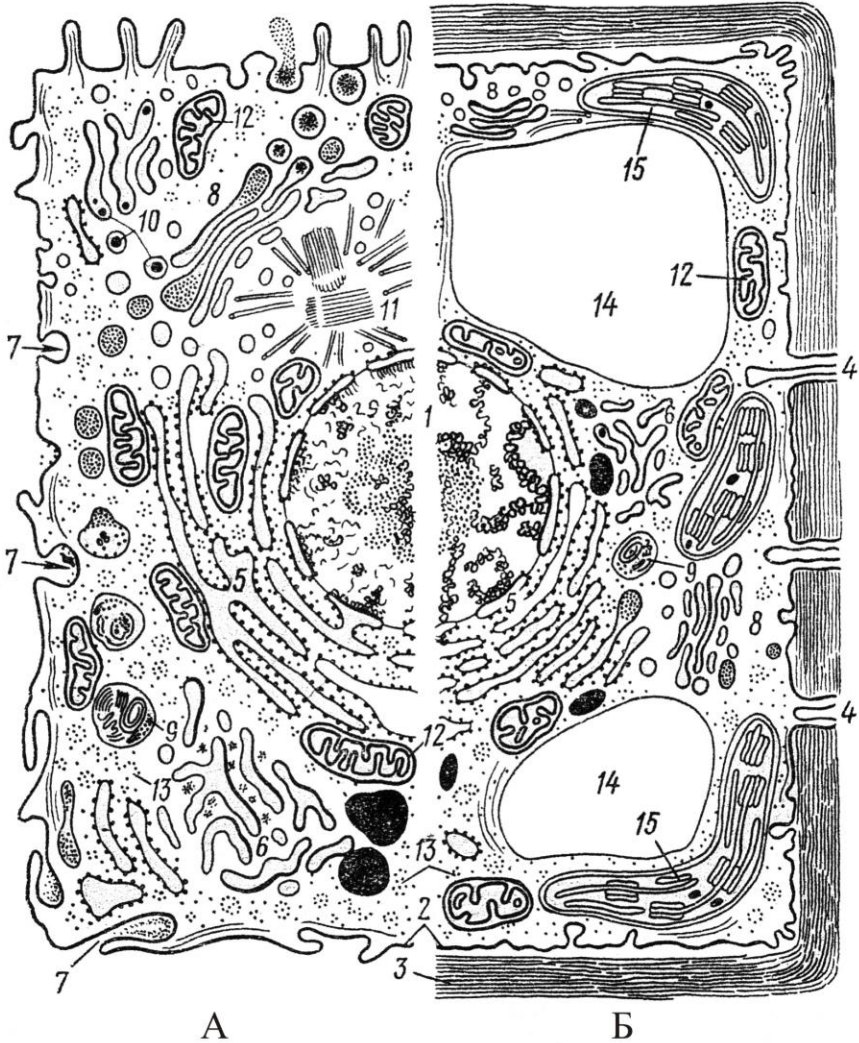


Рисунок 1.1 – Будова рослиної та тваринної клітин.

**Завдання № 2.** Приготуйте тимчасовий препарат шкірочки луку, розгляньте рослинні клітини під мікроскопом. Додайте до різних препаратів лужний, соляний та кислотний розчини. Дослідіть зміни, що відбуваються в рослинній клітині під впливом різних розчинів. Проаналізуйте та замалюйте отримані результати.

**Завдання № 3.** Розгляньте гербарний матеріал, складіть та заповніть порівняльну таблицю 1.1 щодо особливостей будови органів рослин та їх пристосувального значення. Зробіть висновок щодо пристосувань рослин до середовища існування.

Таблиця 1.1 – Особливості пристосування рослин до умов існування

Назва рослини	Назва органу	Особливості організації	Пристосувальне значення

**Завдання № 4.** Заповніть таблицю 1.2. Зробіть висновки про відповідність організмів середовищу існування.

Таблиця 1.2 – Пристосування тварин до середовища існування

Середовище	Представник (укр. та лат. назва)	Органи чуття	Особливості пересування	Особливості живлення
Водне				
Наземно-повітряне				
Підземне				
Організм				

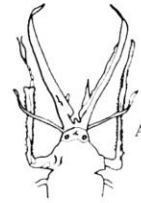
**Завдання № 5.** Розгляньте надані постійні препарати ротових апаратів комах (рис. 1.2) і заповніть таблицю 1.3.



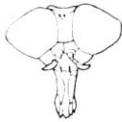
Медоносна бджола (*Apis mellifera*)  
всмоктує нектар через хоботок



Комарь (*Culex sp.*)  
Ротовий апарат колюче-  
сисного типу



Жук (*Chiasognathus grantii*)  
В самців (а) мандибули  
перевищують довжину тіла



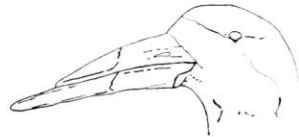
Гедзь (*Tabanus atratus*)  
Кровосос. Мандибули  
та максилі сплюснені



Метелик (*Manduca quinquemaculata*)  
Відвідує квіти; хоботок зкручений,  
а розправляється та витягається лише  
під час смоктання нектару



Китоглав (*Balaeniceps rex*)  
Живиться рибою; використовує  
великий гачкуватий дзьоб для  
вилучення риби з мулу



Чорний водоріз (*Rhinchops nigra*)  
Ножеподібна щелепа на льоту розсікає  
воду; при зтиканні з рибою дзьоб  
захлорнується



Звичайний фламінго  
(*Phoenicapterus ruber*)  
В дзьобі наявні пристосування  
для фільтрування, які  
дозволяють житись  
відфільтрованим планктоном



Тупик тихоокеанський  
(*Fregata aquila*)  
Вилловлюючи рибу, кількох  
впійманих тримає в дзьобі



Сокіл (*Falco sp.*)  
Дзьоб з зубцем;  
пристосований для нанесення  
рублених ран та розривання  
здобичі

Рис. 1.2 – Типи ротових апаратів комах та птахів



Замалюйте найтипівші характеристики ротових апаратів в залежності від особливостей живлення комах. Зробіть відповідні висновки про особливості спеціалізації комах та птахів до їжі.

Таблиця 1.3 – Особливості будови ротових апаратів комах

Тип ротового апарату	Назва представника	Особливості будови	Особливості функціонування	Особливості живлення
Гризучий				
Лакаючий				
Сисний				
Колочесисний				
Лижучий				

**Завдання № 6.** Розгляньте рисунок 1.3. Зробіть висновки про відмінності конвергентних та дивергентних явищ у живих організмів. Поясніть причини формування дивергенції та конвергенції.

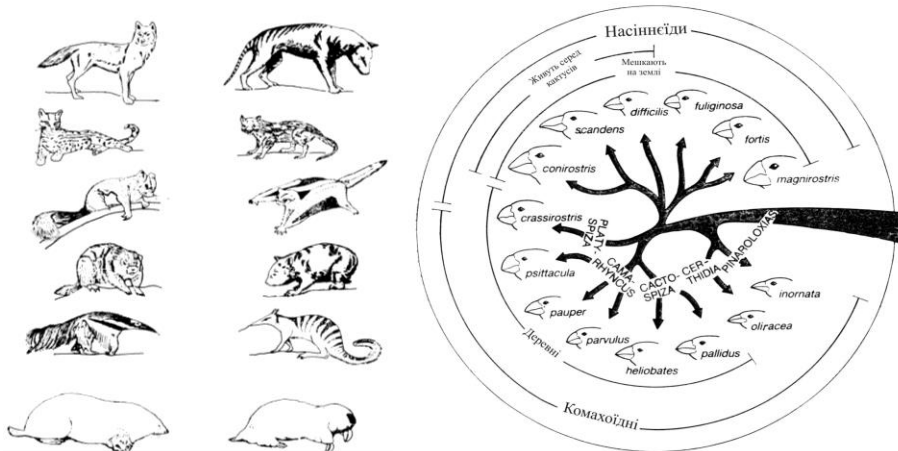


Рис. 1.3 – Приклади конвергенції та дивергенції

**Завдання № 7.** Розгляньте життєві цикли дизентерійної амеби (рис. 1.4) та малярійного плазмодія (рис. 1.5). Проаналізуйте найважливіші екологічні відмінності та зробіть висновки.

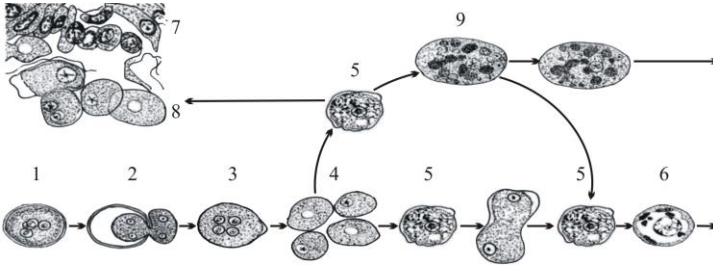


Рис. 1.4 - Цикл розвитку дизентерійної амеби (*Entamoeba histolytica*):

1 – циста; 2 – вихід клітини з цисти; 3 – клітина перед поділом; 4 – дрібні клітини після поділу; 5 – клітини форми “мінута”; 6 – передциста; 7 – стінка кишечника, уражена клітинами тканинної форми амеби; 8 – клітинна форма амеби; 9 – форма “магна”.

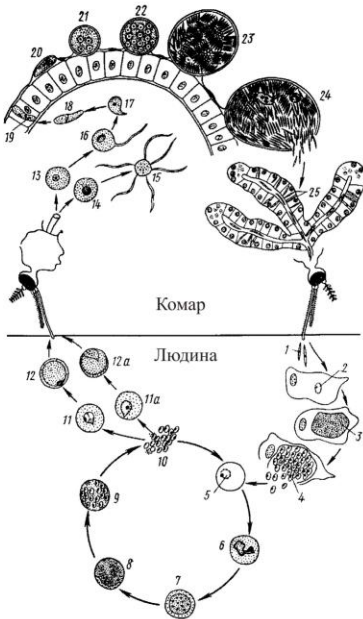


Рис. 1.5 – Цикл розвитку малярійного плазмодія:

1 – спорозоїти; 2-4 – шизогонія в печінці; 5-10 – еритроцитарна шизо-гонія; 11 – молодий макрогамонт; 11а – молодий мікрогамонт; 12 – зрілий макрогамонт; 12а – зрілий мікрогамонт; 13 – макрогамета; 14 – мікрогамонт; 15 – утворення мікрогамет; 16 – копуляція; 17 – зигота; 18 – оокінета та (19) її проникнення через стінку кишечника; 20-23 – формування та розвиток ооцисти; 24 – вихід спорозоїтів; 25 – спорозоїти в слині комара.

**Завдання № 7.** Визначте та порівняйте особливості пристосування рослин та тварин двох екосистем. Заповніть таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Особливості пристосування рослин та тварин до екосистем

Екосистема	Рослини					Тварини						
	Назва виду	Зовнішній вигляд	Коренева система	Листки	Особливості вегетації	Лімітуючі фактори	Назва виду	Життєвий цикл	Органи пересування	Покривні тканини	Плодючість	Лімітуючі фактори

### **Завдання для самостійної роботи:**

1. Принципи класифікації життєвих форм.
2. Класифікація життєвих форм за Раункієром.
3. Класифікація життєвих форм за Серебряковим.
4. Класифікація життєвих форм за Яхонтовим.

### **Контрольні питання**

1. Поняття середовища існування. Типи середовищ існування.
2. Екологічні фактори. Види їх класифікації.
3. Класифікація екологічних факторів за Мончадським.
4. Особливості пристосування рослин до різних середовищ існування.
5. Особливості пристосування тварин до різних середовищ існування.
6. Лімітуючі фактори. Закон Лібиха. Екстремальні умови.
7. Взаємодія екологічних факторів. Компенсація дії факторів.
8. Екологічна толерантність. Поняття про преферендум.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

**Тема:** Життєві форми організмів.

**Мета:** Ознайомитися з екологічними характеристиками організмів, що представляють різні життєві форми.

**Обладнання та матеріали:** гербарний матеріал, колекція комах, рисунки та таблиці.

**Теоретичний мінімум:** *Життєва форма* – це історично складений комплекс біологічних, фізіологічних та морфологічних властивостей виду, що зумовлюють певну реакцію на вплив середовища. Зовнішньо життєві форми характеризуються загальними рисами пристосувань до середовища, спорідненістю основних морфо- фізіологічних рис та поведінкових ознак.

*Екобіоморфа* – це життєва форма, що характеризується сукупністю морфо-фізіологічних ознак, біологічних ритмів, еколого-фізіологічних, зокрема середоутворюючих особливостей, властивих певним групам споріднених чи філогенетично віддалених організмів, що живуть у схожих екологічних умовах середовища.

Існує також поняття про *екологічні еквіваленти* – це організми (як види, так і екосистеми), які пройшли незалежну конвергентну еволюцію та займають приблизно однакові екологічні ніші в різноманітних спільнотах. В якості приклада можна навести екологічну еквівалентність кенгуру Австралії до антилоп Африки – в обох випадках ці групи є великими рослиноїдними тваринами та здійснюють приблизно однаковий вплив на стан екосистем.

Слід також зупинитися на такому понятті як *норма реакції* – це можливий розмах фенотипічних змін у різних умовах існування при певному генотипі організмів. Саме в межах норми реакції організми здатні пристосовуватися до відповідних змін умов існування.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Використовуючи рисунок 2.1, заповніть таблицю 2.1. Зробіть висновки, на які екологічні ознаки спирається класифікація життєвих форм рослин за І.Г. Серебряковим.

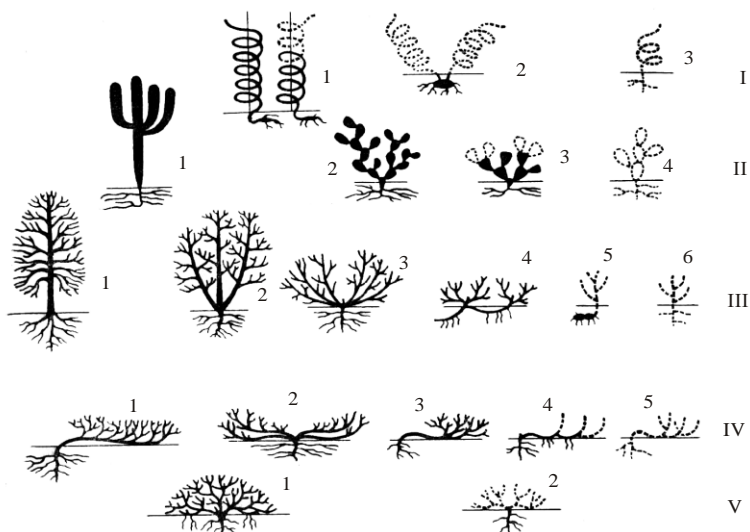


Рис. 2.1 – Типи життєвих форм рослин за І.Г. Серебряковим.

Таблиця 2.1 – Життєві форми рослин за І.Г. Серебряковим

Назва типу життєвої форми рослини	Загальні ознаки типу життєвої форми рослини	Різновид життєвої форми рослини	Приклад	Екологічне значення типу життєвої форми рослини
I				
II				
III				
IV				
V				

**Завдання № 2.** Використовуючи рисунок 2.2, заповніть таблицю 2.2. Зробіть висновок, на які екологічні ознаки спирається класифікація життєвих форм рослин за К. Раункієром.

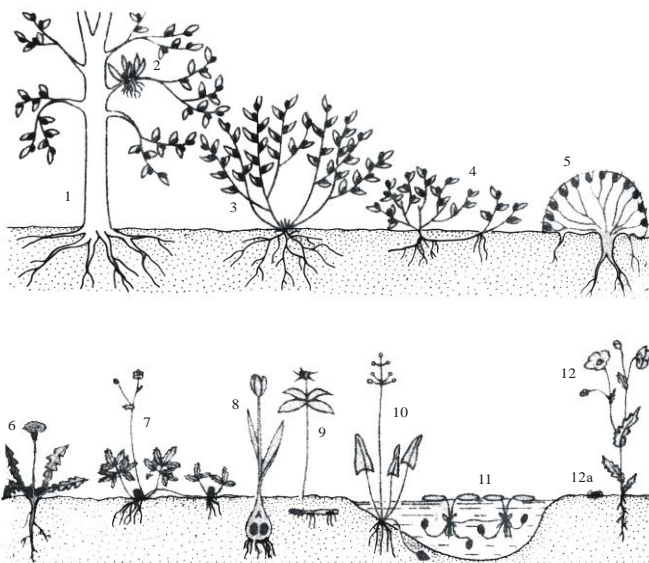


Рис. 2.2 – Життєві форми рослин за К. Раункієром.

Таблиця 2.2 – Життєві форми рослин за К. Раункієром

Назва життєвої форми рослини	Приклад	Різновиди життєвої форми рослини (позначте цифру за рисунком)	Загальні ознаки життєвої форми рослини	Екологічне значення життєвої форми рослини
Фанерофіти				
Епіфіти				
Хамефіти				
Гемікриптофіти				
Криптофіти				
Геофіти				
Гідрофіти				
Терофіти				

**Завдання № 3.** Розгляньте запропоновані рослинні організми та розподіліть їх за класифікаціями К. Раункієра і І.Г. Серебрякова, заповніть таблицю 2.3 та зробіть відповідні висновки.

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика життєвих форм за К. Раункієром і І.Г. Серебряковим

Вид рослини	Класифікація І.Г. Серебрякова	Класифікація К. Раункієра	Зовнішні ознаки	Екологічне значення життєвої форми
Береза				
Полуниця				
Кульбаба				
Лишайник				
Латаття				
Малина				
Бузок				
Ряска				
Алое				
Кактус				
Чорниця				
Гіацинт				

**Завдання № 4.** Заповніть таблицю 2.4. Зробіть відповідні висновки.

Таблиця 2.4 – Життєві форми тварин за Яхонтовим В.В.

Назва життєвої форми тварин	Загальні ознаки життєвої форми тварин	Різновид життєвих форм тварин	Приклад	Екологічне значення життєвої форми тварин
Геобіонти				
Епігеобіонти				
Герпетобіонти				
Хортобіонти				
Тамнобіонти				
Дендробіонти				
Гідробіонти				

**Завдання № 5.** Розгляньте наданий гербарний матеріал та зоологічну колекцію комах. Визначте життєву форму запропонованих викладачем організмів. Отримані результати надайте у вигляді таблиці.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Уявлення про абіотичні екологічні фактори.
2. Закон Лібіха.
3. Закон Шелфорда.
4. Спільна дія абіотичних факторів на організми.

**Контрольні питання:**

1. Уявлення про життєву форму.
2. Класифікація життєвих форм за Раункієром.
3. Класифікація життєвих форм за Серебряковим.
4. Класифікація життєвих форм за Яхонтовим.
5. Порівняльна характеристика організмів за різними класифікаціями.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**

**Тема:** Вплив абіотичних факторів на організми та їхню життєдіяльність.

**Мета:** Розглянути вплив абіотичних факторів на рослинні організми на прикладі лишайників та мохів; вплив абіотичних факторів на життєдіяльність тварин на прикладі тихоходок.

**Обладнання та матеріали:** зразки мохів та лишайників, мікроскопи, ваги, чашки Петрі, пісок, стакани (100 мл), вода (дистильована, водопровідна), фільтри паперові, предметні та покривні скельця, піпетки, термометр спиртовий, готовий пакет із льодом, спиртова горілка, штангенциркуль, розчини з різним рН, рН-смужки, пробірки, штатив.

**Теоретичний мінімум:** *Екологічний фактор* – це будь-який неподільний елемент середовища, який здатний здійснювати прямий або опосередкований вплив на організми на будь-яких стадіях їх розвитку.

Серед критеріїв екологічних факторів слід відзначити: 1) не розчленованість цього елемента середовища; 2) дія може бути



безпосередньою та опосередкованою. Якими б не були екологічні фактори за природою, наслідки їх дії можна порівнювати, оскільки вони завжди позначаються на зміні життєдіяльності організмів і, як наслідок, зміні чисельності популяції.

Згідно до закону Лібіха (закон мінімуму), витривалість організму визначається самою слабкою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб, тобто життєві можливості лімітує той екологічний фактор, кількість якого наближується до необхідного організму або екосистемі мінімуму та подальше зниження якого веде до загибелі організму або деструкції екосистеми.

Фактором, що лімітує, процвітання організму (виду), за законом В. Шелфорда (закон толерантності), може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає величину витривалості (толерантності) організму до даного фактора.

*Абіотичні фактори* – це явища неорганічної природи, які безпосередньо та опосередковано впливають на організми. До абіотичних факторів відносяться *кліматичні* (світло, вологість повітря, температура, атмосферні опади тощо), *едафічні* (структура, хімічний склад ґрунтів, циркулюючі в ґрунті речовини, органічні і мінеральні елементи тощо), фактори літосфери – *орографічні* (рельєф, нахил, експозиція, мінеральний склад, тепло- і вологоємність), фактори гідросфери – *гідрофізичні* та *гідрохімічні* (включають всі фактори, які пов'язані з водою). Крім того, до абіотичних факторів відносять також радіацію (космічну, сонячну) з її річною, добовою циклічністю; зональні, висотні та глибинні фактори розподілу тепла і світла із градієнтами та закономірностями циркуляції повітряних мас.

Слід розрізняти **макро-** (клімат великих територій з певною цілісністю й однорідністю за умовами циркуляції атмосфери), **мезо-** (клімат порівняно невеликих територій, достатньо однорідних за природними умовами, що накладаються на загально-кліматичні умови) та **мікрокліматичні** (клімат дрібних ділянок територій) умови існування. Для різних організмів їх значення може бути принципово різним.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Визначте товщину яєчної шкаралупи. За допомогою лакмусового паперу визначте рН запропонованих розчинів. Занурить шматки шкаралупи в розчини на 5 хв., після чого підсушіть їх та виміряйте товщину шкаралупи ще раз. Результати запишіть та надайте необхідні пояснення.

**Завдання № 2.** Приготуйте тимчасові препарати поперечного зрізу талому лишайнику та моху. Розгляньте при малому збільшенні мікроскопу анатомо-морфологічну будову моху та лишайнику, замалуйте та вкажіть одноклітинні водорості, гіфи лишайників та елементи тіла мохів.

**Завдання № 3.** Визначте динаміку поглинання води таломом лишайнику. Для цього талом лишайнику зважити і помістити в чашку Петрі з водою. Наступні зважування проводять з інтервалом 1, 3, 5, 10, 30 хв. Зробити розрахунок поглинання води на 1 г сухого талому. Отримані дані оформіть у вигляді таблиці (3.1), побудуйте графік залежності маси води, що поглинається лишайником, від часу.

Таблиця 3.1 – Результати поглинання води лишайником

Час (хвилини)	Маса талому (мг)	Маса води (мг)	Маса води на 1 г сухого талому
Сухий			
1			
3			
5			
10			
30			

**Завдання № 4.** Визначте динаміку поглинання води гаметофітом моху. Для цього зважте й покладіть шматочок моху до чашки Петрі з водою. Наступні зважування проводять з інтервалом 1, 3, 5, 10, 30 хв. Зробіть розрахунок поглинання води на 1 г сухої речовини. Отримані дані оформіть у таблиці 3.2, побудуйте графік залежності маси води, що поглинається

мохом, від часу. Зробіть порівняльний аналіз особливостей поглинання води досліджуваними організмами.

Таблиця 3.2 – Результати поглинання води мохом

Час (хвилини)	Маса моху (мг)	Маса води (мг)	Маса води на 1 г сухого моху
Сухий			
1			
3			
5			
10			
30			

**Завдання № 5.** Заповніть таблицю 3.3 та зробіть висновки.

Таблиця 3.3 – Порівняльна характеристика мохів та лишайників

Ознаки порівняння	Характеристика мохів	Характеристика лишайників
Життєва форма		
Поділ тіла на органи		
Прикріплення до субстрату		
Органи фотосинтезу		
Органи розмноження		
Життєвий цикл		

**Завдання № 6.** Розмочіть шматочки лишайника дистильованою водою в чашках Петрі при кімнатній температурі. Через деякий час приготуйте тимчасовий препарат і відшукайте тихоходок під мікроскопом при малому збільшенні. Підсушіть тихоходок за допомогою фільтрувального паперу. Дослідіть, як тихоходка поступово втрачає рухливість, зменшується та впадає в стан анабіозу. Після цього, додайте до висушеної тихоходки 1-2 краплі води та спостерігайте процес

відновлення форми, розмірів та життєдіяльності тварини. Замалюйте загальний вигляд тихоходок в активному стані і в стані анабіозу. Зробіть відповідні висновки.

**Завдання № 7.** Створіть для тихоходок різні температурні умови, проаналізуйте реакцію тварин на зміну температури у водному середовищі. Зробіть висновок про спільний вплив температури та вологості на життєдіяльність тихоходок.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Вплив абіотичних факторів на тварин.
2. Фактори, що залежать та не залежать від щільності популяції.
3. Поняття про біотичні фактори.
4. Поживні ресурси та їх типи.
5. Типи відносин між організмами.
6. Вплив популяцій одних організмів на інші.

**Контрольні питання:**

1. Які особливості будови дозволяють лишайникам і мохам адаптуватись до ксеротичних умов існування?
2. Які особливості будови мохоподібних дають підстави називати їх регуляторами водного балансу ґрунту? В чому це проявляється?
3. Навести приклади фігонцидного впливу мохоподібних та лишайників на довкілля.
4. Роль лишайників в екосистемах.
5. Використання мохоподібних і лишайників у моніторингу навколишнього середовища.
6. Порівняйте закон мінімуму та закон толерантності.
7. Температура та вологість як абіотичні фактори.
8. Спільний вплив кількох факторів на організм тварин.
9. Що таке насиченість водяної пари?
10. Абсолютна та відносна вологість, сухе та вологе повітря.
11. Явище анабіозу тварин, дайте його характеристику та наведіть приклади.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

**Тема:** Біотичні фактори.

**Мета:** Ознайомитися з біотичними факторами, визначити їх вплив на організми.

**Обладнання та матеріали:** наочний матеріал, живі організми (таргани), ефір, морилка, чашка Петрі з парафіновим шаром, препарувальні голки, ножиці, пінцет, предметні скельця, мікроскоп.

**Теоретичний мінімум:** *Автотрофні* організми (рослини й деякі бактерії) асимілюють неорганічні ресурси, створюючи органічні молекули, які стають поживними ресурсами для **гетеротрофів**. Подальше пересування цих ресурсів поживними ланцюгами може здійснюватись 3 шляхами: 1) **деструкція**, при якій частини тіла або організми відмирають і разом з відходами життєдіяльності стають поживними ресурсами для деструкторів – груп організмів, які не можуть використовувати інші організми, доки вони живі; 2) **паразитизм** – організм використовує в якості їжі інший організм, доки той живий; 3) **органофагія** (хижацтво) – коли організм (його частина) з'їдаються. *Мерофагія* – різновид органофагії, при якій здобич не вбивається, а залишена частина здатна регенерувати (пасовищники). На відміну від паразитів вони живляться великою кількістю організмів.

Життєдіяльність будь-якого організму змінює середовище його мешкання, але взаємодія виникає в тому випадку, коли особини певним чином впливають на життєдіяльність одне одного. **Біотичні фактори середовища** – це явища будь-яких впливів на організми життєдіяльності інших організмів. Зв'язки між організмами можуть бути міжвидовими та внутрішньовидовими. Розрізняють п'ять основних типів взаємодії: *конкуренція, хижацтво, паразитизм, мутуалізм та детритофагія*.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання №1.** Проаналізуйте рисунок 4.1. Зробіть висновки про залежність будови зубної системи ластоногих від характеру їжі.

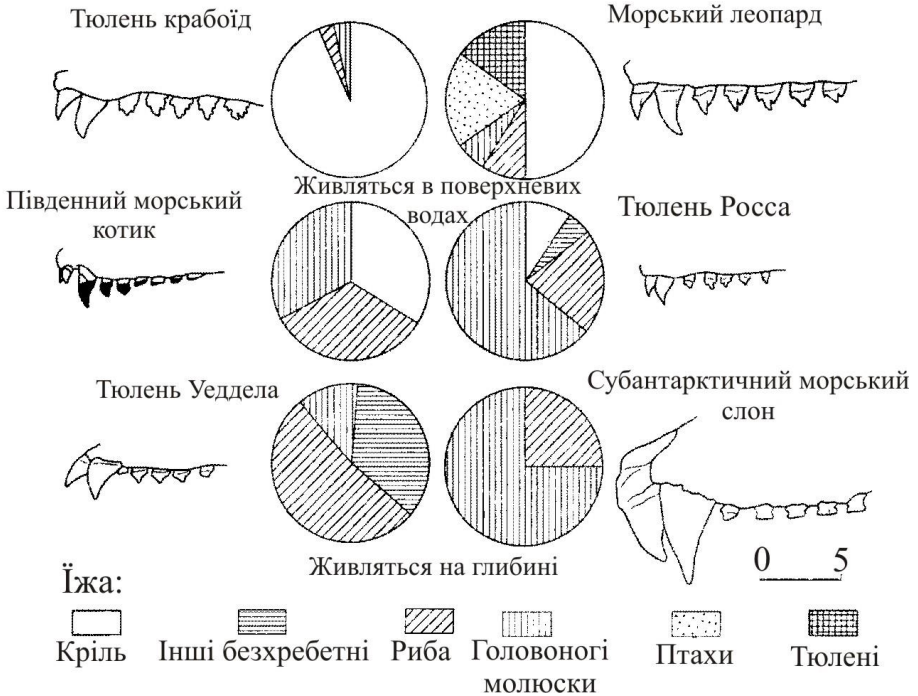


Рис. 4.1 – Склад їжі деяких антарктичних ластоногих; глибина, на якій вони живляться, та особливості будови зубної системи.

**Завдання № 2.** Розгляньте запропоновані діаграми на рисунку 4.2 та заповніть таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Поживна цінність різних видів їжі

№	Клас органічної речовини	Назва їжі за максимальним вмістом поживних речовин (%)
1	Білки	
2	Жири	
3	Вуглеводи	
4	Мінеральні речовини	
5	Клітковина	

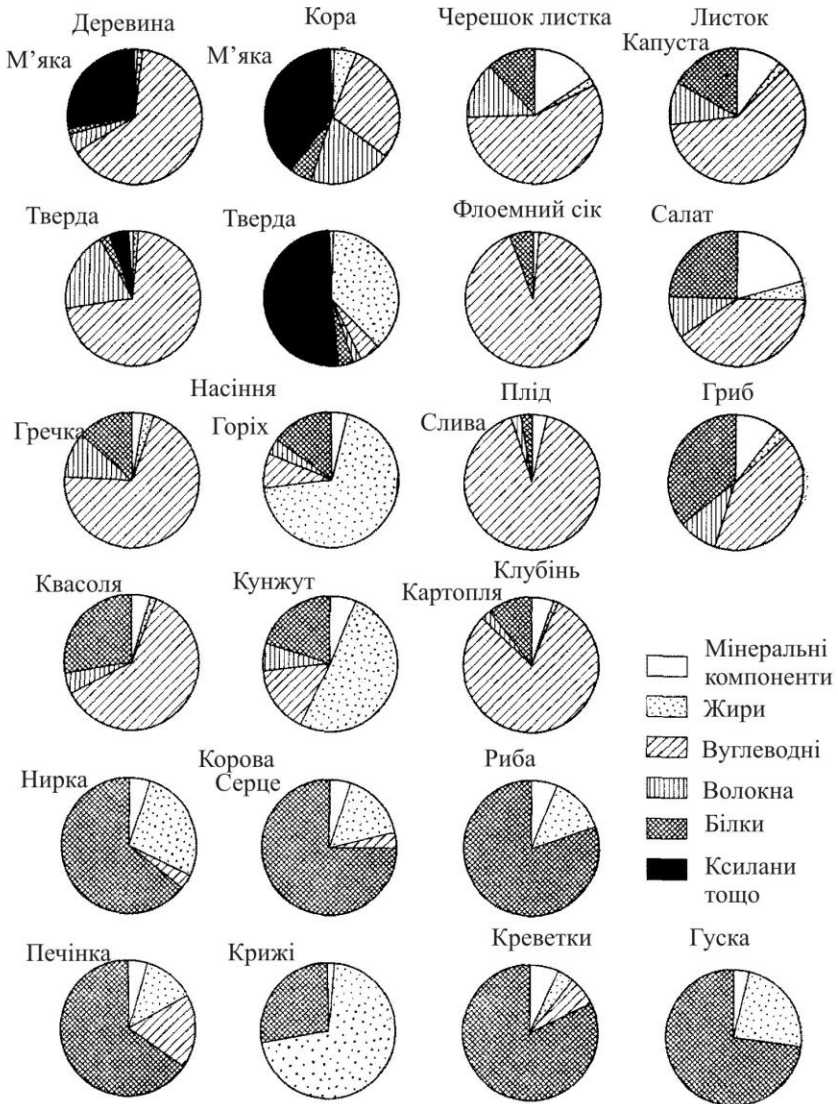


Рис. 4.2 – Склад частин рослин і тварин, що використовуються іншими видами в їжу.

**Завдання № 3.** Заповніть таблицю 4.2, зробіть відповідні висновки. Визначте відмінності між різними видами конкуренції та їх біологічним значенням для індивіду й популяції в цілому.

Таблиця 4.2 – Порівняльна характеристика різних форм конкуренції

Тип конкуренції		Приклад (вид)	Екологічний зміст	Наслідки
Внутрішньовидова конкуренція	Експлуатаційна			
	Інтерференційна			
Міжвидова конкуренція	Експлуатаційна			
	Інтерференційна			

**Завдання №4.** Розгляньте схеми, зображенні на рис. 4.3. Проаналізуйте графіки, зробіть висновки про взаємну залежність існування різних видів. Розрахуйте коефіцієнт кореляції між динамікою чисельності хижаків та жертв, а також з зсувом на одне значення. Зробіть відповідні висновки.

Коефіцієнт кореляції ( $r$ ) розраховуємо за наступними формулами:

$$r = \frac{C_x + C_y - C_d}{2 \cdot \sqrt{C_x \cdot C_y}} \quad (5.1)$$

де  $C_x$ ,  $C_y$ ,  $C_d$  – сума квадратів відповідних центральних відхилень, які розраховуємо за формулами:



$$C_x = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n}; \quad C_y = \frac{\sum y^2 - (\sum y)^2}{n}; \quad C_d = \frac{\sum d^2 - (\sum d)^2}{n} \quad (5.2)$$

де  $n$  – об'єм певної сукупності спостережень, що досліджується за двома ознаками;  
 $x$  та  $y$  – значення варіант першої і другої ознаки.

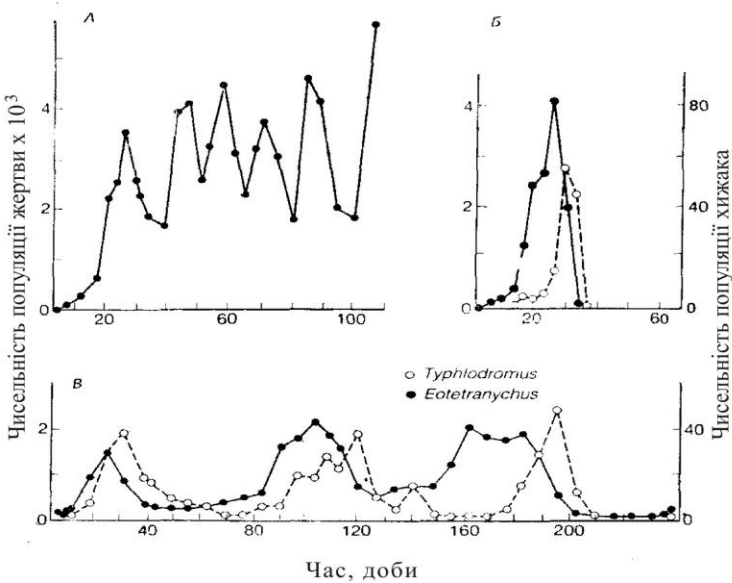


Рис. 4.3 – Гра в піжмурки. Взаємовідносини між організмами на зразок хижака – жертва між кліщем *Eotetranychus* (чорні кружечки), та *Typhlodromus*, що його поїдає (білі кружечки).

А – Коливання чисельності популяції *Eotetranychus* при відсутності хижака.

Б – Єдиний пік чисельності хижака та жертви в простій системі.

В – Сталі коливання в експериментальній системі.

Перед розрахунком коефіцієнта кореляції між двома ознаками, спочатку заповнюють зведену таблицю (табл. 4.3) кількісних показників цих ознак ( $x$  та  $y$ ), дивись таблицю.

Таблиця 4.3 – Зведена таблиця кількісних показників  $x$  та  $y$  досліджених факторів

№ п/п	$x$	$y$	$x \cdot y$	$x^2$	$y^2$	$d = x - y$	$d^2$
1							
2							
...							
$n$							
$\sum n$	$\sum x$	$\sum y$	$\sum x y$	$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum d$	$\sum d^2$

**Завдання № 4.** Зробіть тимчасовий препарат кишечнику таргана, роздивіться паразитів та замалуйте їх. Визначте інтенсивність (кількість паразитів на особину) та екстенсивність (відсоток ураження популяції) зараження тарганів, зробіть відповідні висновки.

**Схема розтину.** Таргана перед розтином кладуть до морилки з ефіром. Потім переміщують до чашки Петрі з парафіновим дном. Закріплюють об'єкт спинкою догори препарувальними голками до парафіну. Спочатку відрізають крила. Ножицями розтинають черевце. Пінцетом достають кишечник, відрізають шматочок та розтирають його на предметному склі. Отриманий препарат розглядають під світловим мікроскопом.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Уявлення про антропогенні фактори.
2. Особливості впливу антропогенних факторів на організми.
3. Прямий та опосередкований вплив антропогенних факторів, приклади.

**Контрольні питання:**

1. Відмінності тваринної та рослинної їжі.
2. Уявлення про конкуренцію.
3. Типи конкуренції та її наслідки.
4. Екологічне значення хижацтва.

5. Екологічне значення паразитизму.
6. Форми паразитизму в різних групах тварин.
7. Типи життєвих циклів паразитів.
8. Коеволюція паразитів та хазяїв.
9. Мутуалізм як екологічне явище.
10. Екологічне значення деструкторів.

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

**Тема:** Оцінка якості середовища за допомогою біологічних об'єктів на прикладі берези повислої (*Betula pendula Roth*).

**Мета:** ознайомитися з методикою оцінки якості середовища за показником флуктуючої асиметрії організму.

**Обладнання та матеріали:** листки берези з різних районів, лінійка, трикутник, циркуль, транспортир.

**Теоретичний мінімум:** Оцінка порушення стабільності біологічних систем будь-якого рівня може використовуватися для визначення ступеню антропогенного навантаження на довкілля.

Стан природних популяцій білатерально-симетричних організмів може бути оцінений через аналіз величини флуктуючої асиметрії, яка характеризує дрібні порушення стабільності розвитку та є інтегральною відповіддю організму на стан навколишнього середовища. Рослини протягом життя пов'язані з локальною територією і залежать від впливу двох середовищ: ґрунтового та повітряного, які відображають увесь комплекс стресових впливів на систему.

Традиційні методи, які оцінюють хімічні та фізичні показники, не дають комплексного представлення про дію на біологічну систему, тоді як біоіндикаційні показники відображають реакцію організму на дію факторів. Тобто, **біоіндикатори** — це організми, присутність, кількість або особливості розвитку яких виступають показниками природних процесів, умов або антропогенних змін середовища перебування.

Важливий аспект застосування організмів-біоіндикаторів – це надання оцінки за їх особливостями ступеню забруднення природного середовища, постійний контроль (моніторинг) якості довкілля та його змін.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Використовуючи вибірку листків берези, визначте якість довкілля відповідної території та зробіть відповідні висновки.

**Завдання № 2.** Зробіть порівняльний аналіз якості середовища, встановлені за показниками флуктуючої асиметрії, для двох районів зростання берези.

Вибірка листків берези повислої (*Betula pendula Roth*) складається зі 100 листків з 10 дерев по 10 з кожного. Листки беруться з нижньої частини крони на рівні піднятої руки.

Для обробки зібраного матеріалу з одного листка знімають показники п'яти ознак з лівої та правої сторони (рис. 5.1).

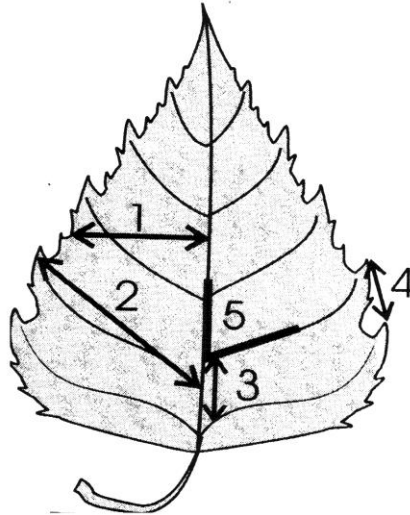


Рис. 5.1 – Схема зняття промірів з листка берези.

де

- 1- ширина половини листка. Для вимірювання листок складають поперек навпіл, прикладаючи верхівку листка до його основи, потім розгинають і проводять вимірювання за згином;
- 2- довжина другої жилки другого порядку від основи листка;
- 3- відстань між основою першої та другої жилок другого порядку;
- 4- відстань між кінцями цих жилок;
- 5- кут між головною жилкою та другою жилкою від основи жилки другого порядку.

Отриманні дані вимірювань записують до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Дані флюктуючої асиметрії берези повислої (*Betula pendula* Roth)

№ листка	1 ознака		2 ознака		3 ознака		4 ознака		5 ознака	
	ліва	права	ліва	права	ліва	права	ліва	права	ліва	права
1										
2										
...										
100										

Величина асиметричності оцінюється за допомогою інтегрального показника – величини середньої відносної різниці на ознаку (середнє арифметичне відношення різниці до суми промірів листка зліва та справа, віднесене до кількості ознак). Для проведення розрахунків використовуємо таблицю 5.2.

1. Знаходимо відносну різницю між значеннями ознаки зліва та справа (Y) для кожної ознаки за формулою:

$$Y = \frac{X_l - X_n}{X_l + X_n} \quad (5.1)$$

де X – значення одного вимірювання;

X<sub>л</sub> - значення вимірювання з лівої сторони;

X<sub>п</sub> - значення вимірювання з правої сторони.

Знайдені значення Y записуємо в таблицю 6.2.

Таблиця 5.2 – Дані різниці між значеннями для кожної ознаки

№ листка	1 ознака	2 ознака	3 ознака	4 ознака	5 ознака	Середня відносна різниця між ознаками
	$Y_1 = \frac{X_l - X_n}{X_l + X_n}$	$Y_2 = \frac{X_l - X_n}{X_l + X_n}$	$Y_3 = \frac{X_l - X_n}{X_l + X_n}$	$Y_4 = \frac{X_l - X_n}{X_l + X_n}$	$Y_5 = \frac{X_l - X_n}{X_l + X_n}$	$Z = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N}$
1...						
n						

Подібні розрахунки проводять за кожною ознакою. В результаті отримуємо 5 значень  $Y$  для одного листка.

2. Знаходимо значення середньої відносної різниці між сторонами на ознаку для кожного листка:

$$Z = \frac{Y1 + Y2 + Y3 + Y4 + Y5}{N} \quad (5.2)$$

де  $N$  – кількість ознак.

Подібні розрахунки проводять для кожного листка.

3. Знаходимо середню відносну різницю на ознаку для вибірки ( $X$ ). Для цього всі значення  $Z$  складуються і діляться на кількість цих значень:

$$X = \frac{\sum Z}{n} \quad (5.3)$$

де  $n$  – кількість значень  $Z$ , а саме кількість листків.

Цей показник характеризує ступінь асиметричності організму. Для цього показника розроблена п'ятибальна шкала відхилення від норми, в якій 1 – бал умовна норма, а 5 балів – критичний стан (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Якість середовища існування

Бал	Значення показника асиметрії
1 бал	До 0,055
2 бали	0,055 – 0,060
3 бали	0,060 – 0,065
4 бали	0,065 – 0,070
5 балів	Більше 0,07

### Завдання для самостійної роботи:

1. Поняття популяції та їх характеристики.
2. Поняття виду.

### Контрольні питання:

1. Поняття антропогенних факторів.
2. Види антропогенних факторів.
3. Особливості дії антропогенних факторів на живі організми.

4. Історія розвитку відносин людського суспільства й людини.
5. Поняття екологічної кризи та екологічної катастрофи.
6. Екологічні кризи – причини формування та шляхи виходу.

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

**Тема:** Адаптації живих організмів.

**Мета:** Ознайомитися з різними формами адаптації живих організмів до умов їх існування.

**Обладнання та матеріали:** наочні матеріали.

**Теоретичний мінімум:** В екології термін “*адаптація*” використовується принаймні у двох значеннях: у першому як процес змін і пристосування організмів до конкретних умов довкілля; у другому – це реальні взаємовідносини організму та безпосередніх умов існування, або міра відповідності організму певним умовам його існування. Адаптаціями називаються еволюційно вироблені та спадково закріплені особливості живих організмів, що забезпечують нормальну життєдіяльність в умовах динамічних екологічних факторів. *Адаптацію* можна визначити як сукупність морфологічних, поведінкових, популяційних та інших особливостей певного біологічного виду, яка забезпечує специфічний спосіб життя в конкретних умовах навколишнього середовища.

*Закон відносної незалежності адаптації:* висока адаптованість до одного з екологічних факторів не дає такого ж ступеня пристосування до інших умов життя (навпаки, вона може обмежувати ці можливості в силу фізіолого-морфологічних особливостей організмів).

Оскільки організми, що живуть у близьких умовах існування, змушені зіштовхуватися з подібними обмеженнями та, навпаки, можливостями, у відповідь на які вони виробляють близькі функціональні реакції. Наприклад, види водного середовища змушені підтримувати певне осмотичний тиск; всі організми пристосовуються до певного температурного режиму тощо. Жодна адаптація не може вважатися абсолютною – будь-які зміни умов існування можуть призвести до невідповідності пристосувань наявним умовам існування. Тому в організмів

виникає необхідність періодичного пристосування до нових умов існування.

### ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Проаналізуйте адаптаційні реакції наданих в таблиці 6.1 живих організмів. Заповніть таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Адаптаційні реакції живих організмів

№	Приклади живих організмів	Тип адаптації	Адаптивні ознаки	Пристосувальні значення
1.	Сонечко			
2.	Акула біла			
3.	Заєць біляк			
4.	Беззубка			
5.	Зебра			
6.	Барбарис			
7.	Морська голка			
8.	Камбала			
9.	Бджола			
10.	Їжак			
11.	Росичка			
12.	Вовчок			
13.	Кактус			
14.	Сальвінія плаваюча			

**Завдання № 2.** Ознайомтеся з умовами ситуативної задачі та запишіть її рішення.

Гусениці біланів можуть житись рослинами з різним забарвленням листків. При чому, на зелених листках зустрічаються переважно зелені гусениці, а на сірих – сірі. Надайте можливі пояснення цього фактору та сплануйте експерименти для його перевірки.

**Завдання № 3.** Ділова гра.

Проведіть ділову гру «Дія природного добору». Заповніть таблиці, зробіть висновки про причини зміни чисельності



хижаків та жертв. Проаналізуйте, які саме адаптивні пристосування підтримуються в жертв та хижаків.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Уявлення про популяцію та її найважливіші характеристики.
2. Екологічні показники стану популяцій.

**Контрольні питання:**

1. Поняття адаптації та її відносність.
2. Типи адаптацій та їх приклади.
3. Шляхи формування адаптацій.
4. Значення адаптацій для живих організмів.
5. Значення знання адаптацій для охорони природи.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7**

**Тема:** Популяційна мінливість та її залежність від екологічних факторів.

**Мета:** Дослідити зміну популяційної мінливості на прикладі природних популяцій.

**Обладнання та матеріали:** міліметровий папір, калькулятор, статистичні данні (допоміжні таблиці 7.2–7.4)

**Теоретичний мінімум:** При екологічних дослідженнях усі виявлені групові біологічні явище підлягають статистичному аналізу за допомогою біометрії. Основу біометрії становлять методи теорії ймовірності та математичної статистики, видозмінені залежно від специфіки біологічних об'єктів і особливостей біологічних досліджень. Біологічним явищам притаманне варіювання частоти або ступеня виявлення різних ознак та властивостей. Тому провадити статистичний аналіз цих варіацій з метою встановлення їхніх закономірностей можливо при використанні методів біометрії.

Варіації ознак можуть бути викликані генетичними особливостями і внаслідок впливу різних факторів оточуючого середовища на ознаку, а частіше при їх взаємодії. Певні закономірності варіацій ознак знаходять своє відображення у варіаційних рядах і у варіаційних кривих та характеризуються числовими показниками варіації. Однією із головних

біометричних характеристик біологічних об'єктів є середнє арифметичне, але цей показник не містить повної інформації щодо варіювання виявлених ознак. При однакових середніх величинах ознаки можуть більше або менше помітно і навіть сильно відрізнятись одна від іншої за ступенем та характером варіювання. Тому повну інформацію щодо варіювання об'єктів можна отримати тільки тоді, коли разом із середнім арифметичним обчислюються й інші числові показники варіації, що характеризують розмах та особливості варіювання ознак. Без них не можливо робити об'єктивних, науково обґрунтованих висновків щодо вивчених об'єктах.

### ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Розгляньте надані вибірки живих організмів, сформуєте таблиці (табл. 7.1) якісних та кількісних характеристик організмів ( $n = 30$ ).

Таблиця 7.1 – Кількісні та якісні показники вибірки природної популяції \_\_\_\_\_

Показники	Данні						
Розподіл вибірки за частотами варіант ( $p$ )							

**Завдання № 2.** Спираючись на дані таблиці 7.2, розрахуйте коефіцієнт варіації екологічних характеристик за наступною формулою (7.1), зробіть висновки про варіювання окремих ознак в живих організмів. Побудуйте графік розподілу організмів за якісними та кількісними ознаками, зробіть висновки про їх відмінності.

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} 100 \% \quad (7.1)$$

Для визначення коефіцієнту варіації слід розрахувати: Середнє арифметичне розраховують за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (7.2)$$

Середньоквадратичне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (7.3)$$

де  $\sum_i^n$  – знак суми;

$x_i$  – значення варіант;

$\bar{x}$  – середнє арифметичне;

$n$  – загальна кількість спостережень.

**Завдання № 3.** Використовуючи градієнтний аналіз дослідіть особливості розподілу різних показників на запропонованих таблицях (таблиці 7.2 – 7.6).

Для обробки статистичних даних вашої вибірки вам необхідно в програмі Microsoft Excel виконати наступні дії.

1. Перевірити, чи стоїть у вашій програмі надбудова «аналіз даних». Для цього потрібно відкрити програму Microsoft Excel, знайти в строчці меню кнопку «сервіс», вибрати в нижній частині вкладки строку «Надбудова» (надстройка), після чого повинне з'явитися діалогове вікно надбудова, в якому поставити галочку навпроти «Пакет аналізу» та натиснути кнопку «ОК». Якщо програма запрошує диск із офісом, це означає що надбудови на вашому комп'ютері немає і її слід додатково встановити.

2. Для обробки даних потрібно внести свої дані до листа електронної таблиці Microsoft Excel (для зручності краще вносити свої дані по стовпчиках, а не по строках наприклад: перший стовпчик вага, другий – ширина тощо).

**Увага:** потрібно свій масив вносити таким чином, щоб не було пустих клітин.

Таблиця 7.2 – Морфометричні характеристики яєць мисливського фазана

№ п/п	Великі яйця				Середні яйця			
	маса	довжина	ширина	ІФ	маса	довжина	ширина	ІФ
1	30,7	45,5	35,7	1,27	29,7	45,2	34,3	1,32
2	31,4	45,2	35,8	1,26	28,9	43,7	35,4	1,23
3	34,3	47,1	36,7	1,28	29,7	45,5	35,8	1,27
4	31,3	45,5	35,2	1,29	28,3	45,9	33,2	1,38
5	31,2	47,3	35	1,35	28,3	44,1	34,3	1,29
6	34,4	47	36,4	1,29	29	45,4	34,4	1,32
7	33,2	47,4	35,9	1,32	30,3	45,5	34,8	1,31
8	31,1	44,3	35,7	1,24	30,1	45,6	34,9	1,31
9	33,5	45,4	36,7	1,24	29,5	43,8	34,9	1,26
10	31	46	35,1	1,31	29,2	42,8	35,5	1,21
11	30,7	45	35,4	1,27	29,8	42,4	35,8	1,18
12	31,3	47,2	35,1	1,34	29	43,4	35	1,24
13	30,8	45,8	35	1,31	29,6	43,7	35,2	1,24
14	31,3	42,9	36,3	1,18	29,7	43,1	35,5	1,21
15	30,6	44,4	35,5	1,25	29,7	45,2	34,7	1,30
16	32,3	45,8	36	1,27	29,9	42,5	35,6	1,19
17	31,8	46,2	35,6	1,30	28,4	44,5	34,5	1,29
18	32,8	45,3	35,2	1,29	29,6	43,6	35,5	1,23
19	31,3	47,2	35,1	1,34	28,2	44,3	34,5	1,28
20	33,9	46,2	36,7	1,26	30,3	44,8	35,4	1,27
21	34,1	48,6	35,6	1,37	28,7	47,4	34,2	1,39
22	31,7	46	35,5	1,30	29,5	45,9	35	1,31
23	32,4	46,7	35,6	1,31	30,4	46	35	1,31
24	31,6	47,3	35,2	1,34	28,5	43,9	34,7	1,27
25	30,8	48	34,8	1,38	28,4	42,9	34,3	1,25
26	30,5	44,3	35,5	1,25	28,6	44	34,5	1,28
27	32,5	46,2	35,8	1,29	28	43,5	34,5	1,26
28	30,5	45,4	35,9	1,26	29,2	43,6	34,8	1,25
29	31,8	45,2	35,9	1,26	29	43,2	35,2	1,23
30	30,7	45	35,5	1,27	28,7	43,5	34,6	1,26

Таблиця 7.3 – Морфометричні показники малих яєць мисливського фазана

№ п/п	Малі яйця			
	маса	довжина	ширина	ІФ
1	27,3	43,8	33,7	1,30
2	28,3	42,8	34,9	1,23
3	28,2	47,3	33	1,43
4	28	44,2	34,6	1,28
5	27,8	42,2	34,8	1,21
6	28	41,9	35	1,20
7	27,4	42,6	34,4	1,24
8	27,6	42,9	34,6	1,24
9	27,6	42,1	34,8	1,21
10	28	43,9	34,5	1,27
11	27,6	44,5	33,7	1,32
12	27,4	41,1	34,7	1,18
13	26,2	43,8	33,2	1,32
14	28	44,5	34,8	1,28
15	28	44,9	34,9	1,29
16	27,1	42,5	34,1	1,25
17	27,6	43,5	34,2	1,27
18	28,3	44	34,6	1,27
19	27,1	45,6	32,4	1,41
20	26,9	43,2	33,8	1,28
21	27	43,9	33,9	1,29
22	28	42	34,8	1,21
23	27,5	41,7	34,4	1,21
24	26,7	43,9	33,4	1,31
25	27,5	43,2	34,3	1,26
26	28,1	44,8	34,1	1,31
27	28,2	45,2	34	1,33
28	27,7	43,8	34,2	1,28
29	26,7	42,4	33,9	1,25
30	28,4	44,4	34,4	1,29

Таблиця 7.4 – Морфометричні показники молодняка мисливського фазана

Добовий молодняк із великих яєць							
№ п/п	Маса	Довжина дзьоба	Довжина крила	Довжина цівки	Довжина хвоста	Довжина тіла	Розмах крил
1	21,4	8	25	23	12	96	105
2	19	7	23	25	14	87	97
3	23	9	23	22	11	92	95
4	21,9	9	24	22	11	86	95
5	20,8	9	23	21	11	87	97
6	21,9	8	27	23	11	88	102
7	21,5	9	23	22	11	92	104
8	22,4	8	24	22	11	90	98
9	21,7	9	23	22	12	97	99
10	22,7	9	26	21	12	92	98
11	21,4	8	23	22	12	95	95
12	24	9	25	22	12	94	104
13	21,6	8	23	22	9	95	90
14	22,4	8	23	21	7	93	95
15	21,3	8	23	22	13	94	95
16	22,1	9	22	20	10	85	95
17	21,9	9	24	21	140	96	100
18	21,2	9	21	20	9	85	89
19	20,9	8	20	20	10	90	97
20	20,9	9	15	20	10	87	88
21	20,7	8	22	21	9	90	92
22	19,1	9	22	21	11	89	107
23	19,8	7	21	20	12	91	100
24	22,8	8	23	22	11	93	110
25	20	9	24	22	12	92	115
26	19,8	8	23	22	11	85	100
27	20,5	8	21	21	10	85	93
28	21,1	8	21	20	10	87	95
29	19,9	7	21	21	10	87	97
30	19	8	20	21	10	98	93

Таблиця 7.5 – Морфометричні показники молодняка мисливського фазана

Добовий молодняк із середніх яєць							
№ п/п	Маса	Довжина дзьоба	Довжина крила	Довжина цівки	Довжина хвоста	Довжина тіла	Розмах крил
1	18,1	9	24	22	11	84	89
2	20,3	9	19	23	8	83	80
3	19,7	8	22	21	11	89	95
4	19,9	8	23	21	11	90	96
5	19,2	8	22	22	10	86	92
6	21,3	9	23	21	11	88	92
7	20,4	8	21	20	10	83	87
8	20	9	19	21	11	91	91
9	20,8	8	21	21	11	92	93
10	19,4	8	22	21	10	91	95
11	19,7	8	21	22	8	86	88
12	19,8	8	20	20	10	90	92
13	20,2	8	23	20	9	86	95
14	19,6	8	20	21	10	95	89
15	19,7	7	20	21	11	84	86
16	21,2	8	23	21	10	82	98
17	19,5	8	21	20	10	86	91
18	20	8	20	21	11	81	94
19	19	7	19	20	9	80	84
20	18,2	8	19	20	9	85	87
21	17,8	8	20	20	10	84	85
22	19,6	8	22	21	10	85	92
23	21	8	24	22	11	86	90
24	19,7	8	22	21	10	87	92
25	19,8	7	24	23	12	91	104
26	19,7	8	21	20	9	83	87
27	19,9	9	20	21	8	92	92
28	19,6	8	25	21	12	89	102
29	19,1	8	20	20	8	85	88
30	20,1	9	22	20	9	91	91

Таблиця 7.6 – Морфометричні показники молодняка мисливського фазана

Добовий молодняк із малих яєць							
№ п/п	Маса	Довжина дзьоба	Довжина крила	Довжина цівки	Довжина хвоста	Довжина тіла	Розмах крил
1	17,4	7	23	24	11	86	90
2	17,6	7	20	22	9	84	82
3	19,9	8	22	21	10	96	105
4	16	7	22	19	11	90	102
5	19,8	7	25	21	9	93	105
6	19	7	22	19	10	84	86
7	18,2	7	22	20	10	87	96
8	17,5	7	21	20	12	90	102
9	17,9	7	24	20	12	87	98
10	19,1	7	23	22	12	90	98
11	18,5	7	21	20	10	93	102
12	18,8	8	22	20	10	90	99
13	18,7	7	24	21	9	102	103
14	18,7	8	22	21	11	86	103
15	19	8	22	21	11	88	96
16	18	7	23	21	10	90	96
17	19,3	7	22	21	10	91	95
18	17,4	8	21	21	9	88	96
19	16,8	8	23	22	11	91	96
20	19,1	8	21	22	11	81	89
21	19,7	8	23	21	11	90	97
22	18,3	7	20	19	9	81	91
23	18,4	7	21	21	11	89	91
24	17,9	7	19	20	10	84	85
25	18,6	8	22	21	10	85	91
26	19,8	8	22	21	12	86	96
27	18,5	8	20	20	10	82	86
28	18,3	7	21	20	10	88	95
29	16,8	8	19	20	9	83	91
30	16,9	7	20	20	10	85	89



3. Знаходимо в строчці меню кнопку “сервіс” та натискаємо її, потім в кінці меню натискаємо кнопку “Пакет аналізу”. Після натискання з’являється меню “Аналіз даних”, після чого вибираємо “Описова статистика (описательная статистика)” та натискаємо ОК.

4. З’являється меню “Описова статистика”. В розділі «вхідні дані» вибираємо спосіб розрахунку нашого масиву даних, за стовпчиками чи строчками в залежності як набрані ваші дані, натискаємо з права квадрат з червоною стрілкою.

5. Після чого з’являється рядок “Описова статистика” а замість курсору в листку електронної таблиці об’ємний хрестик. Цим хрестиком виділяємо наш масив даних, що нас цікавить. В строчці “ Описова статистика” з’являються адресати нашого масиву, а саме адрес першої виділеної клітинки, та останньої. Потім знову в цій строчці натискаємо на квадрат з червоною стрілкою, та повертаємось до попереднього меню.

6. Після цього обираємо за описаним у пункті 5 алгоритмом вихідний інтервал, або новий робочий лист.

**Увага:** при натисканні кнопки вихідний інтервал треба на чистому полі, щоб він не перекривав ваш масив даних.

**Обов’язково** потрібно поставити галочку навпроти “Ітогова статистика” та рівень надійності виставити на 99%, після чого натиснути кнопку ОК. У обраних клітинах з’являться основні статистичні характеристики вашої вибірки.

Отримані дані статистики застосуйте для оцінки розподілу різних параметрів та проведіть порівняльний аналіз.

#### **Завдання № 4.** Кореляційний аналіз

За даними попереднього завдання проведіть кореляційний аналіз окремих параметрів. Для цього набрані в Microsoft Excel дані проаналізуйте за допомогою аналізу даних (інструмент «кореляція»).

#### **Завдання для самостійної роботи:**

1. Добова ритміка.
2. Сезонні явища в популяціях.
3. Пристосування організмів до циклічних явищ у природі.
4. Поняття про простпективний та конзекутивний спокій.

5. Якісні та кількісні фотоперіодичні реакції в природі та їх значення.

**Контрольні питання:**

1. Визначення популяції (географічна, екологічна), її ознаки.
2. Чисельність та щільність популяції.
3. Ареал популяції (типи, класи).
4. Експотенційна та логістична крива росту чисельності.
5. Уявлення про  $K$  та  $r$  стратегів.
6. Типи життєвих циклів.
7. Вікова структура популяції.
8. Статева структура популяції.
9. Біотичний потенціал популяції.
10. Характеристика розташувань особин популяції на певній території.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8**

**Тема:** Циклічні явища в популяціях.

**Мета:** Ознайомитися з динамікою добової активності в тварин та явищами фотоперіодизму.

**Обладнання та матеріали:** наочні матеріали, рослини різної життєвої форми (алоє, гібіскус, яблуня або інші рослини), флороглюцин, 25% розчин  $H_2SO_4$ , гліцерин, предметні скельця, фільтрувальний папір, секундомір, мікроскоп.

**Теоретичний мінімум:** Життєдіяльність всіх організмів на Землі має ритмічний характер. Природні ритми поділяються на внутрішні, які зумовлені циклічними змінами в навколишньому середовищі, та внутрішні, що пов'язанні з власною життєдіяльністю організмів. Зовнішні ритми мають геофізичну природу та викликані ритмікою руху Землі в солярній системі, що формують закономірні зміни найважливіших абіотичних факторів – температури, світового режиму, вологості тощо. Внутрішні ритми ґрунтуються на фізіологічних властивостях організму – робота серця, дихання, поділ клітин тощо. Послідовність фаз внутрішніх та зовнішніх ритмів, ритмічність поведінки організмів має часову залежність; тому час виступає одним із важливих екологічних факторів. Біологічний феномен

живих організмів мати чутливість до часу отримав назву «біологічних ритмів». *Біологічні ритми* – це чергування через рівні проміжки часу будь-яких біологічних явищ або певних біологічних процесів. Вони адаптивні, тобто це пристосування живих істот до регулярних геофізичних циклів різної тривалості. Виходячи з цього, виділяють добові ритми, сезонні та річні.

### ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Складіть схему різної динаміки добової активності, наведіть приклади тварин з різною добовою активністю, зробіть відповідні висновки.

**Завдання № 2.** Здійсніть аналіз явищ фотоперіодизму та його значення в природі. Заповніть таблицю 8.1 та зробіть відповідні висновки.

Таблиця 8.1 – Явища фотоперіодизму в природі

Тип фотоперіодичної реакції	Назва виду	Тип діапаузи	Екологічне значення
Довготривала			
Короткотривала			
Перехідна			
Двоступенева			

**Завдання № 3.** Використовуючи методику визначення лігніну в рослинних клітинах, зробіть висновок про ступінь готовності рослин до зимового періоду. Дослід зробіть на зрізах рослин різного віку та різних життєвих форм (алоє, гібікус, яблуня).

Отримані візуальні результати замалюйте та зазначте клітинні компоненти, які ви спостерігали при мікроскопії тимчасових препаратів.

*Принцип методу:* флороглюцин у кислому середовищі, реагуючи з лігніном, який знаходиться в рослинних клітинах, забарвлює клітину в рожевий колір.

Послідовність дій щодо проведення досліду:

Послідовність дій	Реактив	Кількість
1	Зробіть тимчасовий препарат зрізу дослідженої рослини	
2	Флороглюцин	1 капля
3	Експозиція 10 хвилин	
4	25% розчин $H_2SO_4$	1 капля
5	Експозиція 1 хвилина	
6	Залишки розчину видалити фільтрувальним папером	
7	Гліцерин	1 капля
8	Отриманий та профарбований препарат розглянути під мікроскопом	

**Завдання № 4.** Проведіть аналіз життєвих циклів. Проаналізуйте рисунок 8.1, наведіть приклади, зробіть висновок.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Наведіть приклади організмів із різною добовою активністю.
2. Надайте пояснення, чому існують міграції на далекі відстані.
3. Поясніть, у чому зміст розселення організмів.

**Контрольні питання:**

1. Добова ритміка та її причини.
2. Типи добової ритміки життєдіяльності.
3. Сезонні цикли.
4. Явище фотоперіодизму та його значення для живих організмів.
5. Консекутивний та проспективний спокій.
6. Фотоперіодичні реакції та їх типи.
7. Формування життєвих циклів.

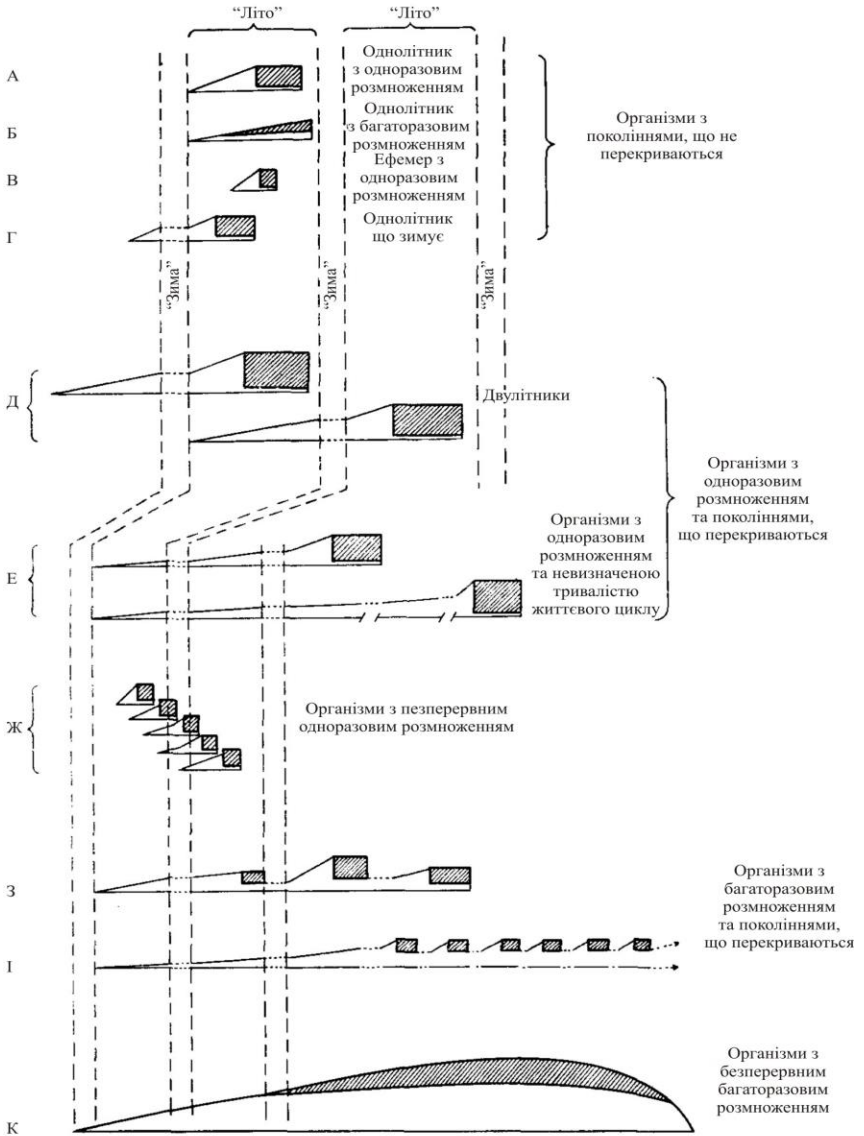


Рис. 8.1 – Типи життєвих циклів організмів.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

## Питання до модульного контролю № 1.

1. Екологія як наука, її зміст, завдання, об'єкти дослідження.
2. Зв'язок екології з іншими дисциплінами, сучасний розвиток.
3. Рівні організації життя.
4. Поняття про життєві форми (біоморфи).
5. Уявлення про популяцію.
6. Найважливіші характеристики популяції.
7. Ареал та його складові.
8. Чисельність популяції, її залежність від різних факторів.
9. Типи динаміки чисельності.
10. Статеві-вікова структура популяції.
11. Уявлення про вид.
12. Закон мінімуму Лібіха та закон толерантності Шелфорда.
13. Уявлення про екологічні фактори, їх класифікація.
14. Абіотичні фактори, особливості їх дії на живі організми.
15. Температура та її характеристика.
16. Світло та його значення для організмів.
17. Класифікація організмів за їх відношенням до різних абіотичних факторів.
18. Добові ритми активності організмів.
19. Сезонні явища в житті організмів.
20. Фотоперіодичні реакції та їх типи.
21. Конзекутивний та проспективний спокій.
22. Їжа як біотичний фактор.
23. Типи живлення організмів.
24. Продуценти та їх значення для екосистем.
25. Консументи та їх екологічна роль.
26. Редуценти та їх екологічна роль.
27. Поживна спеціалізація різних видів.
28. Конкурентні взаємовідносини.
29. Особливості внутрішньовидової та міжвидової конкуренції.
30. Хижацтво та взаємовідносини типу "хижак-жертва".
31. Явища паразитизму.
32. Антропогенні фактори та специфіка їх дії.
33. Уявлення про ГДК, ГДВ. Ксенобіотики.

**Рішення задач**

Приклади.

**Задача 1.**

Розрахуйте автомобільне навантаження на вулиці при інтенсивності руху 25 легкових та 4 вантажних автомобілів за 15 хвилин.

*Рішення:*

I. 29 авт. за 15 хв.

 $X$  авт. за 60 хв.

$$X = (29 \times 60) / 15$$

$$X = 116 \text{ авт. за годину}$$

116 авт. за 1 год.

II.  $X$  авт. за 24 год.

$$X = (116 \times 24) / 1$$

$$X = 2784 \text{ авт. за добу}$$

Сумарна оцінка завантаження вулиці автотранспортом:

- низька – інтенсивність руху 2,7-7,6 тис. авт. за добу
- середня – інтенсивність руху 7,7-17 тис. авт. за добу
- висока – інтенсивність руху 18-27 тис. авт. за добу

*Відповідь:* Сумарна оцінка завантаження вулиці автотранспортом дорівнює 2784 автомобілів за добу, тобто ми її можемо вважати низькою.

**Задача 2.**

Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності популяції жертв із постійним виданням хижаків в 10% та періодичними змінами приросту популяції від 30% до 5% при перевищенні чисельності 1000 особин.

*Рішення.*

I. Популяція складається з 1000 особин, 10% постійно видають хижаки, тому вона складає:

$$1000 - (1000/10) = 900 \text{ особин}$$

II. Зміни приросту:

$$900 \text{ осіб} - 100\%$$

$$X \text{ осіб} - 30\%$$

$$X = (900 \times 30) / 100$$

$$X = 270 \text{ осіб}$$

$$\text{III. } 900 + 270 = 1170 \text{ особин}$$

IV. 1170 осіб – 100%

$X$  осіб – 10%

$$X = (1170 \times 10) / 100$$

$$X = 117 \text{ осіб}$$

V. 1170-117= 1053 особини

VI. 1053 осіб – 100%

$X$  осіб – 5 %

$$X = (1053 \times 5) / 100$$

$$X = 53 \text{ осіб}$$

VII. 1053+53=1106 особин.

*Відповідь:* Орієнтовна динаміка чисельності популяції жертв коливатиметься близько 1000 особин, через що ми можемо вважати її відносно стабільною.

### **Задача 3.**

Розрахуйте орієнтовану динаміку чисельності популяцій хижаків із постійним приростом у 20% та змінами смертності від 10% до 35% при перевищенні чисельності в 1000 особин.

*Рішення.*

I. Популяція складається:

1000 – 100%

$X$  осіб – 20%

$$X = (1000 \times 20) / 100$$

$$X = 200 \text{ особин}$$

1000 + 200 = 1200 особин

II. 1200 – 100%

$X$  осіб – 10%

$$X = (1200 \times 10) / 100$$

$$X = 120 \text{ особин}$$

III. 1200-120=1080 особин

IV. 1200 осіб – 100%

$X$  осіб – 35%

$$X = (1200 \times 35) / 100$$

$$X = 420 \text{ осіб}$$

V. 1200 – 420 = 780 особин

*Відповідь:* Орієнтовна динаміка чисельності популяцій хижаків коливається від 780 особин до 1080 особин і вона буде більш-менш стабільною.



**Задача 4.**

Розрахуйте тривалість розвитку комах, ефективна кількість температур якої становить 85 градусодіб, температурний поріг – 15°C, а середньодобові температури - 22°C.

Дано:

$E_{\text{к-ть } t} = 85$  градусодіб

$t_{\text{поріг}} = 15^\circ\text{C}$

$t_{\text{середньодобова}} = 22^\circ\text{C}$

Тривалість розвитку  
комахи - ?

1. Знаходимо різницю середньодобової температури та температурного порогу:  
 $22 - 15 = 7^\circ\text{C}$

2. Тривалість розвитку комахи:

$$\frac{85}{7} = 12 \text{ діб}$$

**Відповідь:** Тривалість розвитку комахи складає 12 діб.

**Задача 5.** За табличними даними визначте індекс забрудненості атмосфери (ІЗА) та сумарний індекс забруднення атмосферного повітря (СІЗА), а також зробіть оцінку якості атмосферного повітря за цими показниками. Відомо, що всі вони мають ефект сумачії.

Інгредієнт	Клас безпеки	ГДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>сд</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Середня концентрація в повітрі (С), мг/м <sup>3</sup>
СО	4	5,0	3,0	5,0
NO <sub>2</sub>	2	0,085	0,04	0,63
SO <sub>2</sub>	3	0,05	0,5	1,0
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ОН	2	0,01	0,003	0,05

*Рішення.*

ІЗА розраховують як суму нормованих за  $ГДК_{сд}$  і середнього вмісту різних шкідливих речовин:

$$ІЗА = \sum_{s=1}^n \left( \frac{C}{ГДК_{сд}} \right)^{a_i}$$

де:  $C$  – середня концентрація в повітрі  $i$ -ої речовини;  
 $ГДК_{сд}$  – середньодобова гранично допустима концентрація для  $i$ -ої речовини;  
 $a_i$  – безрозмірна константа приведення ступеня

шкідливості  $i$ -ої речовини, яка залежить від класу небезпечності забруднюючої речовини:

Класи небезпечності	1	2	3	4
Константа ( $a_i$ )	1,7	1,3	1,0	0,9

У залежності від значення ІЗА рівень забруднення повітря визначається за таблицею:

Рівень забруднення атмосферного повітря	Значення ІЗА
Низький	$\leq 5$
Підвищений	5 – 7
Високий	7 – 14
Дуже високий	$\geq 14$

У випадку присутності в атмосферному повітрі декількох забруднюючих речовин, які мають здатність до сумарної дії їх сумарно допустима концентрація повинна відповідати умові:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1$$

де:  $C_1, C_2, C_n$  – фактичні концентрації речовин у атмосферному повітрі, при одночасному відборі проб у одній місцевості,  $мг/м^3$ ;  $ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$  – гранично допустимі концентрації цих речовин у атмосферному повітрі,  $мг/м^3$ .

За  $ГДК_{сл}$ :

$$^2\zeta\dot{A} = \left(\frac{0,63}{0,04}\right)^{1,3} + \left(\frac{0,05}{0,003}\right)^{1,3} = 74,77 - \text{речовини II класу}$$

$$I\dot{A} = \left(\frac{5,0}{3,0}\right)^{0,9} = 1,6 - \text{речовини IV класу}$$

$$ІЗА = \left( \frac{1,0}{0,5} \right)^1 = 2 - \text{речовини III класу}$$

$$СІЗА = 74,77 + 1,6 + 2 = 78,37$$

За сумарним показником ГДК<sub>мр</sub>:

$$\frac{5,0}{5,0} + \frac{0,63}{0,085} + \frac{1,0}{0,05} + \frac{0,05}{0,01} = 28,4$$

За сумарним показником ГДК<sub>сд</sub>:

$$\frac{5,0}{3,0} + \frac{0,63}{0,04} + \frac{1,0}{0,5} + \frac{0,05}{0,003} = 36,0$$

*Відповідь:* Сумарна допустима концентрація речовин у повітрі не відповідає умовам та вважається недопустимою. ІЗА має дуже високий рівень.

### Задачі для вирішення:

1. Розрахуйте тривалість розвитку комахи, ефективна кількість температур якої становить 63 градусодіб, температурний поріг - 9°C, а середньодобові температури - 13°C та зростають кожного дня на 1°C.

2. Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності хижаків із постійним приростом 13% та коливання смертності від 10% до 27% при перевищенні чисельності в 394 особин.

3. Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності популяції жертв із постійним виїданням хижаками 11% та періодичними змінами приросту популяції від 25% до 3% при перевищенні чисельності в 213 особин.

4. Розрахуйте тривалість розвитку комахи, ефективна кількість температур якої становить 60 градусодіб, температурний поріг - 13°C, а середньодобові температури - 21°C.

5. Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності хижаків із постійним приростом 17% та коливання смертності від 3% до 29% при перевищенні чисельності в 315 особин.

6. Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності популяції жертв із постійним виїданням хижаками 9% та періодичними змінами приросту популяції від 39% до 4% при перевищенні чисельності в 344 особин.

7. Розрахуйте тривалість розвитку комахи, ефективна кількість температур якої становить 60 градусодіб, температурний поріг – 12°C, а середньодобові температури – 17°C в перші дві доби та 20°C у подальшому.

8. Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності хижаків із постійним приростом 20% та коливання смертності від 5% до 30% при перевищенні чисельності в 310 особин.

9. Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності популяції жертв із постійним виїданням хижаками 8% та періодичними змінами приросту популяції від 35% до 5% при перевищенні чисельності в 200 особин.

10. Розрахуйте тривалість розвитку комахи, ефективна кількість температур якої становить 72 градусодіб, температурний поріг – 15°C, а середньодобові температури - 21°C.

11. Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності хижаків із постійним приростом 24% та коливанням смертності від 15% до 29% при перевищенні чисельності в 398 особин.

12. Розрахуйте орієнтовну динаміку чисельності популяції жертв із постійним виїданням хижаків 9% та періодичними змінами приросту популяції від 29% до 7% при перевищенні чисельності в 255 особин.

13. Надайте оцінку ефективності використання біологічного методу боротьби зі шкідником, якщо його хижак знищує близько 30% популяції, а приріст становить 20% у випадку чисельності на рівні 1000 і більше особин, та 50% - при чисельності менше 100 особин.

14. Розрахуйте автомобільне навантаження на вулиці при інтенсивності руху 12 легкових та 10 вантажних автомобілів за 20 хвилин.

15. Розрахуйте автомобільне навантаження на вулиці при інтенсивності руху 24 легкових та 4 вантажних автомобілів за 15 хвилин.

16. Розрахуйте автомобільне навантаження на вулиці при інтенсивності руху 12 легкових та 1 вантажних автомобілів за 10 хвилин.

17. За табличними даними визначте індекс забрудненості атмосфери (ІЗА) та сумарний індекс забруднення атмосферного повітря (СІЗА), а також зробіть оцінку якості атмосферного повітря за цими показниками. Відомо, що аміак та сірководень мають ефект сумації.

Інгредієнт	Клас небезпеки	ГДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>сд</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Середня концентрація в повітрі (С), мг/м <sup>3</sup>
Аміак	4	0,2	0,04	0,08
Фенол	2	0,01	0,003	0,016
Сірководень	2	0,008	-	0,012
SO <sub>2</sub>	3	0,05	0,5	0,01

18. За табличними даними визначте індекс забрудненості атмосфери (ІЗА) та сумарний індекс забруднення атмосферного повітря (СІЗА), а також зробіть оцінку якості атмосферного повітря за цими показниками. Відомо, що оксид вуглецю та діоксид азоту, озон та діоксид азоту мають ефект сумації.

Інгредієнт	Клас небезпеки	ГДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>сд</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Середня концентрація в повітрі (С), мг/м <sup>3</sup>
СО	4	5,0	3,0	1,0
NO <sub>2</sub>	2	0,085	0,04	0,03
Пропілен	3	3	3	1
Озон	1	0,16	0,03	0,09

19. За табличними даними визначте індекс забрудненості атмосфери (ІЗА) та сумарний індекс забруднення атмосферного повітря (СІЗА), а також зробіть оцінку якості атмосферного

повітря за цими показниками. Відомо, що бензол та циклогексан мають ефект сумачії.

Інгредієнт	Клас небезпеки	ГДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>сд</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Середня концентрація в повітрі (С), мг/м <sup>3</sup>
Бензол	2	1,5	0,1	0,13
Ацетон	4	0,35	0,35	0,52
Оксид азоту	3	0,4	0,06	0,03
Сульфат цинку	2	-	0,008	0,003
Циклогексан	4	1,4	1,4	0,86

20. За табличними даними визначте індекс забрудненості атмосфери (ІЗА) та сумарний індекс забруднення атмосферного повітря (СІЗА), а також зробіть оцінку якості атмосферного повітря за цими показниками. Відомо, що діоксид азоту та діоксид сірки мають ефект сумачії.

Інгредієнт	Клас небезпеки	ГДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>сд</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Середня концентрація в повітрі (С), мг/м <sup>3</sup>
Сульфат цинку	2	-	0,008	0,006
NO <sub>2</sub>	2	0,085	0,04	0,03
Оксид магнію	3	0,4	0,05	0,36
Діоксид сірки	3	0,05	0,5	0,07

## Модуль II «БІОЦЕНОЛОГІЯ ТА ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ»

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

**Тема:** Організація екосистем.

**Мета:** Дослідити структуру екосистем, ознайомитися з екосистемами різних рівнів організації.

**Обладнання та матеріали:** наочні матеріали, роздатковий матеріал.

**Теоретичний мінімум:** *Екосистеми* – це єдиний природний або природно-антропогенний комплекс (функціональне ціле), утворений живими організмами та середовищем їх існування, в якому екологічні компоненти з'єднані між собою причинно-наслідковими зв'язками, обміном речовин та розподілом потоку енергії. Виділяють мікроекосистеми (наприклад, стовбур гниючого дерева тощо), мезоекосистеми (ліс, ставок тощо) та макроекосистеми (океан, континент тощо). Екосистеми виступають основними структурними блоками біосфери. Екосистема є безрозмірним поняттям, яке не має фіксованих меж на території. Між різними екосистемами існують перехідні зони – *екотони*. Екосистеми можуть бути стійкими, з характерними особливостями упродовж тривалого часу, та короткочасними.

Найбільш важливою ознакою екосистем є їх формування з живих організмів, які мають різні типи живлення. Для характеристики екосистем використовують певний набір ознак: 1) видовий склад живих організмів, типовий для певної екосистеми; 2) співвідношення організмів з різними типами живлення; 3) обсяги первинної та вторинної продукції в екосистемі; 4) інтенсивність потоку енергії та швидкість кругообігу речовин; 5) особливості абіотичних умов та стан ресурсів. Між організмами екосистеми утворюється кругообіг речовин. Біотичну та небіотичну частини екосистеми пов'язує безперервний обмін матеріалом та енергією.

У кожній екосистемі можна виділити наступні компоненти: 1) неорганічні речовини; 2) органічні речовини; 3) кліматичні умови; 4) продуценти; 5) консументи; 6) редуценти. Перші три компоненти є неживими, а інші складають біомасу екосистеми.

Структуру екосистеми складають три рівні трансформації енергії (продуценти, консументи та редуценти) й два кругообіги – твердих і газоподібних речовин.

Живі компоненти екосистем складають біоценоз (угруповання). В структурі біоценозу прийнято розрізняти три компоненти: 1) видовий; 2) трофічний; 3) просторовий. Залежно від систематичного складу організмів, біоценози поділяють на: 1) фітоценози; 2) зооценози; 3) мікробіоценози.

Цілісність біоценозу зумовлюється кількома механізмами, з яких найважливіші два: 1) добір видів у будь-який біоценоз здійснюється на основі спільних екологічних вимог організмів до середовища; 2) вироблення в тварин і рослин адаптацій до спільного існування, що зумовлює взаємозалежність різних видів.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Скласти структурну схему екосистеми, запропонованої викладачем, показати взаємозв'язок між її основними компонентами.

**Завдання № 2.** Порівняйте характерні особливості двох різних екосистем. Заповніть таблицю 10.1.

Таблиця 10.1 – Порівняльна характеристика різних екосистем

Ознаки екосистеми	Екосистема 1 ----- (назва)	Екосистема 2 ----- (назва)
Абіотичні умови		
Субстрат (Грунт)		
Фітоценоз		
Зооценоз		
Мікробіоценоз		



**Завдання № 3.** Проаналізуйте особливості існування окремих видів організмів, визначте їх екологічне значення. Заповнить таблицю 10.2.

Таблиця 10.2 – Значення окремих організмів у функціонуванні екосистем

Види організмів	Ресурси	Продукти життєдіяльності	Екологічне значення
1.			
2.			
3.			

**Завдання № 4.**

Розгляньте запропоновані рисунки. Проаналізуйте та запишіть пояснення. У разі необхідності, складіть екологічні піраміди.



А.



Б.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Зміни енергії в екосистемах.
2. Поживні ланцюги.
3. Трофічна структура екосистем.

**Контрольні питання:**

1. Визначення екосистем.
2. Поняття біогеоценоз.
3. Ознаки екосистем

4. Структура екосистем
5. Компоненти екосистем.
6. Гомеостаз екосистем.
7. Гомеостатичне плато.
8. Рівні організації та особливості функціонування екосистем, приклади.

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

**Тема:** Енергетика екосистем.

**Мета:** З'ясувати особливості енергетичного балансу екосистем різних рівнів організації.

**Обладнання та матеріали:** таблиці, схеми, рисунки, роздатковий матеріал.

**Теоретичний мінімум:** *Енергія* – це кількісна міра руху та взаємодії будь-яких видів матерії, завдяки чому пов'язуються всі явища природи між собою. Зміни енергії відбуваються внаслідок здійснення роботи.

Згідно *першого закону термодинаміки*, енергія не може виникати з нічого та зникати, а лише переходить з одного стану до іншого, при чому кількість енергії залишається постійною. Згідно *другого закону термодинаміки*, певна частина енергії завжди розсіюється у вигляді тепла. Загальний потік енергії складається з сонячного випромінювання та теплового випромінювання найближчих тіл, з якого для фотосинтезу використовується лише невелика частина сонячного випромінювання.

*Первинна продукція екосистеми* визначається як швидкість, із якою енергія сонця використовується продуцентами для фотосинтезу, накопичуючись у вигляді хімічних зв'язків органічних речовин.

В процесі утворення органічної речовини виділяють чотири рівня: 1) валова первинна продуктивність; 2) чиста первинна продуктивність; 3) вторинна продуктивність; 4) чиста продуктивність спільноти.

Представники різних трофічних рівнів пов'язані між собою однобічно спрямованим передаванням органічних речовин у поживних ланцюгах. При кожному переході на наступний

трофічний рівень частина доступної енергії не сприймається, частина віддається у вигляді тепла, а частина витрачається на процес дихання. Це супроводжується щоразу зменшенням загальної енергії в кілька разів. Наслідком цієї закономірності стає обмеженість довжини поживних ланцюгів. Чим коротший ланцюг та чим ближчий організм до її початку, тим більшим є доступ енергії.

*Поживні ланцюги* можна поділити на два основних типи: *пасовищний та детритний*, які представлені в екосистемах переважно разом. Внаслідок залежності метаболізму від розміру особин та розсіювання енергії в поживних ланцюгах кожна спільнота набуває специфічної трофічної структури, яка може визначатися кількістю особин на кожному трофічному рівні, або врожаєм на одиницю площі, або кількістю енергії тощо.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання №1** Розгляньте схему (рис. 11.1), проаналізуйте переміщення енергії між різними компонентами екосистеми. Зробіть висновки, щодо значення різних компонентів екосистеми для формування її енергетичного балансу.

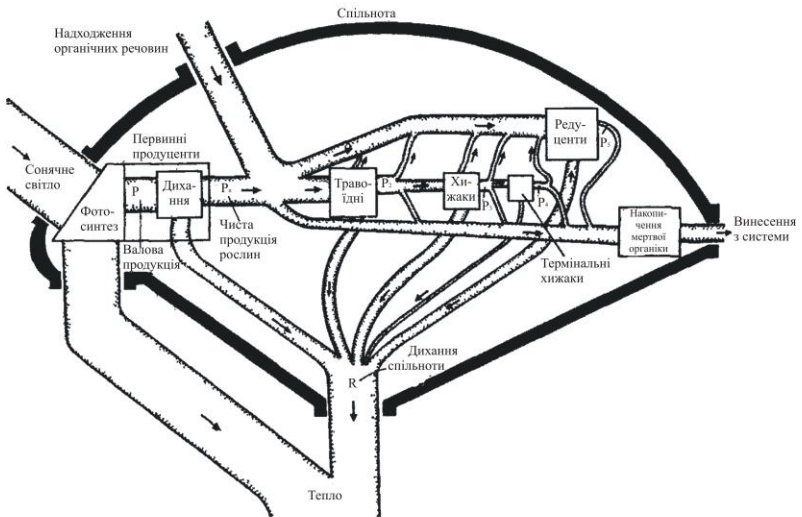


Рис. 11.1 – Динаміка потоку енергії в спільноті.

**Завдання № 2.** Проаналізуйте таблицю 11.1. розрахуйте відношення між показниками продукції різних типів екосистем. Зробіть висновок про залежність наявності та обсягів врожаю від особливостей організації відповідних екосистем.

Таблиця 11.1 – Річна продукція та дихання в ккал/(м<sup>2</sup>·рік) у стійких екосистемах та екосистемах, що розвиваються.

Екосис-теми / Про-дукція	Поле люцерни	Молоді посадки сосен	Дубово-сосновий ліс середнього віку	Великий струмок	Спілий дощовий ліс	Прибережний пролив
Валова первина продукція ( <i>GPP</i> )	24 400	12 200	11 500	20 800	45 000	5 700
Автотрофне дихання ( <i>R<sub>A</sub></i> )	9 200	4 700	6 400	12 000	32 000	3 200
Чиста первинна продукція ( <i>NPP</i> )	15 200	7 500	5 000	8 800	13 000	2 500
Гетеротрофне дихання ( <i>R<sub>H</sub></i> )	800	4 600	3 000	6 800	13 000	2 500
Чиста продукція спільноти ( <i>NCP</i> )	14 400	2 900	2 000	2 000	Дуже мала чи відсутня	Дуже мала чи відсутня
Співвідношення <i>NPP/GPP</i> (у %)						
Співвідношення <i>NCP/GPP</i> (у %)						

**Завдання № 3** Розгляньте та проаналізуйте рис. 11.2. Поясніть чому саме лігораль (зона припливу-відливу) має

найбільш високу первинну продуктивність. Поясніть особливості розподілу первинної продукції в екосистемах.

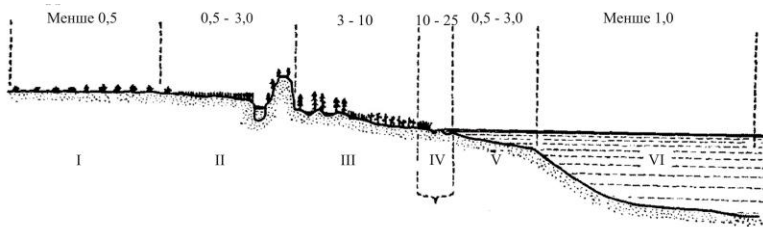


Рис. 11.2 – Світовий розподіл первинної продуктивності (в тисячах кілокалорій на 1 м<sup>2</sup>): I – пустеля; II – степ, гірські ліси; III – вологі ліси, мілкі озера, вологі степи, сільгоспугіддя; IV – деякі естуарії, коралові рифи; V – води континентального шельфу; VI – океанічна частина.

#### Завдання № 4

Визначте обсяги продукції та деструкцію органічної речовини безхребетними донного угруповання, використовуючи фізіологічний метод. Зробіть екологічну оцінку стану екосистеми за продукційно-деструкційним процесом донного угруповання безхребетних  $\left(\frac{P_{\text{угруп.}}}{R_{\text{угруп.}}}\right)$ .

#### Схема виконання:

Для розрахунку обсягів продукції угруповання макрозообентосу фізіологічним методом необхідно знати обсяги продукції консументів першого порядку, продукції консументів другого порядку і раціон консументів другого порядку (табл. 12.2). Розрахуйте продукцію угруповання, запропонованою викладачем за формулою.

$$P_{\text{угруп.}} = (P_1 + P_2) - C_2 = (P_1 + P_2) - \frac{R_2 + P_2}{U} \quad (11.1)$$

де  $P_1$  – продукція консументів першого порядку;

$P_2$  – продукція консументів другого порядку;

$C_2$  – раціон консументів другого порядку;

$U$  – ступені засвоєння їжі консументами другого порядку (для більшості хижих безхребетних макрозообентосу дорівнює 0,8).

Обсяги продукції консументів першого і другого порядків розраховують за формулами:

$$P_1 = \frac{R_1 \cdot K_i}{1 - K_i} \quad (11.2)$$

$$P_2 = \frac{R_2 \cdot K_i}{1 - K_i} \quad (11.3)$$

де  $R_1$  – витрати на енергетичний обмін консументів першого порядку;

$R_2$  – витрати на енергетичний обмін консументів другого порядку;

$K_i$  – коефіцієнт використання асимільованої їжі консументами на процеси росту (табл. 11.2).

Витрати на енергетичний обмін у кожного  $i$ -го виду донних тварин розраховуються за рівняннями споживання кисню тваринами під час дихання в залежності від маси тіла за формулою 11.4, що включає оксикалорійні та інші коефіцієнти:

$$R_i = \frac{81,6 \cdot a_i \cdot N_i \cdot \left(\frac{B_i}{N_i}\right)^{K_i}}{1000 \cdot E_i} \quad (11.4)$$

де  $N_i$ , та  $B_i$  – чисельність та біомаса  $i$ -го виду гідробіонтів;

$a_i$  та  $K_i$  – коефіцієнт рівняння енергетичного обміну для певної групи тварин (табл. 11.2);

$E_i$  – температурна поправка, що відображає швидкість зміни енергетичного обміну за рівнянням Вант-Гоффа:

$$E_i = 2,25 \cdot \frac{(20 - t)}{10};$$

де  $t$  – температура води у придонному шарі води під час відбору проби.

Таблиця 11.2 – Параметри рівнянь енергетичного обміну безхребетних макрозообентосу

Групи	$a_i$ , мг $O_2$ / год	$K_i$	Літературне джерело
<i>Chironomidae</i> (комари-дзвінці)	0,190	0,50	Балушкіна, 1987
<i>Oligochaeta</i> (черв'яки)	0,005	0,25	Камлюк, 1974
<i>Crustacea</i> (ракоподібні)	0,125	0,40	Сушня, 1972
<i>Dreissenidae</i> (двостулкові молюски)	0,040	0,40	Харченко, Зорина-Сахарова, 2000
<i>Unionidae</i> (двостулкові молюски)	0,070	0,40	Алимов, 1981
<i>Gastropoda</i> (черевоні молюски)	0,120	0,24	Методика <span style="float: right;">изучения</span> биогеоценозов..., 1975
<i>Hirudinea</i> (п'явки)	0,150	0,30	Камлюк, 1974
<i>Trichoptera</i> (волохокрильці)	0,263	0,33	Голубков, 1986
<i>Ephemeroptera</i> (одноденки)	0,235	0,55	-/-
<i>Odonata</i> (бабки)	0,159	0,63	Фауна и экология стрекоз, 1989

В угрупованнях макрозообентосу досліджуваних водойм необхідно визначити витрати на обмін та продукцію окремих таксономічних груп, які належать до консументів першого та другого порядків. До консументів другого порядку в досліджених донних угрупованнях належать личинки волохокрильців, одноденок, п'явки.

Таблиця 11.3 – Характеристики угруповань макрозообентосу Каховського водосховища.

Види	Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3		Варіант 4	
	N екз/ м <sup>2</sup>	B екз/ м <sup>2</sup>	N екз/ м <sup>2</sup>	B екз/ м <sup>2</sup>	N екз/ м <sup>2</sup>	B екз/ м <sup>2</sup>	N екз/ м <sup>2</sup>	B екз/ м <sup>2</sup>
<i>Chironomus plumosus</i>	100	16,8	120	18,3	150	24,3	130	19,4
<i>Trichoptera sp.</i>	80	25,7	90	26,9	60	21,9	70	22,6
<i>Asellus aguaticus</i>	200	14,3	180	12,6	170	11,2	220	16,7
<i>Cloeon dipterum</i>	150	18,2	120	15,3	140	16,8	130	16,1
<i>Hirudinea sp.</i>	55	23,6	40	21,5	30	17,1	60	24,6

#### Завдання для самостійної роботи:

1. Загальні уявлення про біотичну спільноту.
2. Внутрішня організація біотичної спільноти.
3. Видове різноманіття.

#### Контрольні питання:

1. Надайте характеристику продуцентам, консументам та редуцентам, наведіть приклади.
2. Що розуміють під первинною продукцією біоценозу?
3. Що розуміють під вторинною продукцією біоценозу?
4. Надайте порівняльну характеристику пасовищному та детритному поживним ланцюгам на конкретних прикладах.
5. Особливості потоку енергії в екосистемі.
6. Роль продуцентів в екосистемі.
7. Характеристика синьо-зелених водоростей, як продуцентів.
8. Назвіть основні анатомічні особливості пристосування рослин до різних умов освітлення.
9. Що зумовлює процес «цвітіння» води у водоймі?



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

**Тема:** Біотична спільнота.

**Мета:** Вивчити структуру та особливості функціонування біотичної спільноти різних екосистем.

**Обладнання та матеріали:** колби, предметні та покривні скельця, мікроскоп, ґрунтові витяжки, калькулятор.

**Теоретичний мінімум:** *Біотична спільнота* – це будь-яка сукупність популяцій, що населяють певну територію (біотоп). Вона постійно змінює зовнішній вигляд, але має особисті структуру та функції. Структура спільноти складається з кількох показників: *рясність*; *частота*; *постійність*. Залежно від цієї величини виділяють: постійні, додаткові та випадкові види. *Домінування* – здатність виду займати в екосистемі вирішальне положення та здійснювати вплив на поширення в ній енергії. *Домінанти* – це ті види, які мають найбільшу продуктивність на своєму трофічному рівні. *Вірність* – ступінь прив'язаності видів до екосистеми. Розрізняють: 1) характерні; 2) преферентні; 3) сторонні; 4) індиферентні види. *Видове різноманіття* – може бути трофічного рівня, або спільноти в цілому. Визначають в першу чергу малочисельні, рідкісні види. Залежність між кількістю видів та їх чисельністю є зворотною. Видове різноманіття складається з двох компонентів. Перший – видове багатство (компонент багатоманіття) і визначається відношенням загальної кількості видів до загальної кількості особин. Другий компонент – вирівненість розподілу особин між видами.

Функціонування спільноти та її стабільність залежать не лише від видового різноманіття, але й від популяційних зв'язків, розподілу особин в просторі та характеру взаємовідносин з довкіллям. Ці поняття складають уявлення про внутрішню організацію спільноти.

### ХІД РОБОТИ

**Завдання №1.** Зробити тимчасовий препарат із витяжки різних ґрунтів, розглянути під мікроскопом та замалювати найбільш масових організмів. Проаналізувати дані та занести до таблиці 12.1, зробити висновки.

Таблиця 12.1 – Відмінності видового складу організмів різних ґрунтів.

№ п/п	Назва організму	Піщаний ґрунт	Глинистий ґрунт	Чорноземний ґрунт

**Завдання № 2** Використовуючи таблиці 12.2, 12.3 та формули для розрахунку індексів, розрахуйте видове різноманіття для запропонованої екосистеми.

Формули для розрахунку індексів.

Індекс різноманіття Сімпсона:

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2}, \quad (12.1)$$

де S – загальна кількість видів у вибірці;

$P_i$  – доля і-го виду.

Таблиця 12.2 – Видове різноманіття досліджених екосистем

№ варіанта	N(заг.)	N (видів)						
		1	2	3	4	5	6	7
1	150	12	17	23	9	48	7	34
2	308	47	35	41	50	47	40	48
3	937	135	125	70	199	145	134	129
4	536	80	95	57	77	75	59	93
5	467	90	42	63	39	79	101	55
6	634	122	62	95	103	98	84	70
7	289	90	35	25	40	13	42	44
8	315	31	29	60	59	46	41	49
9	124	12	18	15	20	21	22	16
10	786	75	89	113	129	119	131	130
12	1002	235	90	115	112	209	122	119
13	891	112	124	135	140	120	125	135

Індекс різноманіття Шеннона:

$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \lg P_i \quad (12.2)$$

Другий компонент – вирівняність розподілу особин між видами. Для вказаних індексів її визначають за формулами:

Для індексу Сімпсона

$$E = \frac{D}{D_{\max}} = \frac{1}{S \sum_{i=1}^S P_i^2} \quad (12.3)$$

Для індексу Шеннона:

$$J = \frac{\sum_{i=1}^S P_i \lg P_i}{\lg S}; \quad (12.4)$$

Таблиця 12.3 – Переведення значень логарифмів для отримання показників індексу видового різноманіття (H) в бітах

Основа логарифму, який використовується	Одиниці вимірювання	Коефіцієнт перекладу значень логарифмів для отримання показників H в бітах
2 ( $\log_2$ )	Binary digit, bit, біт	—
10 ( $\lg$ )	Decimal digit, decit, деціт	3,3219
e ( $\ln$ )	Natural bel, nat, nit, ніт	1,4426

### Завдання для самостійної роботи:

1. Визначення «сукцесії».
2. Види сукцесії.
3. Клімаксові явища.

### Контрольні питання:

1. Уявлення про біотичну спільноту.
2. Принцип Раменського-Глізона.

3. Показники структури спільноти.
4. Уявлення про домінування видів.
5. Правило Уолеса.
6. Вірність видів.
7. Видове різноманіття та методи його визначення.
8. Внутрішня організація спільноти.
9. Як за допомогою індексів біологічного різноманіття можливо проводити індикаційні дослідження якості оточуючого середовища?
10. Яка роль біорізноманіття у функціональній стабільності та еволюції екосистем?

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13

**Тема:** Явище сукцесії та клімаксу в екосистемах, кругообіг речовин у природі.

**Мета:** З'ясувати особливості здійснення екологічних сукцесій та кругообігів речовин, а також антропогенного впливу на них.

**Обладнання та матеріали:** колби, предметні та покривні скельця, мікроскоп, калькулятор, настої сіна.

**Теоретичний мінімум:** Однією з основних властивостей екосистем є їх динамізм. Зміни екосистем можуть відбуватись залежно від природи впливу автогенно та алогогенно. *Алогенні зміни* зумовлені впливом певних чинників ззовні (переважно кліматичні та геологічні фактори). *Автогенні зміни* зумовлені впливом процесів, які відбуваються в середині екосистем. Але, в більшості випадків майже неможливо відокремити вплив зовнішніх та внутрішніх факторів. Автогенні зміни називають розвитком екосистеми, або екологічною сукцесією, яка має наступні особливості: 1) відбувається під впливом біотичного компоненту екосистеми (спільноти); 2) сукцесія – упорядкований розвиток екосистеми, пов'язаний з певними змінами видової структури та процесів; 3) кульмінацією сукцесії є формування стабілізованої екосистеми з максимальними біомасою та кількістю міжвидових взаємовідносин.

Згідно з розвитком сукцесії, відбувається врівноваження дихання та продуктивності, наслідком чого стає зростання в

зрілих екосистемах кількості біомаси та падіння врожаю за річний цикл навіть до нуля. Важливою тенденцією сукцесій є намагання замкнення біогеохімічних кругообігів основних елементів (азот, фосфор, кальцій) – зрілі системи краще зберігають ці компоненти в обмінному фонді. При забрудненні або інших стресових впливах відбуваються зворотні зміни екосистем – збіднення видового складу в усіх ланках поживних ланцюгів, домінування невеликої кількості стійких до негативного впливу видів, зменшення загальної біомаси тощо. *Первинною сукцесією* називають розвиток певної екосистеми на ділянці, раніше не зайнятій будь-якою спільнотою (океанічні острови, лава тощо). *Вторинною сукцесією* вважається розвиток екосистеми в межах території, з якої було видалено попередню спільноту. Термінальною, або стабільною спільнотою є клімаксова спільнота – *клімакс* це кінцева відносно стійка фаза природного розвитку екосистеми, яка найбільше відповідає екологічним характеристикам певної місцевості в певний геологічний період. Клімаксова екосистема – зріла екосистема, яка досягла стабільного стану зі стійким гомеостазом. У ній спостерігається тенденція до рівноваги між продукцією та диханням.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Розгляньте надані кругообіги речовин (рис. 13.1 – 13.5), вкажіть типи найбільшого антропогенного втручання та позначте їх на схемах кругообігу. Запропонуйте шляхи зменшення негативного впливу людини на кругообіги та зробіть висновки.

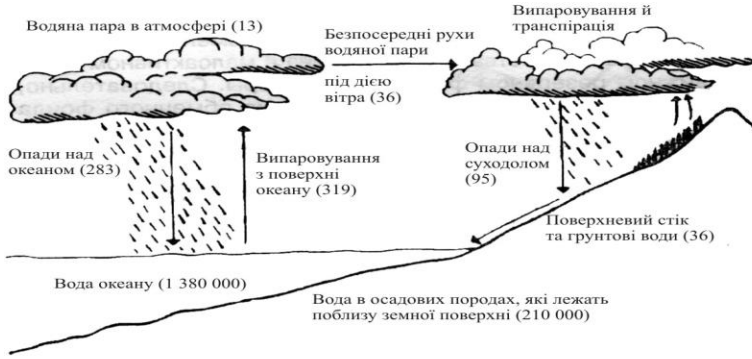


Рис. 13.1 – Кругообіг води.

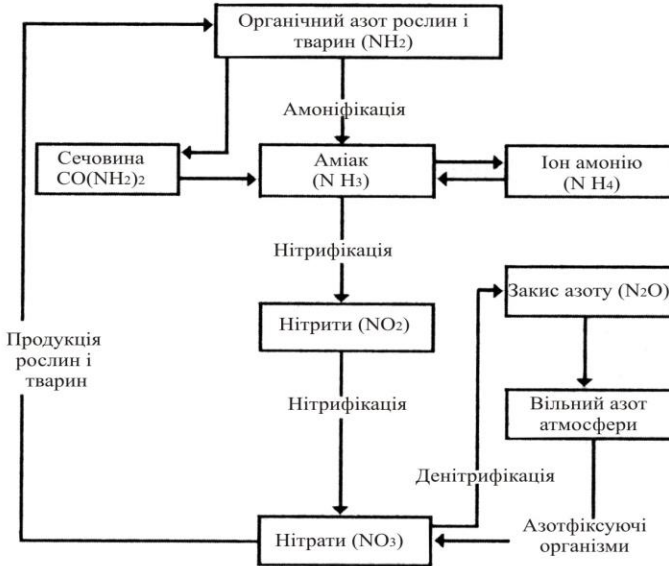


Рис. 13.2 – Кругообіг азоту.



Рис. 13.3 – Кругообіг фосфору.

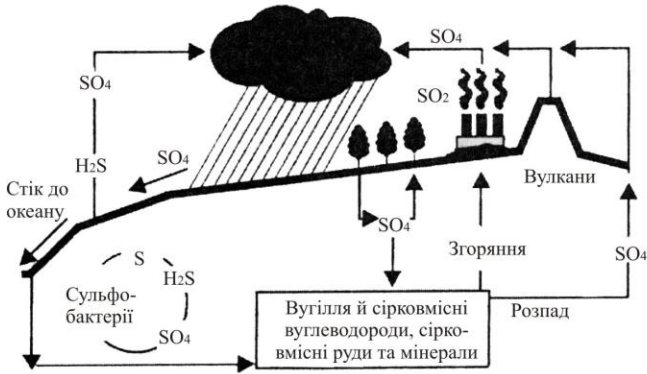


Рис. 13.4 – Кругообіг сірки.

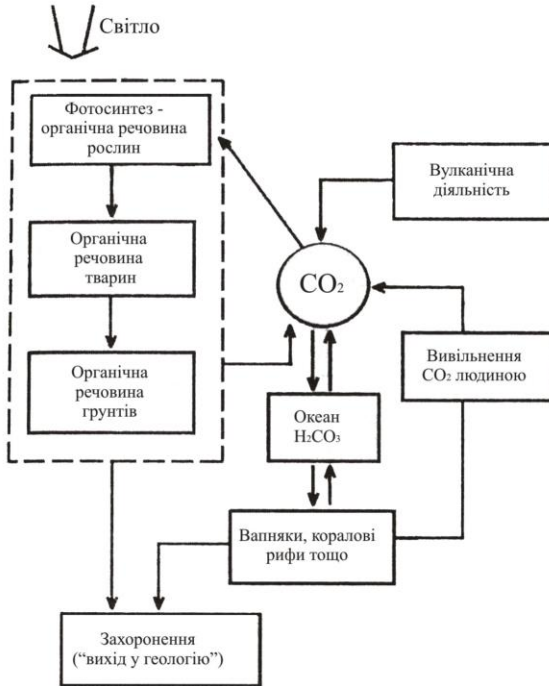


Рис. 13.5 – Кругообіг вуглецю.

**Завдання № 2.** Зробіть тимчасовий препарат із витяжки різних настоїв сіна, розгляньте під мікроскопом та замалуйте найбільш масові організми. Проаналізуйте дані та занесіть їх до таблиці 13.1, зробіть висновки.

Таблиця 13.1 – Основні риси сукцесійних явищ в настojі сіна

№	Настjй 1	Настjй 2	Настjй 3
1			
2			
3...			

**Завдання № 3** Проаналізуйте різні типи клімаксів. Заповніть таблицю 13.2 та зробіть висновки.



Таблиця 13.2 – Типи клімаксів

Питання для порівняння	Типи клімаксів			
	Кліматичний	Едафічний	Циклічний	Дисклімакс
Стан рівноваги з кліматичними умовами				
Стан рівноваги з едафічними умовами				
Вплив катастрофічних явищ на клімаксову спільноту				
Вплив антропогенних факторів на клімаксову спільноту				

#### Завдання №. 4

Вирішення задач.

4.1 У певній екосистемі швидкість утворення первинної продукції складає  $900 \text{ кДж/м}^2$  на рік, а витрати енергії на підтримання певної екосистеми –  $890 \text{ кДж/м}^2$  на рік. Визначте тип сукцесії цієї екосистеми. Як близько вона до клімаксового стану?

4.2 У певній екосистемі швидкість утворення первинної продукції складає  $1800 \text{ кДж/м}^2$  на рік, а витрати енергії на підтримання певної екосистеми –  $640 \text{ кДж/м}^2$  на рік. Визначте тип сукцесії цієї екосистеми. Як близько вона до клімаксового стану?

#### Завдання для самостійної роботи:

1. Загальні уявлення про атмосферу.
2. Компоненти та шари атмосфери.

3. Види забруднення атмосфери.
4. Антропогенний вплив на атмосферу.
5. Проблеми тропосферного озону.

**Контрольні питання:**

1. Уявлення про резервний та обмінний фонд біогеохімічних циклів.
2. Моделі кругообігу.
3. Кругообіг води та вплив людини на нього.
4. Кругообіг вуглекислого газу та вплив людини на нього.
5. Кругообіг фосфору та вплив людини на нього.
6. Кругообіг сірки та вплив людини на нього.
7. Кругообіг азоту та вплив людини на нього.
8. Уявлення про екологічну сукцесію.
9. Первинні та вторинні сукцесії.
10. Типи кліматсу.
11. Вплив людини на сукцесійні процеси.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14

**Тема:** Антропогенний вплив на атмосферу.

**Мета:** Оцінити стан атмосфери окремого антропогенно-навантаженого району міста й навчитися проводити оцінку забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів та шумового забруднення території.

**Обладнання та матеріали:** щоденник, олівці, годинник, калькулятор, секундомір.

**Теоретичний мінімум:** Специфіка дії антропогенних факторів на організми має найважливіші особливості: 1) нерегулярність дії; 2) майже необмежені можливості дії на організми (цілеспрямоване і опосередковане – забруднення); 3) специфічна (модифікуюча) дія або привнесення чужорідних компонентів (ксенобіотиків); 4) соціальні фактори. Людина впливає на природні процеси. Людина здатна змінювати силу дії та кількість лімітуючих факторів, розширювати або звужувати межі оптимального їх значення. Зміни факторів та механізмів регулювання чисельності своєї популяції. Окремі екосистеми та навіть їх великі комплекси людиною майже повністю знищено

(степи, прерії тощо) або суттєво змінено природні процеси та принципи їх функціонування. Одним із наслідків діяльності людини є порушення принципів функціонування живої речовини в біосфері. Відмінності соціального та техногенного розвитку призводять до того, що в суспільстві встановився споживацький спосіб існування. Людина значно прискорила процеси, які відбуваються в природі і, як наслідок, людина набула статус зовнішнього за відношенням до екосистем фактору. Людська діяльність виходить за межі екосистемних законів і зумовлюється переважно соціальними причинами. Це формує специфічну екологічну нішу людини.

До одного з видів антропогенного забруднення атмосфери належить забруднення, яке зумовлено використанням усіх видів транспорту. Автотранспорт, чисельність якого на вулицях міст і сіл України постійно зростає, негативно впливає на самопочуття людини. Викиди автотранспорту, що містять різноманітні шкідливі речовини, зумовлюють появу смогів, кислотних дощів, алергенних та респіраторних захворювань населення. Особливо значне забруднення спостерігається поблизу перехресть вулиць, де під час зменшення швидкості або зупинки автомобілів відбувається суттєве забруднення повітря шкідливими речовинами відпрацьованих газів автотранспорту.

## **ХІД РОБОТИ**

**Завдання № 1.** Встановити інтенсивність руху автотранспорту на окремій ділянці вулиці міста.

**Завдання № 2.** Оцінити ступінь забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами на ділянці магістральної вулиці (за концентрацією CO). Порівняти знайдену величину забруднення повітря оксидом повітря з гранично допустимою концентрацією та зробити висновки.

## **Схема виконання**

Одним із суттєвих шляхів антропогенного забруднення атмосфери є викиди, утворені всіма видами транспорту. Інтенсивність руху автотранспорту визначають методом

підрахунку автомобілів різних типів: автомобілі з карбюраторним двигуном, дизельні автомобілі та автобус «Ікарус». Дослід триває 20 хвилин у трьох повторностях. Отримані дані занесіть до таблиці 15.1.

Таблиця 15.1 – Кількість автомобілів різного типу, які рухалися вулицею \_\_\_\_\_ в продовж \_\_\_\_\_ години.

Тип автомобіля	Кількість одиниць автотранспорту			
	1 дослід	2 дослід	3 дослід	$\bar{X}$
Легкий вантажний, мікроавтобус (до 1000 кг)				
Середній вантажний (до 3000 кг)				
Важкий вантажний (більше 2000 кг)				
Автобус				
Легковий автомобіль				

Під час дослідів слід враховувати наступні характеристики досліджуваних об'єктів:

– тип вулиці: міська вулиця з однібічною забудовою, вулиці з одно- чи двобічною забудовою, транспортні тунелі тощо (табл. 15.3);

– нахил (табл. 15.4);

– швидкість вітру (табл. 15.4);

– вологість повітря (табл. 15.5)

– наявність та тип перехрестя (табл. 15.6).

Порівняти знайдену величину забруднення повітря оксидом повітря з гранично допустимою концентрацією та зробити висновки. Гранично допустима концентрація (ГДК) оксиду вуглецю для атмосферного повітря становить 5 мг/м<sup>3</sup>.

Потім надається сумарна оцінка завантаженості вулиці автотранспортом за ГОСТ – 17.2.2.03 – 77:

– низька інтенсивність руху – 2,7-7,6 тис. автомобілів за добу;

- середня – 7,7-17,0 тис. автомобілів за добу;
- висока – 17,1-27,0 тис. автомобілів за добу.

Застосовуючи дослідно-розрахунковий метод для оцінки ступеню забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами на ділянці магістральної вулиці (за концентрацією СО) використовуйте формули 15.1 – 15.3.

Розрахунок концентрації оксиду вуглецю проводять за формулою:

$$K_{CO} = (A + 0,01 \times N \times K_T) \times K_A \times K_Y \times K_C \times K_B \times K_{II} \quad (15.1)$$

де А – фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження ( $A = 0,5 \text{ мг/м}^3$ );

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів по дорозі (автом./год);

$K_T$  – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в повітря оксиду вуглецю;

$K_A$  – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості;

$K_Y$  – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю залежно від величини повздовжнього нахилу;

$K_C$  – коефіцієнт, що враховує зміни концентрації вуглецю залежно від швидкості вітру;

$K_B$  – коефіцієнт, що враховує зміну вологості повітря;

$K_{II}$  – коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю біля пересічень.

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначають як середньо-залежний для потоку автомобілів за формулою:

$$K_T = \sum P_i \times K_{Ti} \quad (15.2)$$

де  $P_i$  – склад руху, частки одиниці:

$$P_i = \frac{x_i}{n}; \quad (15.3)$$

де  $x_i$  – кількість автомобілів певного типу, а n – загальна кількість автомобілів;

$K_T$  – коефіцієнт токсичності автомобілів (табл. 14.2).

Таблиця 14.2 – Коефіцієнт токсичності автомобілів

Тип автомобіля	Коефіцієнт $K_T$
Легкий вантажний, мікроавтобус (до 1000 кг)	2,3
Середній вантажний (до 3000 кг)	2,9
Важкий вантажний (більше 2000 кг)	0,2
Автобус	3,7
Легковий автомобіль	1,0

Значення коефіцієнту  $K_A$ , що враховує аерацію місцевості визначають з таблиці 14.3.

Таблиця 14.3 – Коефіцієнт аерації місцевості

Тип місцевості за ступенем аерації	$K_A$
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці і дороги з багатоповерховою забудовою з двох боків	1,0
Житлові вулиці з одноповерховою забудовою, вулиці та дороги	0,6
Міські вулиці і дороги з однобічною забудовою, набережні, естакади, високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Для магістральної вулиці з магістральною забудовою  $K_A = 1$ .

Значення коефіцієнта  $K_y$ , що враховує зміни забруднення повітря оксидом вуглецю залежно від величини повздовжнього нахилу та коефіцієнту зміни концентрації оксиду вуглецю в залежності від швидкості вітру  $K_C$  визначається з таблиці 14.4.

Значення коефіцієнта  $K_B$ , що визначає зміну концентрації оксиду вуглецю залежно від відносної вологості повітря та коефіцієнта збільшення забруднення повітря  $K_{II}$  біля пересічень наведено в табл. 14.5 та 14.6.

Таблиця 14.4 – Залежність коефіцієнтів, що враховують зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю залежно від величини повздовжнього нахилу та швидкості вітру

Повздовжній нахил	Коефіцієнт $K_y$	Швидкість вітру, м/с	Коефіцієнт $K_c$
0	1,00	1,0	2,70
2	1,06	2,0	2,00
4	1,07	3,0	1,50
6	1,18	4,0	1,20
8	1,55	5,0	1,05
		6,0	1,00

Таблиця 14.5 – Коефіцієнт вологості повітря

Відносна вологість повітря, %	Коефіцієнт $K_B$
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75
40	0,60

Таблиця 14.6 – Коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю біля пересічень.

Типи пересічення	Коефіцієнт $K_{II}$
Регульоване перехрестя:	
світлофорами звичайне	1,8
світлофорами регульоване	2,1
саморегульоване	2,0
Нерегульоване:	
зі зниженою швидкістю	1,9
кільцеве	2,2
з обов'язковою зупинкою	3,0

**Приклад оцінки ступеню забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами на ділянці магістральної вулиці (за концентрацією CO) – табл. 14.7 .**

Таблиця 14.7 – Кількість автомобілів різного типу, які рухалися вулицею Правди з 16 по 19 годину.

Тип автомобіля	Кількість одиниць автотранспорту			$\bar{O}$
	1	2	3	
Легкий вантажний, мікроавтобус (до 1000 кг)	20	–	10	10
Середній вантажний (до 3000 кг)	–	–	30	10
Важкий вантажний (більше 2000 кг)	5	5	5	5
Автобус	5	–	10	5
Легковий	80	9	40	43
$\bar{O}$	72,33			

Підставивши значення згідно з даними таблиці до формули 15.2, одержуємо:

$$KT = 0,14 \times 2,3 + 0,14 \times 2,9 + 0,07 \times 0,2 + 0,07 \times 3,7 + 0,56 \times 1,0 = 1,29.$$

Визначаючи рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю в формулу 15.1 із урахуванням означених коефіцієнтів, отримуємо:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \times 72,33 \times 1,29) \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,8 = 2,58 \text{ мг/м}^3.$$

Враховуючи, що гранично допустима концентрація (ГДК) оксиду вуглецю для атмосферного повітря становить 5 мг/м<sup>3</sup>, оцінюємо ступінь забруднення повітря.

Розраховуємо сумарну завантаженість вулиці автотранспортом на добу:

- середня кількість автотранспорту за 20 хв. – 72,33 автомобіля;

- середня кількість автотранспорту за 1 год. – 216,99 автомобілів;



- середня кількість автотранспорту за добу – 5 207,76автомобілів.

*Висновок:* На вулиці Правди рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю є нижче гранично допустимої концентрації в 1,94 рази, а сумарна завантаженість вулиці автотранспортом на добу відповідає низькому рівню завантаження.

### **Завдання № 3.** Визначити шумове забруднення території.

Для визначення шуму на окремій відстані ( $V_7$ ) користуються формулою Орнатського, яка враховує фізичні закони поширення звукових хвиль у навколоремному просторі:

$$V_7 = 46 + 11,8 \lg N + \sum n$$

де:  $N$  – інтенсивність руху транспортного потоку, авт./год;

$\sum n$  – сума поправок, яка враховує відхилення умов від типових; поправки визначаються за формулою:

$$\sum n = \pm X_N + X_V \pm X_i + X_{mp}$$

де:  $X_N$  – поправка на співвідношення громадського та вантажного транспорту в транспортному потоці (збільшується на 1 дБ на кожні 10% відхилення від 60% співвідношення);

$X_V$  – поправка на відхилення швидкості руху (зростає на 1 дБ на кожні 10% відхилення від 40 км/год.);

$X_i$  – поправка на схил дороги (зростає на 1 дБ на кожні 2% схилу дороги);, можна визначати за таблицею 15,7;

$X_{mp}$  – за наявністю трамваю впродовж вулиці ця поправка становить +3 дБ.

Розраховують рівень шуму від автомагістралі ( $V_n$ ), за формулою Карагодіна:

$$V_n = V_7 - X_1 - X_2 - X_3 - X_4$$

де:  $V_n$  – рівень шуму від джерела на відстані  $n$  метрів;

$V_7$  – рівень шуму від джерела на відстані 7 метрів;

$X_1$  – зниження шуму внаслідок поширення звукових хвиль у атмосфері;

$X_2$  - зниження шуму під впливом земної поверхні;

$X_3$  - зниження шуму під впливом зелених насаджень;

$X_4$  – поглинальний ефект будівель (умовно приймається за 25 дБ).

*Приклад*, на відстані 100 м ( $P_{100}$ ) рівень шуму знизиться на величину  $X_1$ :

$$X_1 = 10 \times \lg \frac{P_{100}}{P_7} = 10 \times \lg \frac{100}{7} = 11,5$$

де:  $P_{100}$  – точка на відстані 100 м від джерела;  $P_7$  – точка за 7 м від джерела (нормативна точка вимірювання шумовимірювачем).

$$X_2 = K_{\Pi} \times X_1$$

де:  $K_{\Pi}$  – коефіцієнт поглинання шуму, який дорівнює для асфальту 0,9; для відкритого ґрунту – 1; для газону – 1,1.

$$X_3 = K_3 \times X_1$$

де:  $K_3$  – коефіцієнт зниження звукової енергії зеленими насадженнями, який становить 1,2 для смуги з двох рядів дерев із чагарником середньої щільності та шириною 6 м; 1,5 м – для смуги з чагарником та деревами, що мають висоту не менше 7 м і крони яких уже зімкнулися.

Таблиця 14.8 – Поправка  $X_1$  на схил дороги, дБ.

Схил вздовж дороги, %	Внесок вантажовок та громадського транспорту (автобуси, трамваї, тролейбуси) в загальний потік автотранспорту, %						
	0	5	20	30	40	70	100
20	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
40	1,0	1,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0
60	1,0	2,5	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0
80	1,5	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
100	2,0	4,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0

За таблицею 14.9 визначасмо рівень шумового забруднення території. У разі підвищеного рівня шуму на досліджуваній території, результати розрахунків можуть бути підставою для прийняття рішення щодо озеленення території чи вжиття інших шумозахисних заходів.

**Завдання № 4.** Вирішить наступні задачі. Порівняти знайдену величину забруднення повітря оксидом повітря з гранично допустимою концентрацією та зробіть висновки.

*Задача 1:* Магістральна вулиця міста з багатоповерховою забудовою з двох сторін, подовжній ухил  $2^\circ$ , швидкість вітру 4 м/с, відносна вологість повітря – 70%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках – 500 автомашин в годину (N). Склад автотранспорту: 10% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 10% з середньою вантажопідйомністю, 5% з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 5% автобусів і 70% легкових автомобілів.

Таблиця 14.9 – Допустимі рівні шуму на різних за характером територіях.

Характер території	Допустимий рівень шуму, дБ	
	денний час (з 7 <sup>00</sup> до 23 <sup>00</sup> )	нічний час (з 23 <sup>00</sup> до 7 <sup>00</sup> )
Селігебна зона	55	45
Зона масового відпочинку та туризму	50	40
Санітарно-курортна зона	45	35
Заповідники	25	20
Житлові будинки розташовані поблизу транспортних магістралей.	35	25

*Задача 2:* Об'їзна дорога з одноповерховою забудівлею та нерегульованим перитином із зниженням швидкості, подовжній ухил  $3^\circ$ , швидкість повітря 6 м/с, відносна вологість повітря – 50%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в одному напрямку – 120 автомашин в годину (N). Склад автотранспорту: 40% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 25% з середньою вантажопідйомністю, 5% з великою вантажопідйом-

ністю з дизельними двигунами, 25% автобусів і 5% легкових автомобілів.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Антропогенне забруднення гідросфери.
2. Види забруднення гідросфери.
3. Біологічні індикатори забруднення гідросфери.

**Контрольні питання:**

1. Які шляхи зменшення рівня забруднення повітря автотранспортом?
2. Яку інтенсивність автотранспорту по вулицях міста вважають низькою, середньою, високою?
3. Як розраховують концентрацію оксиду вуглецю в атмосферному повітрі?
4. Особливості антропогенного впливу на довкілля.
5. Типи забруднення атмосфери.
6. Шляхи покращення стану атмосфери.
7. Кіотський протокол та інші міжнародні документи щодо охорони атмосфери.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15**

**Тема:** Визначення стану водного середовища за допомогою тест-об'єктів.

**Мета:** навчитися визначити токсичність води та водних розчинів з використанням ракоподібних.

**Обладнання та матеріали:** ваги, циліндри, колби, піпетки, пробірки, культура ракоподібних *Ceriodaphnia affinis*, розчини токсичних речовин, дистильована вода.

**Теоретичний мінімум:** *Гідросфера* є водяною оболонкою Землі, яка охоплює сукупність усіх водних об'єктів. В результаті діяльності людей *гідросфера* змінюється як *кількісно* (відбувається зменшення кількості води, придатної для використання) так і *якісно* (різні типи забруднення). Якість води визначається як сукупність фізичних, хімічних, біологічних та бактеріологічних показників, які зумовлюють придатність

води для використання в промисловому виробництві, побуті тощо.

Під забрудненням природних вод розуміють процес зміни складу і властивостей води внаслідок надходження до водного об'єкту забруднюючих речовин, зумовленого діяльністю людини, що призводить до погіршення якості води.

Біотестування це процедура встановлення токсичності середовища існування за допомогою тест-об'єктів, які свідчать про небезпеку викликану дією будь-яких токсикантів.

Тест-об'єкт це організм, який використовується для оцінки водних розчинів, природних та стічних вод, ґрунтів, донних відкладень, кормів, відходів тощо. Тест-об'єкти з певним ступенем визначеності надають кількісну оцінку рівня токсичності забруднення середовища.

Для біотестування можна використовувати різних гідробіонтів - мікроорганізми, водорості, безхребетні, риби тощо. Найбільш популярними об'єктами є ювенільні форми планктонних ракоподібних-фільтраторів *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia affinis*.

## ХІД РОБОТИ

Методика визначення гострої летальної токсичності води на ракоподібних ґрунтується на встановленні різниці між кількістю загиблених церіодафній в речовині, що аналізується (дослід), та розчин, який не містить токсичних речовин (контроль).

В якості тест-об'єкту використовують лабораторну культуру ракоподібних *Ceriodaphnia affinis*. Для біотестування використовують церіодафній віком до 24 годин.

Критерієм гострої летальної токсичності є загибель 50 та більше відсотків церіодафній в досліді в порівнянні з контролем за 48 годин.

Діапазон реагування культури *Ceriodaphnia affinis* для розчину еталонної речовини –  $K_2Cr_2O_7$  (біхромат калію) становить від 0,9 до 3,3 мг/дм<sup>3</sup>.

У якості токсичної речовини використовуються: розчин кухонної сілі, прального порошку, етилового спирту.

Для визначення середньої летальної концентрації речовини готують 10% маточний розчин, з якого приготують серії робочих розчинів необхідної концентрації. В кожен пробірник з

робочим розчином занурюють по 1 екземпляру рачків. Після чого спостерігають за результатами досліду-тестування.

**Завдання № 1** Проаналізуйте зміни в поведінці культури *Ceriodaphnia affinis* та зафіксуйте летальну концентрацію токсичної речовини (водного розчину). Заповніть таблицю 15.1. Проаналізуйте отриманні результати та побудуйте графік залежності часу життєдіяльності дафній від концентрації розчинів. Зробіть висновки.

Таблиця 15.1 – Залежність зміни життєдіяльності культури *Ceriodaphnia affinis* від концентрації дослідженого розчину

Розрахунки	Кількість проб										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Об'єм води											
Об'єм маточного розчину											
Концентрація розчину											
Час життєдіяльності дафній											
Етологічні реакції дафній											
ЧСС											
Абортація											
Інші фізіологічні відмінності											

**Завдання № 2** Провести індивідуальне спостереження за фізіологічними змінами дафній. Для цього беруть один екземпляр організму на предметне скло і додаємо краплями токсичний розчин збільшуючи його концентрацію. Запишіть отримані спостереження та зробіть висновки.

**Завдання для самостійної роботи:**

1. Екологічні нормативи якості води різних водних об'єктів.
2. Правила забору води для лабораторного аналізу.
3. Лабораторні методи визначення якості води.
4. Еколого-санітарна оцінка якості води.
5. Показник сапробності.

**Контрольні питання:**

1. Антропогенне забруднення гідросфери.
2. Види забруднення гідросфери.
3. Якість води.
4. Біологічні індикатори забруднення гідросфери.
5. Умови та тривалість біотестування.
6. Шляхи зниження антропогенного тиску на водне середовище.
7. Кругообіг води та вплив людини на нього.
8. Сукцесії та клімакси водного середовища.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16**

**Тема:** Визначення якості середовища існування людини.

**Мета:** навчитися визначити стан середовища свого існування за окремими параметрами.

**Обладнання та матеріали:** пробірки, мірні циліндри на 10 мл, скляні палички, ложечки, шпателі, хімічний олівець, фільтр, папір, лійки, предметні й покривні скельця, лічильна камера, мікроскоп, проби меду, дистильована вода, 5% розчин йоду, ацетатна та хлоридна кислоти, етанол, розчин  $\text{AgNO}_3$  ( $C = 0,1$  моль/л); 1% розчин резорцину; розчин гліцерину з желатином, основний фуксин, 10% розчин меду.

**Теоретичний мінімум:** *Якість природного середовища є однією з передумов визначення якості життя людей. Незадовільний стан середовища негативно позначається на здоров'ї людей, на якості їхнього життя в цілому. Проблеми якості умов життя безпосередньо стосуються кожної людини, оскільки її існування зумовлено якістю води, продуктів харчування, фоновим вмістом забруднюючих речовин і*

електромагнітних полів у робочих приміщеннях, на вулицях тощо. Для визначення їх вмісту та оцінювання дії, допустимих концентрацій необхідно опановувати відповідними методиками, застосовувати нормативи, вміти користуватися ними тощо.

*Якість атмосферного повітря* безпосередньо впливає на самопочуття та здоров'я людини. Повітря може бути забруднене механічними домішками (пилом), хімічними речовинами, а також містити біологічно активні агенти. Таке повітря може спричиняти ряд захворювань дихальної системи, викликати запалювальні процеси слизової оболонки очей тощо, внаслідок чого погіршується самопочуття людини та якість життя в цілому.

*Мед* – один із найцінніших харчових продуктів, здавна його використовують із лікувальною метою. У меді гинуть дизентерійна та кишкова палички, стрептококи й стафілококи. Медом можна загоювати рани. Властивості меду залежать від квітів, із яких зібраний нектар, тому й мед відрізняється за густиною, кольором, запахом, смаком: прозорий, як вода, – ожинковий; темно-коричневий, найбагатший на білки й ферум, – гречаний; золотистий з ніжним запахом – лавандовий; дуже густий, білуватий з тонким ароматом і нудно-солодкий на смак – ріпаківий. Збирачі меду – бджоли – можуть виступати екологічними індикаторами. За хімічним складом золи меду й перги можна виявити уранові руди. Мед часто фальсифікують, тому добре самому вміти визначати його якість та біологічну активність.

*Харчові домішки* – це речовини, що додають до продуктів харчування для збільшення терміну реалізації товару, поліпшення зовнішнього вигляду, смакових властивостей тощо. Оскільки вплив харчових домішок на здоров'я людини повністю не вивчений, споживач повинен отримувати інформацію про використані домішки. На споживчій упаковці харчових продуктів, які включають харчові домішки, вказують назву кожної з них (хімічну, торговельну, міжнародний символ). Перелік дозволених до використання харчових домішок може змінюватись із урахуванням результатів токсикологічних та



інших біологічних випробувань, вірогідного сумарного добового надходження їх до організму людини з усіх джерел.

*Якість середовища існування* людини як прямо так і опосередковано впливає на демографічну ситуацію в суспільстві. Для прогнозу чисельності населення на перспективу велике значення має його віковий склад. Він за віковими групами різного інтервалу має графічне відображення у вигляді пірамід.

## ХІД РОБОТИ

**Завдання № 1.** Визначення якості меду.

1.1 Визначення механічних домішок у меді

У пробірку наливають 2 мл меду, доливають 5 мл дистильованої води. Мед розчиняється, а домішки осідають на дно або спливають на поверхню.

1.2. Визначення домішок борошна або крохмалю

У пробірку до 2 мл меду і 5 мл дистильованої води додають розчин йоду. За наявності домішок борошна чи крохмалю розчин забарвлюється в синій колір.

1.3. Визначення домішки крейди

До водного розчину меду додають кілька крапель ацетатної кислоти або оцту. За наявності крейди мед піниться (виділяється  $\text{CO}_2$ ).

1.4. Визначення домішок крохмальної патоки

До водного розчину меду (1:2 чи 1:3) додають 96% етанол. За наявності патоки розчин набуває молочно-білого кольору, а після відстоювання на дні залишається напіврідка маса декстрину. За відсутності патоки розчин стає прозорим, а на межі мед – спирт утворюється невелика каламуть, яка при збовтуванні зникає.

1.5. Визначення домішок цукрового сиропу

До 10% розчину меду додають  $\text{AgNO}_3$  або ляпіс. Поява білого осаду свідчить про наявність домішок.

1.6. Визначення зрілості меду

Набирають на ложечку мед і обертають її навколо своєї осі. Зрілий мед намотується на ложечку і стікає з неї безперервними нитками; незрілий просто стікає з ложечки. Визначення слід

проводити при температурі меду 20° С, оскільки вона впливає на густину меду.

**Завдання № 2.** Визначення запиленості повітря в приміщенні.

На 3 предметних скла нанесіть по краплині дистильованої води, залиште їх на 20 хвилин на підвіконні та інших ділянках аудиторії. Після закінчення часу краплю накрийте покривним скельцем та розгляньте під світловим мікроскопом. Підрахуйте кількість пилинок, визначте середню величину кількості пилинок у одному полі зору. Надайте якісну характеристику пиловому забрудненню повітря в приміщенні.

**Завдання № 3.** Визначення якості харчових продуктів.

Проаналізуйте склад харчових продуктів, які споживала ваша сім'я протягом тижня. Зверніть увагу на якісний та кількісний склад харчових домішок у продуктах. Побудуйте діаграму, де на осі «у» розташуйте кількість продуктів з певними домішками; на осі «х» позначте харчові домішки. Зробіть аналіз стосовно якості вашого харчування використовуючи дані таблиці 16.1.

Таблиця 16.1 – Позначення харчових добавок

Код харчових добавок	Характеристика
E100 - 199	Барвники. Надають продуктам яскраві кольори.
E200 – E299	Консерванти. Підвищують термін зберігання продуктів, захищають від мікроорганізмів, грибків, бактеріофагів. Хімічні добавки для стерилізації та дезінфекції.
E300 – E399	Антиоксиданти. Захищають від окислення, зокрема, від згіркнення жирів та зміни кольору.
E400 – E499	Стабілізатори. Зберігають задану консистенцію. Згущувачі. Підвищують в'язкість.
E500 – E599	Емульгатори. Утворюють однорідну суміш незмішуваних фаз, зокрема води та олії.

Код харчових добавок	Характеристика
E600 – E699	Підсилювачі смаку й аромату.
E900 – E999	Піногасники. Попереджають і знижують піноутворення.

*Увага!* В Україні заборонено використовувати штучні барвники: цитрус червоний 2 (E121) і амарант (E123). Використання синтетичного підсолоджувача — сахарину (E954) обмежується максимально допустимими рівнями. Стабілізатор лактобіонат натрію (E399) не дозволений в Україні. Згідно ДСТУ додавати до продуктів можна не більше двох хімічних консервантів. До заборонених харчових добавок належать: E103; E 105; E 111; E 121; E 123; E 125; E 126; E 130; E 152; E 952.

#### **Завдання № 4.** Дослідження демографічної ситуації.

Зробіть вибірку не менше ніж зі 100 дат народження та смерті людей, із зазначенням статі. Визначте вікові групи, зокрема I група 0 – 10 років; II група 11 – 20 років; III група 21 – 30 років тощо. Побудуйте демографічну піраміду та проведіть аналіз демографічної ситуації в місті. Визначте, якщо наявні, тенденції зміни смертності та тривалості життя мешканців за останній час.

#### **Завдання для самостійної роботи:**

1. Найважливіші показники якості життя людини.
2. Поняття про ГДК та його значення для людини.
3. Професійні захворювання.
4. Демографія та демографічні дослідження.
5. Дитяча смертність, тривалість життя.

#### **Контрольні питання:**

1. Визначення якості середовища.
2. Якість харчових продуктів.
3. Стан атмосфери та його вплив на людину.
4. Якість питної води та її значення.
5. Ксенобіотики, ГМО.

6. Ефект екологічного бумерангу.
7. Рекреація та її значення для стану здоров'я людини.

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №17

#### Питання до модульного контролю № 2.

1. Взаємний вплив організмів при конкурентних взаємовідносинах, а також у відносинах типу “хижак-жертва”, “паразит-хазяїн”.
2. Явище мутуалізму та його значення для організмів.
3. Антропогенні фактори.
4. Поняття екосистеми та біогеоценозу.
5. Найважливіші характеристики екосистем.
6. Структура екосистеми.
7. Потік енергії та кругообіг речовин в екосистемі.
8. Гомеостаз екосистем.
9. Продуктивність екосистем, види продуктивності.
10. Поживні ланцюги.
11. Причини обмеженості довжини поживних ланцюгів.
12. Порівняльна характеристика пасовищних та деструктивних ланцюгів.
13. Потік енергії в лінійному поживному ланцюзі.
14. Піраміди чисел, біомаси та енергії.
15. Кругообіг газоподібних речовин.
16. Кругообіг твердих речовин.
17. Явище біогеохімічних циклів.
18. Втручання людини в біогеохімічні цикли.
19. Типи біогеохімічних циклів та особливості їх здійснення.
20. Біотична спільнота.
21. Властивості біоценозів.
22. Особливості організації біогеоценозів.
23. Сукцесійні явища в екосистемах.
24. Первинні і вторинні сукцесії.
25. Зміст первинної сукцесії.
26. Причини формування та особливості здійснення вторинної сукцесії.
27. Явище клімаксу.
28. Лісова екосистема.

29. Ярусність в екосистемах – її значення та причини формування.
30. Організація екосистеми на прикладі луку.
31. Організація екосистеми на прикладі степу.
32. Особливості екосистеми на прикладі пустелі.
33. Продукція та деструкція для наземних екосистем.
34. Продукція та деструкція для водних екосистем.
35. Ґрунт як особливе середовище існування та причини формування чорноземів.
36. Водне середовище існування.
37. Повітряно-наземне середовище існування.
38. Організм як середовище існування.
39. Вчення про Біосферу.
40. Структура Біосфери.
41. Уявлення про гомеостаз та буферні властивості Біосфери.
42. Геологічне значення живої речовини.
43. Уявлення про Ноосферу.

### **Вирішення задач**

Приклади.

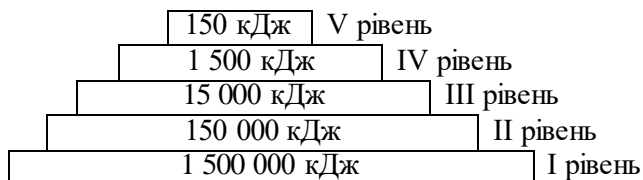
#### ***Задача 1.***

Користуючись законом Ліндемана, побудуйте піраміду енергії з 5 трофічними рівнями при обсязі енергії на першому рівні 1 500 000 кДж.

*Закон піраміди енергії* (Р. Ліндемана): з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший переходить у середньому не більше 10% енергії. Зворотний потік із більш високих на більш низькі рівні набагато слабший – не більше 0,5-0,25% і тому говорити про кругообіг енергії в біоценозі не доводиться.

*Рішення.*

Піраміда енергії відображає картину швидкостей проходження маси їжі крізь поживний ланцюг. Піраміда енергії для даного біоценозу має вигляд:

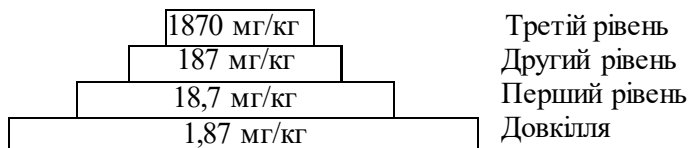


*Відповідь:* на 5 рівні міститься 150 кДж енергії.

### **Задача 2.**

Розрахуйте орієнтовану концентрацію шкідливої речовини на третьому трофічному рівні поживного ланцюга, якщо відомо, що її початкова концентрація в довіллі становить 1,87 мг/кг.

*Рішення.*



*Відповідь:* на третьому трофічному рівні концентрація шкідливої речовини становитиме 1,87 г/кг.

### **Задача 3.**

Розрахуйте індекс біорізноманіття Сімпсона для вибірки 480 особин із 6 видів, 3 з яких представлені по 65 особин, а інші 3 – 95.

*Рішення.*

Індекс біорізноманіття Сімпсона:

$P$  для перших трьох видів становить  $65/480 = 0,135$ ;

$P$  для других трьох видів становить  $95/480 = 0,198$

Індекс різноманіття Сімпсона:

$$D = \frac{1}{0,135^2 + 0,135^2 + 0,135^2 + 0,198^2 + 0,198^2 + 0,198^2} = 5,8$$

Другий компонент – вирівняність розподілу особин між видами. Для вказаних індексів її визначають за формулами:

Для індексу Сімпсона

$$E = \frac{5,8}{6,0} = \frac{1}{6 \times 0,1723} = 0,97$$

*Відповідь:* індекс різноманіття Сімпсона становить для даного угруповання 5,8, а вирівняність розподілу – 0,97.

**Задача 4.**

Оцінити концентрацію ДДТ та його метаболітів у щуці, якщо їх сумарна концентрація в річковій воді складає 0,000005 частин/млн., а середній коефіцієнт акумуляції ДДТ та його метаболітів у трофічних ланцюгах дорівнює 100.

*Рішення.*

Визначимо трофічну ланцюг:

*Вода – фітопланктон – зоопланктон – карась – щука*

Концентрація ДДТ та його метаболітів у щуці визначається за формулою:

$$C_{щ} = C_{в.} \times k^n$$

де:  $C_{в.}$  – концентрація ДДТ у воді;  $k$  – коефіцієнт акумуляції;  
 $n$  – число ланок у трофічному ланцюзі.

$$C_{щ} = 0,000005 \times 100^4 = 500 \text{ частин/млн.}$$

**Задачі для вирішення:**

1. Розрахуйте індекс біорізноманіття Сімпсона для вибірки 300 особин із 5 видів, кожний із яких представлений 60 особинами.

2. Розрахуйте індекс біорізноманіття Сімпсона для вибірки 500 особин із 14 видів, із яких 2 представники по 100 особин, а 12 - по 25 особин.

3. Розрахуйте індекс біорізноманіття Сімпсона для вибірки 350 особин із 10 видів, із яких 4 представники по 50 особин, а 6 - по 25 особин.

4. Розрахуйте коефіцієнт Сімпсона для вибірки в 550 особин із 8 видів, із яких 3 має чисельність по 100 особин, а 5 - по 50 особин.

5. Розрахуйте індекс вирівняності Сімпсона для вибірки 400 особин із 11 видів, із яких 1 - 100 особин, а 10 - по 30 особин.

6. Розрахуйте вирівняність індексу Сімпсона для вибірки 550 особин, із яких 4 види представлені по 100 особин, а 6 - по 25 особин.

7. Розрахуйте вирівняність індексу Сімпсона для вибірки 550 особин із 9 видів, 5 із яких представлені по 50 особин, а 4 – по 75.

8. Користуючись законом Ліндемана, побудуйте піраміду енергії з 5 трофічними рівнями при обсязі енергії на першому рівні 1000000000 кДж.

9. Побудуйте піраміду енергії для трофічного ланцюга з 6 трофічними рівнями при кількості енергії на першому рівні 50000 кДж.

10. Побудуйте піраміду енергії для трофічного ланцюга з 6 трофічними рівнями при кількості енергії на першому рівні в 1150000 кДж.

11. Розрахуйте орієнтовну концентрацію шкідливої речовини на п'ятому трофічному рівні поживного ланцюга, якщо початкова концентрація в довкіллі не перевищує 0,58 мг/кг.

12. Розрахуйте орієнтовну концентрацію шкідливої речовини на третьому трофічному рівні поживного ланцюга, якщо початкова концентрація в довкіллі становить 1,17 мг/кг.

13. Побудуйте піраміди чисельності та біомаси для лісової екосистеми.

14. Побудуйте піраміди чисельності для пасовищного поживного ланцюга хижаків.

15. Розрахуйте орієнтовну концентрацію отруйної речовини в довкіллі, якщо на четвертому поживному рівні вона становить 1,5 г/ кг ваги тіла тварин.



16. На підставі правила екологічних піраміди визначте, скільки водоростей і бактерій потрібно, щоб у Чорному морі виріс і міг існувати один дельфін масою 400 кг.

17. Протягом одного року 1 га кукурудзяного поля поглинає 76650000 кДж, з яких тільки 2,3 % акумулюється у вигляді приросту сухої речовини. Складіть ланцюг живлення і визначте, скільки гектарів такого поля потрібно, щоб прогодувати людину протягом року, якщо на добу людині необхідно приблизно 10000 кДж.

18. Суха біомаса трави з 1 м<sup>2</sup> біоценозу становить 128 г, а безхребетних тварин - 81 г. Визначити біомасу цього біоценозу в кілограмах на гектар і його продуктивність у кілоджоулях на гектар. Енергетичні показники біогеоценозу: 1 г сухої рослинної речовини акумулює в середньому 20 кДж. 1 г сухої тваринної речовини акумулює в середньому 21 кДж.

19. 1 м<sup>2</sup> площі культурного біоценозу дає 800 г сухої біомаси за рік. Побудувати ланцюг живлення і визначити, скільки гектарів потрібно, щоб прогодувати людину масою 70 кг (з них 63% становить вода).

20. Користуючись правилом екологічної піраміди, визначити, яка площа (га) відповідного біоценозу може прогодувати одну особину останньої ланки в ланцюзі живлення (умови щодо продуктивності наведено в попередній задачі):

- а) планктон - синій кит (жива маса 100 тонн);
- б) планктон - риба - тюлень (300 кг);
- в) планктон - нехижі риби - щука (10 кг);
- г) планктон - риба - тюлень - білий ведмідь (500 кг);
- д) планктон - риба - рибоїдні птахи (кайра, баклан) - орлан-білохвіст (5 кг);
- е) рослини - заєць - лисиця - вовк (50 кг);
- є) рослини - безхребетні тварини - короп (3 кг);
- ж) донна рослинність - амур - людина (70 кг);

з) донна рослинність - рослиноїдні водні комахи - короп - щука (10 кг);

і) рослини - попелиці - сонечко - комахоїдні птахи - яструб (1,5 кг).

21. Оцінити концентрацію токсичної речовини та його метаболітів у консументах III порядку, якщо їх сумарна концентрація в довкіллі складає 30,07 частин/млн., а середній коефіцієнт акумуляції цієї речовини та його метаболітів у трофічних ланцюгах дорівнюється 50.

22. Оцінити концентрацію бензаперену та його метаболітів у овочах, якими харчується людина, якщо їх сумарна концентрація в довкіллі складає 0,004 частин/млн., а середній коефіцієнт його акумуляції та його метаболітів у трофічних ланцюгах дорівнюється 80.

23. Оцінити концентрацію ртуті та її метаболітів у людині, якщо їх сумарна її концентрація в довкіллі складає 0,0000095 частин/млн., а середній коефіцієнт її акумуляції та її метаболітів у трофічних ланцюгах дорівнюється 1000.

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

### **Правила оформлення.**

#### *Загальні вимоги.*

Індивідуальне завдання виконується за допомогою комп'ютерного набору на одному боці аркуша формату А4 (210×297 мм). Оптимальний обсяг роботи 15 - 20 сторінок. Формат та стиль сторінки:

- поля: ліве – 30 мм, праве – не менше 10 мм, верхнє та нижнє поля – не менш 20 мм;
- абзац – 10 мм (5 символів);
- відстань між рядками – 15 мм;
- відстань між заголовками (назва розділу, підрозділу) та текстом роботи – не менш ніж два рядки;
- текстовий редактор – WORD;
- гарнітура шрифту – Times New Roman;
- кегель шрифту (розмір) – 14;
- кількість рядків на сторінці – не більше 40 рядків за умови рівномірного її заповнення.

Заголовки структурних частин роботи (ЗМІСТ, ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ВСТУП, НАЗВИ РОЗДІЛІВ, ВИСНОВКИ, СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ) друкуються симетрично до тексту посередині рядка великими літерами без крапки в кінці. Перенос слів у заголовках не допускається. Підкреслення заголовків не допускається. Назви пунктів, підпунктів роботи слід починати з абзацного виступу, друкувати маленькими літерами (крім першої) без крапки на кінці, звичайним шрифтом.

Забороняється назву розділу, підрозділу, пунктів, підпунктів розміщувати в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту.

Нумерація сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №.

Першою сторінкою роботи є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації, але номер цієї сторінки не

ставлять. На наступних сторінках номер проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці.

Структурні частини ВСТУП, ЗМІСТ, ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ, ВИСНОВКИ, СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ не мають порядкового номеру.

Підрозділи нумерують в межах кожного розділу. Номер розділу складається з номеру розділу та порядкового номеру підрозділу, між якими ставиться крапка. В кінці номеру підрозділу крапку не ставлять, наприклад: «2.3» (третій розділ другого підрозділу). Потім у тому ж рядку пишеться заголовок підрозділу.

Ілюстрації та таблиці необхідно подавати в роботі безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрацію позначають словом «Рисунок \_\_\_\_\_» та нумерують послідовно в межах розділу. Номер ілюстрації складається з номеру розділу та порядкового номеру рисунку, між якими ставиться крапка. Наприклад: Рисунок 1.2 (другий рисунок першого розділу).

Нумерація таблиць проводиться аналогічно нумерації рисунків.

Загальні вимоги до цитування:

- текст цитати починаються і закінчуються лапками та наводиться в тій граматичній формі, в який він поданий у джерелі, із збереженням особливостей авторського написання. Наукові терміни, запропоновані іншими авторами не виділяються лапками, за винятком тих, що викликали загальну полеміку. У цих випадках використовується вираз «так званий...»;

- при непряму цитуванні слід бути гранично точними у викладенні думок авторів, коректним щодо оцінювання його смислу та обов'язково надавати у квадратних дужках відповідні посилання на джерело. Приклад: [3]. При необхідності посилань на декілька джерел, вони подаються у квадратних дужках через кому.

Список використаних джерел розміщується після висновків. Джерела розміщуються у порядку посилань у тексті. Відомості про джерела, включені до списку, необхідно давати відповідно

до вимог державного стандарту. З обов'язковим наведенням назв праць.

За виконання індивідуального завдання студент за семестр може отримати максимально **20 балів**. Для виконання *індивідуального завдання* студент повинен узгодити обрану тему з викладачем. Результати виконання індивідуального завдання також заносяться до *системи рейтингу* та оцінюються згідно наступних критеріїв:

- повнота розкриття питання;
- цілісність, системність, логічна послідовність, уміння формулювати висновки;
- акуратність оформлення письмової роботи;
- захист виконаного індивідуального завдання.

Результат виконання і захисту студентом кожного індивідуального завдання оцінюється за такою шкалою:

- 16-20 балів робота виконана згідно всіх вимог.
- 11-15 балів наявні незначні помилки в оформленні.
- 6-10 балів наявні значні помилки в оформленні та змісті.
- 0-5 балів – тему не розкрито.

### **ОРІЄНТОВНІ ТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ:**

1. Екологія ссавців.
2. Екологія риб.
3. Екологія птахів.
4. Екологія квіткових рослин.
5. Екологія мохів.
6. Екологія лишайників.
7. Екологія грибів.
8. Екологія папоротей.
9. Екологія хвойних рослин.
10. Екологія метеликів.
11. Екологія бджіл.
12. Екологія мурах.
13. Екологія земноводних.
14. Екологія рептилій.
15. Екологія денних хижаків.
16. Екологія ґрунтових мешканців.
17. Екологія планктону.

18. Екологія бентосу.
19. Екологія мешканців степу.
20. Екологія мешканців лісу.
21. Екологія мешканців пустелі.
22. Екологія мешканців тундри.
23. Екологія сукулентних рослин.
24. Екологія трав'янистих рослин.
25. Екологія трематод як паразитів.
26. Екологія цестод як паразитів.
27. Екологія кліщів як ектопаразитів.
28. Екологія п'явок як ектопаразитів.
29. Екологія кровосисних комарів.
30. Екологія синантропних мух.
31. Екологія мишоподібних гризунів.
32. Екологія тарганів.
33. Екологія дубу як лісоутворюючої рослини.
34. Екологія сосни як лісоутворюючої рослини.
35. Екологія вищих водних рослин.
36. Екологія навколоводних птахів.
37. Екологія водних ссавців.
38. Екологічні відмінності гомойотермних та пої кліо-термних тварин.
39. Екологічні відмінності рослин ксерофітів та гігрофітів.

## ЛІТЕРАТУРА

### Основна:

1. Бигон М., Харпер Дж., Таусенд К. Экология. Особи, популяції, сообщества. В 2-х т. - М.: Мир, 1989.
2. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша. - М.: Мир, 1988.
3. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. В 2-х т.-М.: Мир, 1993.
4. Одум Ю. Экология. В 2-х т. - М.: Мир, 1986.
5. Пианка Э. Эволюционная экология. - М.: Мир, 1981.
6. Николайкин Н.И Экология: Учеб. для вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – 2-е изд. – М.: Дрофа, 2003. – 624 с.
7. Реймерс Н. Экология. - М.: Россия молодая, 1994.
8. Бродский А.К. Краткий курс общей экологии. - СПб.: ДЕАН, 2000.
9. Маглыш С.С. Общая экология: Учеб. пособие , С.С. Маглыш. – Гродно: ГрГУ, 2001. – 111 с.

### Додаткова:

1. Вернадський В.И. Биосфера. - М., 1979. - 286с.
2. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. - М.: Прогресс, 1980.
3. Злобін Ю.А. Основи екології. - К.: Лібра, 1998. - 386с.
4. Воронков И.А. Экология общая, социальная, прикладная. - Мир, 1999. - 347с.
5. Экологическая энциклопедия: В 6 т. / Редкол. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. и др.. – М.: ООО Изд-во «Энциклопедия», 2008.

**ЗМІСТ**

ВСТУП.....	3
Модуль I ФАКТОРІАЛЬНА ТА ПОПУЛЯЦІЙНА ЕКОЛОГІЯ.....	5
Лабораторна робота № 1.....	5
Лабораторна робота № 2. ....	12
Лабораторна робота № 3. ....	16
Лабораторна робота № 4. ....	21
Лабораторна робота № 5. ....	27
Лабораторна робота № 6. ....	31
Лабораторна робота № 7. ....	33
Лабораторна робота № 8. ....	42
Лабораторна робота № 9. ....	46
Модуль II БІОЦЕНОЛОГІЯ ТА ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ	55
Лабораторна робота № 10. ....	55
Лабораторна робота № 11. ....	58
Лабораторна робота № 12. ....	65
Лабораторна робота № 13. ....	68
Лабораторна робота № 14. ....	74
Лабораторна робота № 15. ....	84
Лабораторна робота № 16. ....	87
Лабораторна робота № 17. ....	92
ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	99
ЛІТЕРАТУРА.....	103