

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

І.Г. Миронова, Д.В. Кулікова, В.В. Федотов

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
для студентів освітньо-професійної програми «Біологія»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Миронова І.Г.

Основи екології. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів освітньо-професійної програми «Біологія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / І.Г. Миронова, Д.В. Кулікова, В.В. Федотов ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 39 с.

Упорядники:

І.Г. Миронова, канд. техн. наук, доц.,

Д.В. Кулікова, канд. техн. наук, доц.,

В.В. Федотов, ас.

Затверджено науково-методичною комісією спеціальності 091 Біологія та біохімія (протокол № 5 від 01.10.2023) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол №2 від 21.09.2023).

Подано методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів освітньо-професійної програми «Біологія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Методичні рекомендації орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск завідувачка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації призначені для закріплення теоретичних знань, набутих студентами в лекційному курсі, а також формування практичних навичок застосування екологічних знань при оцінюванні стану природних середовищ, при вирішенні питань охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування.

Методичні рекомендації включають *практичні роботи*, текст яких викладено за типовою структурною схемою: тема, мета роботи, сформовані результати навчання, подання теоретичних положень за темою, завдання для самостійного виконання та питання для самоконтролю. Практичні роботи виконуються студентами згідно з поставленими завданнями за допомогою наведених в роботах таблиць, схем.

Результатом виконання практичної роботи є звіт, виконаний в письмовій формі в окремому зошиті або на аркушах формату А4, який підлягає захисту.

Індивідуальна робота студентів передбачає проходження тестових завдань різного ступеня складності: на 1, 2, 3 та 4 бали.

Звіт з практичних робіт може виконуватись в письмовому вигляді або в електронній формі та повинен включати:

- титульний аркуш,
- назву та мету роботи,
- завдання на практичну роботу,
- результати виконання завдань на практичну роботу,
- висновки.

В результаті виконання практичних робіт студенти повинні набути практичні навички з:

- ❖ аналізу етапів становлення екології як науки;
- ❖ визначення об'єктів, цілей, задач, методів і етапів наукових досліджень в галузі загальної екології;
- ❖ розрахунку суми ефективних температур поїкілотермних організмів за певний період;
- ❖ проведення аутекологічної оцінки певного біологічного виду за даними Червоної книги України;
- ❖ визначення і розрахунку показників чисельності та щільності популяцій;
- ❖ аналізу трофічних ланцюгів і трофічних мереж різних природних екосистем;
- ❖ розв'язування задач на основі закономірностей формування екологічних пірамід (правила десяти відсотків);
- ❖ моделювання етапів формування клімаксного біогеоценозу в місцях, зруйнованих стихійними лихами.
- ❖ порівняльного аналізу параметрів екосистем, що зростають та зрілих екосистем.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1 КАЛЕНДАР РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ НАУКИ

Мета роботи: ознайомитись з основними етапами розвитку екології як науки і внесок окремих вчених у формуванні екологічних знань.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні результати навчання:

– розуміти визначення екології як науки і місце сучасної екології в системі природничих, соціальних і технічних наук для забезпечення професійної діяльності;

– розуміти основний понятійно-термінологічний апарат загальної екології.

1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1.1. Термін «екологія»

Слово «екологія» складається з двох грецьких слів – *oikos* (дім, житло, оселя, середовище) та *logos* (вчення, наука). Дослівно це означає вчення про довкілля, середовище, яке оточує організми. З самого початку використання терміну під екологією розумілося вчення про вплив навколишнього середовища на біологічний об'єкт. Е. Геккель, який запропонував термін «екологія» у 1866 році, під екологією розумів науку про зв'язки організмів з навколишнім середовищем, куди ми відносимо в широкому розумінні усі умови існування.

Термін «екологія» довго не отримував визнання і використання. Багато дослідників у ХІХ сторіччі вивчали вплив факторів навколишнього середовища на рослини і тварини, але не користувались цим терміном. Офіційно термін було затверджено у 1910 році на Третьому ботанічному конгресі в Брюсселі у вигляді понять «аутекологія» – екологія особин і окремих видів та «синекологія» – екологія угруповань біологічних видів.

Екологія інтегрує знання з різних біологічних і географічних наук, що накоплені за багато сторіч досліджень природи. Сучасна екологія – це міжгалузевий комплекс фундаментальних і прикладних наук про закономірності функціонування складних природних комплексів, раціональне використання природних ресурсів, соціально-економічні фактори впливу на довкілля, техногенні фактори забруднення довкілля.

1.1.2. Коротка історія становлення екології як науки

Як і всі інші біологічні науки, екологія розвивалася безперервно, але нерівномірно. І як більшість наук, екологія має свою передісторію. Нагромадження відомостей про спосіб життя, залежність від навколишніх умов, характеру розподілу тварин і рослин почалось дуже давно. Праці давньогрецьких філософів-природознавців Гіппократа, Аристотеля, Теофраста містять відомості екологічного змісту. Звичайно, їх можна назвати відомостями екологічними тільки з сучасного погляду, оскільки сам термін «екологія» є нещодавнього походження. Отже, в історії екології, як і біології, можна

виділити певні періоди розвитку, які в часовому відрізку нерівноцінні. І в кожний період філософи намагались відповісти на запитання про причини виникнення того чи іншого явища. Їхні висновки нині дехто сприймає з іронією, але не варто забувати, що кожен з них мав обмежений спектр технічних можливостей – тільки технічний прогрес дав змогу робити більш правильні висновки, давати відповіді на виниклі запитання.

Першим періодом, етапом розвитку екологічних досліджень можемо вважати описовий етап, який тривав досить довго. Це період накопичення інформації про багатство тваринного та рослинного світу на нашій планеті, період відкриття нових континентів, кругосвітніх подорожей. У наукових фондах музеїв Великобританії, Іспанії, Португалії, Франції досі зберігаються експонати, зібрані натуралістами, які супроводжували мореплавців. Слід відмітити, що і понині експедиції, що споряджаються країнами, включають біологів різних галузей.

Упродовж півтора тисячоліття накопичилась величезна кількість інформації, яка потребувала узагальнення. Отже, поряд з накопиченням інформації назріває виникнення другого етапу розвитку – систематики, з яким пов'язують імена таких відомих вчених, як К. Лінней та О. Гумбольдт. Багато науковців епохи Відродження (XVII–XIX ст.) зробили вагомий внесок у цю науку, яку в ті часи екологією ще не називали. Зокрема, А. Левенгук (XVIII ст.) – відомий як основоположник вчення про трофічні взаємовідносини та регуляцію чисельності популяцій; французький вчений Ж. Бюффон вперше порушив проблему впливу зовнішніх умов на будову тварин. Відомий еволюціоніст, автор першого еволюційного вчення Ж.Б. Ламарк вважав, що вплив «зовнішніх обставин» – одна з найголовніших причин пристосувальних змін організмів, еволюції тварин і рослин. Важливим результатом другого періоду є приведення в систему інформації про органічний світ. Системи, які були створені в цей період, уже давали уявлення про певну ієрархію та взаємозв'язок у живій природі.

Важливим етапом становлення екології як науки стала поява у 1859 р. книги Ч. Дарвіна «Походження видів шляхом природного добору, або збереження обраних порід у боротьбі за життя». У ній Дарвін чітко вказав на роль навколишнього середовища («боротьба за існування» у природі) у природному доборі як одного з основних рушійних сил еволюції. Після виходу у світ праць Е. Геккеля термін «екологія» поступово прижився і набув загального визнання. Друга половина XIX ст. визначалася вивченням способу життя тварин і рослин та їх пристосування до кліматичних умов, а також, завдяки роботам К. Мебіуса, становленням нової галузі екології – біоценології.

Отже, третій етап розвитку теоретичних засад екології розпочався з другої половини XIX ст., хоч як самостійна наука екологія сформувалась і набула наукового визнання лише на початку XX ст. На той час уже сформувались екологічні школи гідробіологів, ботаніків, зоологів, кожна з яких розвивала певну галузь науки екології. У 20-х роках XX ст. в Європі та Америці були організовані екологічні наукові товариства, засновані журнали, а екологію

почали викладати в університетах. У 30-х роках сформувалась нова галузь екології – популяційна екологія, основоположником якої є англійський вчений Ч. Елтон. Увага звертається на популяцію як самостійну одиницю. Центральними для популяційної екології стали проблеми внутрішньовидової організації і динаміки чисельності.

З початку 30-х років виникає принципово новий підхід у дослідженнях з екології. У 1935 р. А. Тенслі обґрунтував поняття екосистеми, а в 1942 р. В. Сукачов сформулював тезу про біогеоценоз. Живі організми почали вивчати у їх співвіднесеності до сукупності абіотичних факторів, з урахуванням закономірностей, що лежать в основі зв'язку всього угруповання й навколишнього середовища – кругообігу речовин та перетворення енергії. Розвиток екосистемного аналізу привів до появи вчення про біосферу. Біосфера перед нами постає як глобальна система, стабільність та функціонування якої ґрунтуються на екологічних законах забезпечення балансу речовини та енергії. Автором цієї теорії був перший президент Української академії наук В.І. Вернадський.

Отже, за короткий період – з середини ХІХ ст. до 60-х років ХХ ст. – екологія як наука зайняла своє місце серед інших природничих наук, було сформульовано основні теоретичні засади науки про взаємозв'язки живих організмів з навколишнім середовищем та між собою. Сьогодні біологами-екологами чітко виокремлюються напрями теоретичної екології, які сформувались історично і розвиваються понині. Такими напрямками є: факторіальна екологія (вчення про фактори середовища та механізми адаптації живих істот до їх дії), демекологія (вчення про популяції), біоценологія (вчення про угруповання), екосистемологія та біогеоценологія (вчення про екосистеми та біогеоценози), біосферологія (вчення про біосферу).

Екологію деколи поділяють на аутекологію та синекологію. Таким чином розділи екології, які вивчають пристосованість популяцій окремих видів організмів до факторів навколишнього середовища, називають аутекологією або екологією видів (*аутос* – сам + екологія). Синекологія – розділ екології, який вивчає життя угруповань різних видів організмів та їх взаємодію (*син* – разом + екологія).

Слід зазначити, що стрімкий розвиток екології зумовлений значними досягненнями інших фундаментальних наук, таких, як фізика, хімія, математика. Зв'язок з цими науками настільки щільний, що подекуди напрями екології (утилізація, промислова екологія тощо) приймають за екологію в цілому. На жаль, в останні десятиріччя, завдяки аргументованому підвищенню уваги до науки екології, помітним є намагання представити наукові досягнення інших, небіологічних, наук як розвиток екології. І як наслідок, результат втілення таких наукових напрацювань далекий від основних завдань екології.

Крім того, нерідко трапляються спроби перенесення лабораторних результатів на об'єкти в природному середовищі, при цьому цілковито ігнорується необхідність комплексного аналізу екосистеми.

Друга половина ХХ ст. продемонструвала, що більшість екологічних проблем виникає завдяки людині. Синтез нових речовин, які відсутні в природі, призвів до глобальної проблеми накопичення полімерних сполук та інших штучних, переважно синтезованих речовин. Їх перевага, яку представляли як досягнення, обернулася для людства загрозою екологічної катастрофи.

У наш час екологія – це розгалужена система наук. Об'єктами її вивчення є популяції організмів, види, угруповання, екосистеми та біосфера в цілому.

Зв'язок екології з практикою надзвичайно тісний через те, що важко знайти сферу діяльності людини, де б не було зв'язку з середовищем існування. За останні десять років з'явилися нові напрями практичної екології (медична екологія, екологія космічного простору тощо), і процес цей триває понині. Як наслідок, з часом можуть відокремитись новітні напрями, які формуватимуть новий підхід до вивчення закономірностей існування живого на нашій планеті.

1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Скласти календар розвитку екологічної науки у вигляді таблиці.

Таблиця 1.1 – Календар розвитку екологічної науки

Роки	Автор	Країна	Екологічна інформація

В таблиці необхідно представити інформацію про вчених з часів Давнього світу і до початку ХХІ сторіччя. Можна розділити таблицю на певні етапи розвитку екології.

Завершити календар екології потрібно інформацією про сучасну українську екологічну школу екології, тобто необхідно надати короткі відомості про видатних вчених біологів-екологів з різних науково-освітніх установ за часів незалежної України.

Завдання 3. Навести коротку біографічну довідку та відомості про наукові праці одного з видатних вчених екологів за вибором студента.

Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняється перше геккелівське визначення екології як науки від сучасного визначення екології?
2. На які етапи можна розділити історичний шлях розвитку екологічної науки?
3. В чому полягає внесок Ч. Дарвіна в розвиток екологічної науки?
4. Які дослідники у ХХ сторіччі зробили найбільший внесок у формуванні понятійного апарату екології?
5. Який внесок у розвиток екологічної науки зробив В.І. Вернадський?
6. Назвіть видатних представників сучасної наукової української екологічної школи часів незалежної України.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ОСНОВНІ ЕТАПИ І

МЕТОДИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ЕКОЛОГІЇ

Мета роботи: узагальнено і на конкретних прикладах ознайомитись з основними етапами та методами наукових досліджень в екології, а також засвоїти деякі загальновідомі екологічні закономірності (закони).

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні результати навчання:

- знати основні етапи екологічних досліджень, методи наукових досліджень в екології;
- розуміти основні екологічні закони, правила, принципи.

2.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Універсальний для дослідників науковий метод передбачає послідовне виконання наступних етапів будь-якого дослідження:

1. *Визначення об'єктів вивчення, цілей, задач і методів дослідження.* Тобто необхідно визначити «що вивчаємо і якими методами». На підготовчому етапі дослідження необхідно ознайомитися з наявними науковими доробками у відповідній галузі науки, результатом чого є літературний огляд по темі дослідження.

2. *Проведення спостережень, збір первинних даних, польових досліджень чи експериментів.*

3. *Проведення аналізу результатів спостереження.* На цьому етапі отримані дані спостережень обробляються методами математичної статистики. Аналіз даних дозволяє сформулювати гіпотезу про закономірності явища, що вивчається.

4. *Перевірка і корекція гіпотези* шляхом проведення наступних спостережень і експериментів. Гіпотеза, що підтверджується може стати теорією.

5. *Прогнозні припущення та їх перевірка.* На цьому завершальному етапі дослідження можливо здійснити прогноз та управління явищем і процесами, що вивчаються.

Збір інформації (спостереження) проводиться з використанням наступних методів:

Польовий метод спостережень проводиться в природі із дотриманням принципу мінімального втручання спостерігача дослідника в природні процеси.

Польові методи дозволяють встановити результат впливу на організм чи популяцію певного комплексу факторів, з'ясувати загальну картину розвитку життєдіяльності виду в певних умовах.

Експеримент передбачає пряме втручання в природні процеси з ціллю їх вивчення. Спостерігач дослідник створює певні задані умови для вивчення відгуку об'єкту, що вивчається. Експеримент може бути проведений в природі чи в лабораторії. Експериментальні методи дозволяють проаналізувати вплив

на розвиток організму окремих факторів у штучно створених умовах і таким чином вивчити всю різноманітність екологічних механізмів, які обумовлюють його нормальну життєдіяльність.

При лабораторному методі – в екосистему вносять зміни та через деякий час оцінюють стан екосистеми та порівнюють з контролем.

В науці широко використовується метод *моделювання* – створення моделей в якості образів, що подібні до об'єкту, який вивчається. Модель повинна якомога більше відображати оригінал. Модель може бути математична, фізична, графічна.

Математичне моделювання – полягає у формалізації поведінки систем на основі математичних виразів. Фізичне моделювання – це створення зменшених копій реальних об'єктів і систем. Прикладом фізичної моделі в екології є акваріум. Основним недоліком такого типу моделі є те, що при масштабному переході, тобто при збільшенні розмірів, деякі закономірності, що діяли в межах моделі, діяти перестають. Графічне моделювання – це зображення залежності між змінними в одній із систем координат, найчастіше в прямокутній декартовій системі. Прикладом є графіки змін чисельності популяцій.

Гіпотеза – це науково обґрунтоване припущення, що потребує підтвердження і перевірку додатковими експериментами і спостереженнями. При описі явища, що вивчається, може бути декілька гіпотез. Якщо гіпотеза багаторазово підтверджується (може «встояти» в експериментах і спостереженнях), то вона стає теорією. У свою чергу, якщо теорію не змогли спростувати факти, а відхилення від неї можна спрогнозувати, то така теорія переводиться в ранг закону.

2.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Знайти приклад наукового дослідження (наукову статтю) в галузі загальної екології та вказати авторів, назву, об'єкти і методи дослідження, місце і рік проведення дослідження та наукові висновки.

Завдання 3. Привести приклад екологічного закону (з книг Н.Ф. Реймерса «Природокористування», В.М. Бродвій, О.О. Гаца «Системоутворюючі закони екології» чи інших джерел).

Завдання 4. Привести приклад моделювання в галузі загальної екології.

Питання для самоконтролю

1. Які етапи дослідження передбачає науковий метод?
2. Чим відрізняється польовий метод дослідження від експерименту?
3. Чим відрізняється наукова гіпотеза від теорії?
4. Наведіть приклади, що ілюструють екологічні закони Б. Комонера.
5. Якими можуть бути моделі в екологічній науці?
6. Які вимоги до моделі необхідно застосовувати при проведенні модельних екологічних досліджень?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

ЕКОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ. ТЕМПЕРАТУРНИЙ ФАКТОР. РОЗРАХУНОК СУМИ ЕФЕКТИВНИХ ТЕМПЕРАТУР

Мета роботи: ознайомитись з класифікацією екологічних чинників, закономірностями впливу температурного фактору на біоту, засвоїти розрахунок суми ефективних температур для пойкилотермних організмів.

В результаті виконання даної практичної роботи буде сформований наступний результат навчання:

– розуміти основні принципи взаємодії живих організмів різних рівнів філогенетичної спорідненості між собою та навколишнім середовищем.

3.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Окремі властивості або елементи середовища, що впливають на організми, називають *екологічними факторами (чинниками)*. Екологічні фактори мають різну природу і специфіку дії. Вони поділяються на три групи: біотичні (чинники живої природи), абіотичні (чинники неживої природи), антропогенні, пов'язані з діяльністю людини.

За характером дій виділяють періодичні й неперіодичні екологічні чинники. До періодичних екологічних чинників відносять природні явища, зумовлені обертанням Землі: зміна пір року, добова зміна освітленості, добові, сезонні та вікові зміни температури і опадів, динаміка рослинної їжі (для тварин) тощо. До неперіодичних належать екологічні чинники, що не мають вираженої циклічності, наприклад, хімічний склад і механічні характеристики ґрунту, атмосферного повітря або води.

Температура є найважливішим абіотичним екологічним фактором, на який реагують усі живі істоти, адже вона визначає швидкість хімічних реакцій у навколишньому середовищі й метаболізму в більшості живих організмів.

По відношенню до температурного фактору, виділяють теплокровні (гомойотермні) організми, що підтримують постійну температуру тіла і холонокровні (пойкілотермні) організми, які повністю залежать від зовнішнього тепла. До теплокровних організмів, що мають активну терморегуляцію, відносять ссавців і птахів. Усі інші холонокровні організми (мікроорганізми, гриби, рослини, риби, амфібії, рептилії) мають пасивну терморегуляцію.

Основним джерелом збільшення температури тіла для організмів (особливо для холонокровних) є тепло ґрунту, води, повітря, у залежності від середовища мешкання. Від тепла, що надходить із зовні у значній мірі залежить тривалість розвитку організму. Для кожного виду холонокровних організмів можна встановити температурний поріг розвитку (температуру фізіологічного нуля) T_0 – певну температуру середовища, під впливом якої процеси фізіологічного розвитку припиняються. Для окремих стадій розвитку

фізіологічний нуль може набувати різні значення. У зв'язку з цим було введено поняття ефективної температури – T_e .

Ефективна температура являє собою суму тепла, що накопичується у процесі розвитку організму. Поняття ефективної температури використовують для холоднокровних (пойкілотермних) організмів, температура тіла яких повністю залежить від тепла навколишнього середовища. Ефективна температура за певну кількість днів або годин визначається за формулою:

$$T_e = (T_{сд1} - T_0) + (T_{сд2} - T_0) + \dots + (T_{сдI} - T_0),$$

де $T_{сд 1,2,I}$ – фактична середньодобова температура за певний період;
 T_0 – температура фізіологічного нуля.

3.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Надайте у зошиті розгорнуту класифікацію екологічних факторів.

Завдання 3. Розрахуйте суму ефективних температур чотириденної стадії розвитку личинки комахи за наступними даними (таблиця 3.1):

Таблиця 3.1 – Температурні показники розвитку личинки комахи за чотири доби

Дні	Середньодобова температура, $T_{сд}$, °C	Температура фізіологічного нуля комахи, T_0 °C	Сума ефективних температур, T_e , °C
1	10,2	8,0	
2	14,1	8,0	
3	18,0	8,0	
4	22,1	8,0	
Ефективна температура =			

Завдання 4. Відомо, що температурний поріг розвитку ікри форелі складає 0 °C, а сума ефективних температур для ікри – 410 °C . Визначте, за скільки днів здійсниться вихід мальків форелі з ікринок для різних варіантів температури води: 1) +5; 2) +6; 3) +7; 4) +8; 5) +9; 6) +10 градусів.

Завдання 5. Сформулюйте основні екологічні правила (закономірності), що характеризують характерні адаптації гомойотермних тварин до температурних умов середовища:

Правило Бергмана

Правило Алена

Правило Глогера

Правило Гессе

Закон покривів тіла

Питання для самоконтролю

1. На які групи поділяють екологічні чинники?
2. В чому полягає значення температурного фактору для організму?
3. Що являє собою пасивна й активна терморегуляція і яким організмам вона властива?
4. Чим небезпечні для організмів високі температури?
5. Чим небезпечні для організму негативні температури?
6. Яку температуру називають фізіологічним нулем?
7. Що являє собою сума ефективних температур?
8. Як можна користуватися сумою ефективних температур при штучному розведенні риб?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 АУТЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНОГО ВИДУ

Мета роботи: засвоїти основні закономірності аутекології та на прикладі певного біологічного виду надати його розгорнуту аутекологічну характеристику.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні результати навчання:

- розуміти основні принципи взаємодії живих організмів різних рівнів філогенетичної спорідненості між собою та навколишнім середовищем;
- розуміти механізми дії хімічних речовин, фізичних полів і біологічних агентів на життєдіяльність організмів.

4.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Аутоекологія, (факторіальна екологія, екологія видів) – розділ екології, що вивчає взаємовідносини окремих видів організмів з довкіллям. Ауतेкологія – розділ екології, що вивчає вплив чинників довкілля на окремі організми, популяції і види (рослин, тварин, грибів, бактерій).

Саме як аутекологію розумів екологію її засновник Е. Геккель. По суті аутекологом був і Ч. Дарвін – автор теорії пристосування організмів до умов навколишнього середовища шляхом природного відбору.

Завдання аутекології – виявлення фізіологічних, морфологічних і інших пристосувань (адаптації) видів до різних екологічних умов: режиму зволоження, високим і низьким температурам, засоленню ґрунту (для рослин). Останніми роками в аутекології з'явилося нове завдання – вивчення механізмів реагування організмів на різні варіанти хімічного і фізичного забруднення (включаючи радіоактивне забруднення) середовища.

Кожен вид має свої специфічні вимоги до умов навколишнього середовища і здатність витримувати несприятливі умови. Натомість існують декілька загальних екологічних правил – принципів аутекології, які проявляються у всіх організмів.

Теоретична основа ауतेкології – її закони.

Перший закон аутекології – закон оптимуму: по будь-якому екологічному чиннику будь-який організм має певні межі поширення (межі толерантності). Як правило, в центрі ряду значень чинника, обмеженого межами толерантності, лежить область найсприятливіших умов життя організму, при яких формується найбільша біомаса і висока щільність популяції. Навпаки, біля кордонів толерантності розташовані зони пригноблення організмів, коли падає щільність їх популяцій і види стають найуразливішими до дії несприятливих екологічних чинників, включаючи і вплив людини.

Другий закон аутекології – індивідуальність екології видів: кожен вид по кожному екологічному чиннику розподілений по-своєму, криві розподілів різних видів перекриваються, але їх оптимуми різняться. З цієї причини при зміні умов середовища в просторі (наприклад, від сухої вершини горба до вологої балки) або в часі (при пересиханні озера, при посиленні випасу, при заростанні скель) склад екосистем змінюється поступово. Відомий російський еколог Л. Г. Раменський сформулював цей закон образно: «Види – це не рота солдатів, що марширують в ногу».

Третій закон аутекології – закон лімітуючих (що обмежують) чинників: найважливішим для розподілу виду є той чинник, значення якого знаходяться в мінімумі або максимумі. Наприклад, в степовій зоні лімітуючим чинником розвитку рослин є зволоження (значення знаходиться в мінімумі) або засолення ґрунту (значення знаходиться в максимумі), а в лісовій – її забезпеченість живильними елементами (значення знаходиться в мінімумі).

Закони аутекології широко використовуються в сільськогосподарській практиці, наприклад, при виборі сортів рослин і порід тварин, яких найдоцільніше вирощувати або розводити в конкретному районі.

4.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Сформулюйте основні аутекологічні закономірності:

1. Закон мінімуму Лібіха.
2. Принцип екологічної толерантності Шелфорда.
3. Закон сукупної дії факторів.

Завдання 3. По конкретному виду хребетної тварини з Червоної книги України (риби, амфібії, рептилії чи ссавцю) необхідно представити наступну біоекологічну інформацію:

Назва виду: українська, латинська.

Ареал виду: текстовий опис області розповсюдження + карта України з позначенням місць мешкання.

Біологічні особливості: типові розміри і окрас (зробити малюнок), термін життя, період розмноження, чисельність популяцій.

Особливості середовища мешкання: біотопи (характерні місця мешкання), вимоги виду до абіотичних факторів (температури, вологості, світлу та ін.), лімітуючі фактори.

Трофічний статус: чим харчується, трофічний рівень, вороги (вид як об'єкт живлення для інших тварин), місце в трофічній мережі.

Природоохоронний статус: категорія рідкості Червоної книги України. Наявність виду у міжнародних Червоних списках. Причини зменшення чисельності. Заходи з охорони виду.

Біологічна роль виду.

Господарське значення виду.

Питання для самоконтролю

1. Яку проблематику охоплює аутоекологія (факторіальна екологія)?
2. В чому полягає принцип екологічної толерантності?
3. Як називають екологічні групи організмів, що мають вузьку та широку екологічну толерантність?
4. Розтлумачте сутність закону мінімуму Лібіха.
5. Як проявляється комплексна дія екологічних факторів?
6. Які чинники навколишнього середовища називають лімітуючими?
7. Що визначає трофічний статус біологічного виду?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 МЕТОДИ ОЦІНКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ТА ЩІЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ

Мета роботи: ознайомитися з методами оцінки чисельності та щільності популяції та на прикладах розрахувати показники розміру рослинних і тваринних популяцій.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні результати навчання:

- знати статистичні та динамічні параметри популяцій;
- застосовувати екологічні знання при оцінюванні стану природних середовищ, при вирішенні питань охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування.

5.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Кожен біологічний вид представлений в природі окремими внутрішньовидовими групами особин – популяціями, які упродовж тривалого існування займають певну територію (популяційний ареал) та зберігають свою специфічну просторову, статеву-вікову, етологічну структуру. Популяції завжди більш-менш ізольовані одна від іншої географічними чи біологічними бар'єрами. Пристосовуються до навколишнього середовища і еволюціонують не окремі біологічні види чи окремі особини, а саме популяції. Тому популяція є основною біологічною та екологічною одиницею мікроеволюційного процесу.

Величина популяції визначається розмірами популяційного ареалу, чисельністю та щільністю. Чисельність популяції – кількість особин однієї популяції на всій території або в усьому об'ємі (води, ґрунті). Щільність популяції – кількість особин на одиницю площі або об'єму.

Існують різні методи оцінки чисельності та щільності популяцій:

1. **Метод прямого підрахунку** можна застосовувати у випадку великих добре помітних нечисленних організмів. При цьому вони можуть бути як малорухомими (наприклад, дерева), так і великими тваринами, що швидко рухаються (наприклад, олені, леви, великі птахи). Прямий підрахунок може проводитися за допомогою дистанційних методів спостереження. Наприклад, чисельність кажанів визначають за допомогою дистанційних акустичних детекторів.

2. **Метод пробних площадок** є найпоширенішим способом визначення щільності, на підставі якого можна оцінити й загальну чисельність популяції. Розмір території, на якій здійснюється підрахунок, залежить передусім від розміру особин (мураха чи олень), можливостей їх підрахунку (нерухоме дерево і рухлива тварина), типів просторового розподілу. Для великих хижаків площа підрахунку може сягати 100 км². Для підрахунку дерев, вивірок чи мурашників можна взяти площу 1 га, тоді як для личинок травневого хруща чи дощового черв'яка — 1 м². У водному середовищі або ґрунті поряд з одиницею площі для дрібних і мікроскопічних мешканців беруть одиницю об'єму 1 дм³ або 1л, 1 см³ або 1 мл. Крім площадок, можна використовувати трансекти або маршрути, коли обраховують кількість особи, які зустрілися на певному відрізку протягом певного часу.

3. **Метод мічення і повторного відлову** є зручним для оцінки загальної чисельності популяцій рухливих дрібних тварин (наприклад, мурах у мурашнику). Суть його полягає у тому, що виловлюють певну кількість тварин, і після мічення їх випускають на волю. Через певний час проводять повторні вилови, і за часткою, яку складають серед пійманих особин мічені, розраховують загальну чисельність популяції. Для розрахунку загальної чисельності популяції N використовують індекс Лінкольна:

$$N = \frac{M(n+1)}{m+1},$$

де M – кількість тварин у першому вилові, n – кількість тварин у другому вилові, m – кількість тварин у другому вилові, що були помічені.

4. **Метод вилучення**. При використанні цього методу для малих територій проводять серію виловів, тимчасово вилучаючи невелику частину популяції. На основі отриманих даних будують графік, який показує тенденцію до зменшення

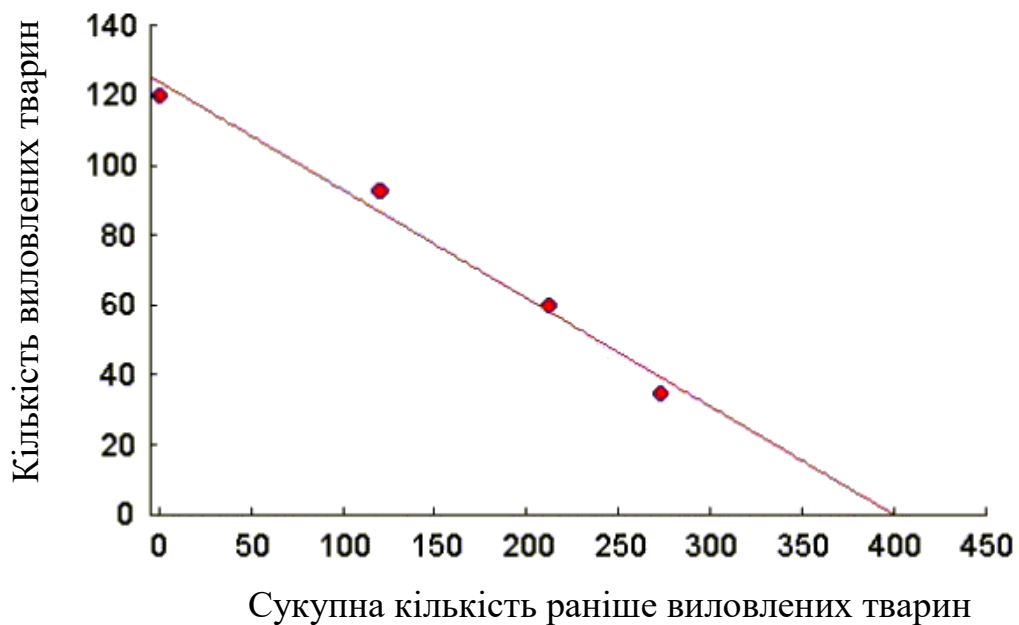
популяції в процесі вилучення частини популяції. Графік дозволяє орієнтовно визначити загальну чисельність популяції.

Приклад. У серії з чотирьох послідовних разів вилов сачком комах певного виду на галявині у лісі було зареєстровано 120, 93, 60 і 35 особин. Необхідно оцінити загальний рівень чисельності популяції цих комах на галявині. Представимо результати вилову у таблиці:

Таблиця 5.1 – Результати вилову комах певного виду на галявині у ліс

Номер вилову	Кількість виловлених тварин (вісь Y)	Сукупна кількість виловлених раніше тварин (вісь X)
1	120	0
2	93	$0 + 120 = 120$
3	60	$0 + 120 + 93 = 213$
4	35	$0 + 120 + 93 + 60 = 273$

Представимо результати вилову на графіку:



Загальна чисельність популяції на графіку визначається у місці перетину лінії апроксимації точок з віссю X , тобто це приблизно 400 особин.

З метою уникнення негативного впливу стресу при вилові, розроблено методи дистанційного мічення. Наприклад, застосовують нетоксичні барвники при відвідуванні птахами гнізд або водопоїв.

Крім абсолютних величин оцінки щільності популяції на практиці часто зручно використовувати відносні показники щільності:

1. Частота зустрічальності – міра ймовірності (шансу) виявити особину певного виду у випадково закладеному квадраті (ділянці). Наприклад, якщо

було виявлено особину в одному з 10 випадково закладених квадратів, то частота зустрічальності буде становити 10%. Слід пам'ятати, що на точність цього методу впливає площа обраного квадрату.

2. Покриття (або проективне покриття) – величина, яка вказує на частку площі у відсотках, яку займає даний вид. Фактично, ця величина відображає екологічну щільність популяції. Традиційно проективне покриття визначають для рослин.

5.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Визначте частоту виду рослини, якщо він був виявлений у 86 квадратах з 200.

Завдання 3. В невеликому озері було виловлено 625 особин форелі. Вони були помічені і знов випущені. Через тиждень в озері виловлено 873 особин форелі, з яких у 129 виявлено мітки. Визначте приблизну чисельність популяції форелі.

Завдання 4. Визначте за методом вилучення приблизну чисельність популяції пуголовок ропухі у ставку (заповніть таблицю і побудуйте графік), виходячи з наступних даних:

Таблиця 5.2 – Результати чисельності популяції пуголовок ропухі у ставку

№ вилову	Кількість тварин у вилові	Кількість вилучених тварин
1	123	
2	89	
3	68	
4	37	

Питання для самоконтролю

1. Дайте розгорнуте визначення популяції.
2. Якими характеристиками можна описати будь-яку популяцію?
3. Чим чисельність відрізняється від щільності популяції?
4. В чому полягає сутність метода пробних ділянок для оцінки розміру популяції?
5. З якою метою використовується метод мічення і повторного вилову?
6. В яких випадках використовується метод вилучення в оцінці розміру популяції?
7. Які існують відносні показники щільності популяції?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 ОЦІНКА ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ

Мета роботи: ознайомитись з рівнянням динаміки популяції і на прикладах розрахувати зростання популяцій бактерій і тварин.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні результати навчання:

- знати статистичні та динамічні параметри популяцій;
- застосовувати екологічні знання при оцінюванні стану природних середовищ, при вирішенні питань охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування.

6.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Динамічні параметри популяції на відміну від статичних відображують не стан популяції, а процеси, що відбуваються в популяції з часом. Основними популяційними динамічними параметрами є приріст популяції, народжуваність, смертність, еміграція, імміграція. Якщо чисельність популяції є постійною, то сталість цього параметру є результатом динамічної рівноваги процесів надходження – вибуття особин з популяції.

У загальному вигляді співвідношення процесів, що визначають динаміку чисельності популяцій, можна записати як:

$$\text{Приріст популяції} = \Delta N = N_{t1} - N_{t2} = \left(\begin{array}{c} \text{народження особин} \\ + \\ \text{імміграція особин} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{смертність особин} \\ + \\ \text{еміграція особин} \end{array} \right)$$

Будь яка популяція кожного виду має здатність до необмеженого росту чисельності. Для кожного виду можна розрахувати максимально можливий приріст популяції (наприклад, у лабораторних оптимальних умовах), коли дія обмежуючих чинників є відсутньою. При цьому ріст популяції буде відбуватися за експоненційною кривою. Рівняння експоненційної кривої можна записати як:

$$N_t = N_0 e^{rt},$$

де N_t – чисельність популяції на момент часу t , N_0 – початкова чисельність популяції, e – основа натурального логарифму, r – коефіцієнт швидкості росту кривої.

Швидкість росту чисельності популяції буде найбільше залежати від величини коефіцієнту r (репродукційного потенціалу), який є специфічним для кожного біологічного виду.

В популяційній екології необмежене зростання чисельності популяції має назву J -подібний ріст (рис. 6.1, а). При цьому швидкість росту буде постійною, а її величина – пропорційною величині репродукційного потенціалу r .

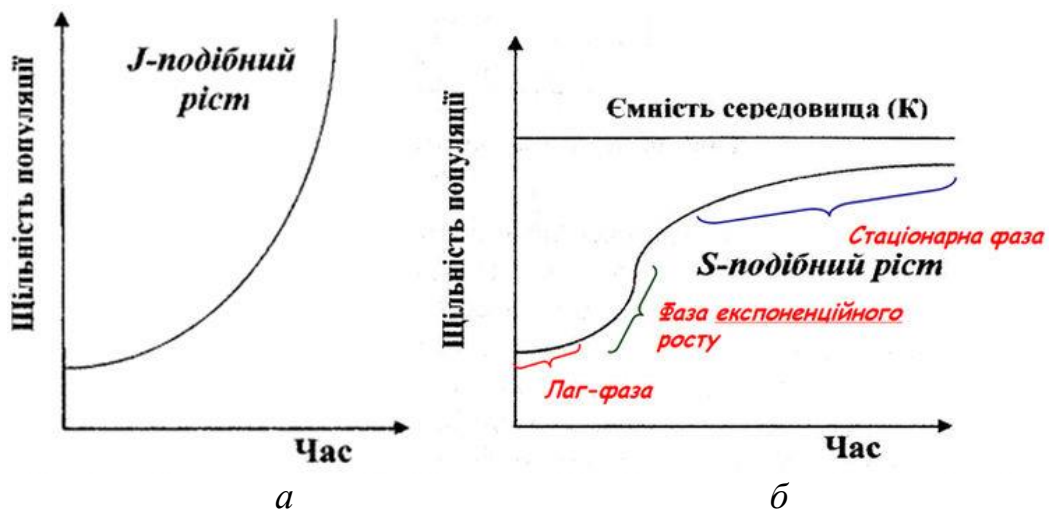


Рис. 6.1 – Графічне зображення *J*-подібного (а) та *S*-подібного росту (б) чисельності популяції

Найчастіше у природі при зростанні чисельності організмів включаються механізми зворотного зв'язку, які починають поступово пригнічувати народжуваність. При цьому чисельність популяції стабілізується на певній величині, що відповідає максимально можливій. Ця величина отримала назву ємності середовища *K* – максимальна можлива чисельність популяції, потреби якої можуть бути задоволені ресурсами даної екосистеми. Така крива росту чисельності характеризується *S*-подібною формою (рис. 6.1, б). *S*-подібну криву умовно можна розділити на певні фази, що відображують специфіку внутрішньо популяційних процесів.

На підставі типів кривих росту виділяють дві стратегії росту популяцій.

Перша стратегія – це так звана опортуністична популяція (від лат. *Opportunus* – зручний, вигідний) (рис. 6.2, а). Її ріст супроводжується вибухоподібним експоненційним ростом чисельності (популяційний вибух), що згодом призводить до краху чисельності популяції. Такими є, наприклад, популяції однорічних рослин – типових бур'янів, які швидко ростуть навесні і влітку на свіже виораному полі. Або комахи – сільськогосподарські шкідники (сарана, сосновий та непарний шовкопряди).

Друга стратегія – рівноважна популяція, яка характеризується *S*-подібною кривою росту (рис. 6.2, б). Чисельність в такій популяції зупиняється на певному рівні. Час від часу вона може виходити за цю межу. Але завдяки механізмам зворотного зв'язку запускаються процеси, які повертають чисельність популяції до рівноважного рівня. Такий тип популяції характерний для багатьох великих хребетних тварин, дерев з тривалим життєвим циклом.

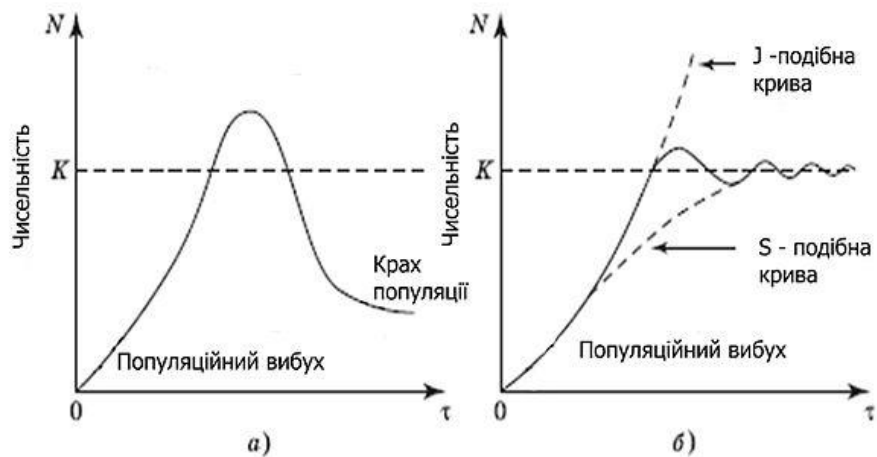


Рис. 6.2 – Характер росту чисельності опортуністичної (а) та рівноважної (б) популяції

6.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Бактерії здатні дуже швидко розмножуватись. Кожні півгодини шляхом поділу з однієї бактеріальної клітини утворюються дві. Якщо одну бактерію помістити в ідеальні умови з необмеженими ресурсами, то за добу її потомство складатиме 2811474976710700 клітин. Така кількість бактерій заповнить ємність 0,25 л. Який час повинен пройти, щоб бактерії зайняли ємність 0,5 л.

Завдання 3. Проілюструйте на генеалогічній схемі і на графіку зростання популяції польових мишей за 150 днів, виходячи з наступних умов:

- на перший день у наявності дві миші – одна пара віком 30 днів;
- мишки розмножуються у віці 30 днів;
- мишки народжуються у віці 51 дня батьків, тобто вагітність триває 21 день;
- кожна пара мишей мають 6 особин у приплоді – 3 самця і 3 самки, що утворює 3 пари, готових до розмноження через 30 днів.

Питання для самоконтролю

1. Що таке приріст популяції і як його розраховують?
2. У чому полягає різниця між імміграцією та еміграцією?
3. Чим відрізняється експоненціальне, лінійне та нульове зростання?
4. Чим характерний і для кого властивий **J**-подібне зростання популяції?
5. Чим характерний і для кого властивий **S**-подібне зростання популяції?
6. Як у природі відбувається саморегуляція чисельності популяції?
7. Які фактори стримують необмежене зростання популяції?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

ТИПИ ВЗАЄМОВІДНОСИН МІЖ ОРГАНІЗМАМИ В БІОЦЕНОЗІ

Мета роботи: ознайомитись з поняттям біоценозу і типами біотичних відносин між організмами.

В результаті виконання даної практичної роботи буде сформований наступний результат навчання:

– розуміти основні принципи взаємовідношень між організмами, популяціями і угрупованнями між собою та навколишнім середовищем;

7.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Біоценоз (біологічне угруповання) – стала сукупність рослин (продуцентів), тварин (консументів) і мікроорганізмів (редуцентів), що населяють певну ділянку суші або водойми і мають складні відносини як між собою, так і з абіотичними факторами. Прикладом біоценозів можуть бути ліс, луки, степ, болото, сільськогосподарські угіддя тощо. Основною функцією біоценозів є здійснення біологічного круговороту речовин в екосистемі.

Кожен біоценоз, наземний або водний, можна описати певними характеристиками, його базовими параметрами: склад основних біологічних видів, співвідношення видів (домінанти, субдомінанти), просторова горизонтальна структура, просторова вертикальна структура (ярусність), первинна біомаса (рослини), вторинна біомаса (тварини), приріст біомаси за рік (продукція), стадія розвитку біоценозу.

Виокремлюють такі основні типи зв'язків між популяціями різних видів у екосистемах:

– прямі зв'язки – безпосередньо пов'язують дві популяції (наприклад, хижак і здобич, паразит і хазяїн);

– непрямі зв'язки – популяція одного виду впливає на популяцію іншого опосередковано, через популяції третього (наприклад, хижаки, поїдаючи здобич, впливають на популяції рослин);

– трофічні зв'язки – це зв'язки живлення (наприклад, хижак – здобич);

– топічні зв'язки – це просторові зв'язки (наприклад, орхідеї на стовбурах дерев);

– фабричні зв'язки – це зв'язки, пов'язані з наданням середовища чи притулку (наприклад, дятел робить дупла в стовбурі дерев, зелені водорості живуть у шерсті лінивців);

– форичні зв'язки – це зв'язки, пов'язані з перенесенням особинами одних видів особин іншого виду (наприклад, перенесення насіння й плодів рослин, яким властива зоохорія);

– антибіотичні взаємозв'язки (хижацтво, конкуренція, виїдання) – кожна із взаємодіючих популяцій різних видів відчуває негативний вплив іншої;

– нейтральні взаємозв'язки – існування на спільній території популяцій

різних видів не спричиняє для кожної із них жодних наслідків (наприклад, хижаки різних видів);

– симбіотичні взаємозв'язки (мутуалізм, коменсалізм, паразитизм) – усі форми співіснування організмів різних видів (наприклад, бульбочкові бактерії і бобові рослини).

7.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Дайте визначення і наведіть приклади основних біоценотичних зв'язків з малюнками:

- 1) Трофічні зв'язки (наведіть приклади для суші і водойми).
- 2) Топічні зв'язки.
- 3) Форичні зв'язки (зоохорія і форезія).
- 4) Фабричні зв'язки.

Завдання 3. На окремому аркуші заповніть таблицю 7.1 основних біотичних взаємовідносин між організмами. У прикладах наведіть малюнки.

Таблиця 7.1 – Основні біотичні взаємовідносини між організмами

Тип біотичних відносин	Код + – 0 (+ користь, – шкода, 0 нейтрально)	Приклади для рослин	Приклади для тварин
хижацтво			
паразитизм			
конкуренція			
аменсалізм			
коменсалізм			
протокооперація			
мутуалізм			
нейтралізм			

Питання для самоконтролю

1. Що таке біоценоз і які складові компоненти є для нього обов'язковими?
2. Чим пояснюється схожість біоценозів на різних континентах Землі?
3. Якими базовими характеристиками можна описати будь-який біоценоз?
4. В чому полягає сутність трофічних, топічних, форичних і фабричних зв'язків в біоценозі?
5. На які групи можна розділити типи міжвидових біотичних відносин?
6. Як позитивно впливають на біоценоз негативні типи біотичних зв'язків?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 ТРОФІЧНА СТРУКТУРА БІОЦЕНОЗУ

Мета роботи: ознайомитись з поняттями трофічних ланцюгів і трофічних мереж, а також проаналізувати харчові мережі змішаного лісу і степу.

В результаті виконання даної практичної роботи буде сформований наступний результат навчання:

– знати особливості структури екосистеми, закономірності просторового розміщення біоценозів, видові та трофічні структури біоценозу.

8.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

У природі відбувається безперервний колообіг біогенних речовин, необхідних для життя. Автотрофи за допомогою фотосинтезу створюють органічні речовини, якими живляться гетеротрофи, а редуценти знов їх мінералізують. Таким чином, у процесі еволюційного розвитку життя в екологічних системах склалися певні ланцюги живлення (трофічні; грец. «*трофо*» – живлення). *Ланцюг живлення (трофічний ланцюг)* – послідовність груп організмів, кожна з яких (ланка ланцюга) є поживою для наступної, тобто поєднана зв'язками їжа – споживач. На базі трофічних зв'язків виникають ланцюги живлення, що включають групи організмів, у яких одні поїдають інших. До будь-якої екосистеми входить кілька трофічних рівнів або ланок ланцюга. На основі ланцюгів живлення складається екологічна піраміда (рис. 8.1).

Ланцюг живлення, як правило, складається з 2-5 ланок і включає представників продуцентів, консументів і редуцентів:



Рис. 8.1 – Узагальнена схема трофічної структури наземного біоценозу

Існує два основних типи трофічних ланцюгів – *пасовищні та детритні*. У пасовищних трофічних ланцюгах (ланцюгах виїдання) основу складають автотрофні організми – *продуценти* (головним чином рослини), потім йдуть споживаючі їх рослиноїдні тварини – *консументи 1 порядку* (наприклад, зоопланктон, що живиться фітопланктоном), потім – хижаки *консументи 2-го порядку* (наприклад, риби, споживаючі дрібних риб), далі – хижаки *консументи 3-го порядку* (наприклад, хижі риби, такі як щука, що живиться іншими рибами). Особливо довгі харчові ланцюжки в океані, де багато видів (наприклад, тунці, акули) займають місце *консументів 4-го порядку*. Детритні трофічні ланцюги (ланцюги розкладання) починаються з органічних залишок (детриту), якими харчуються організми *редуценти*, а потім йдуть тварини, що їх поїдають.

Зазвичай для кожної ланки ланцюгу живлення можна вказати не одну, а декілька інших ланок, пов'язаних з нею відношенням «їжа – споживач». Встановлення таких зв'язків перетворює харчовий ланцюжок на складнішу структуру – *харчову або трофічну мережу*.

8.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Проаналізуйте трофічну мережу змішаного лісу і степу (рис. 8.2 – 8.4), по кожній екосистемі складіть декілька ланцюгів живлення пасовищного і детритного типу та визначте трофічний рівень кожного виду.



Рис. 8.2 – Спрощена трофічна мережа екосистеми змішаного лісу

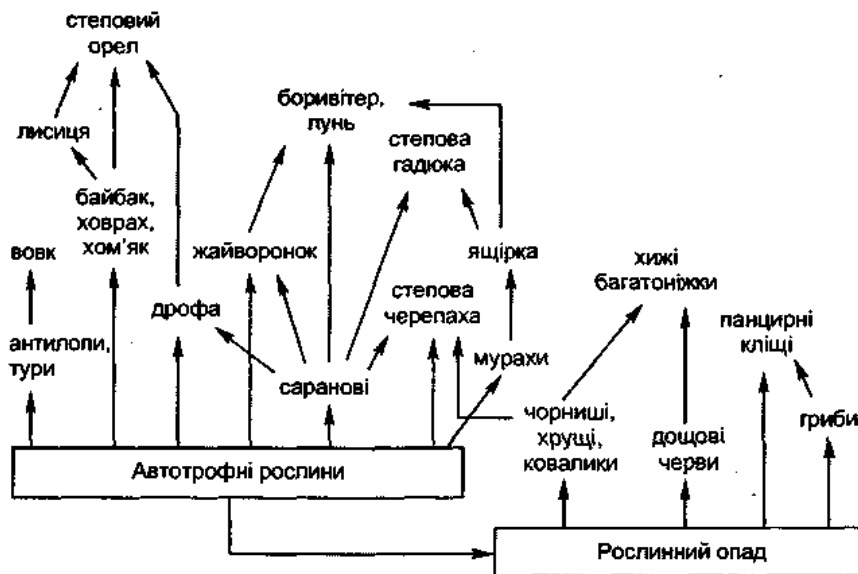


Рис. 8.3 – Спрощена трофічна мережа екосистеми степу



Рис. 8.4 – Спрощена трофічна мережа екосистеми пустелі

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає роль трофічних зв'язків у функціонуванні екологічної системи?
2. Чим відрізняються трофічні ланцюги від трофічних мереж?
3. В чому полягає особливість детритних трофічних ланцюгів?
4. Як впливає складність трофічних мереж на стабільність екосистеми?
5. Які екологічні групи організмів входять до трофічних ланцюгів і мереж?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9 ЕКОЛОГІЧНІ ПІРАМІДИ. ПРАВИЛО 10 ВІДСОТКІВ

Мета роботи: ознайомитись з поняттям і типами екологічних пірамід та засвоїти розв'язування задач на основі правила десяти відсотків.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні результати навчання:

- розуміти основні принципи взаємодії живих організмів різних рівнів філогенетичної спорідненості між собою та навколишнім середовищем;
- застосовувати екологічні знання при оцінюванні стану природних середовищ, при вирішенні питань охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування.

9.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Екологічна піраміда (або трофічна піраміда, харчова піраміда) – графічне подання зміни кількості, біомаси або біопродуктивності на кожному трофічному рівні екосистеми.

Розрізняють три типи екологічних пірамід: *піраміда чисел* відображає чисельність окремих організмів на кожному рівні; *піраміда біомаси* – кількість органічної речовини, синтезованої на кожному з рівнів; *піраміда енергії* – величину потоку енергії на всіх трофічних рівнях.

Правило екологічної піраміди (правило 10%) – продукція організмів кожного наступного трофічного рівня завжди менша у середньому в 10 разів за продукцію попереднього. Тобто маса кожної подальшої ланки ланцюга живлення прогресивно зменшується.



9.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Побудуйте піраміду біомаси озера в зимовий і весняний періоди за даними табл. 9.1. Поясніть, чому в зимовий період екологічна

піраміда «перегортається». Користуючись правилом екологічної піраміди (правилом 10%) виконайте розрахункові завдання.

Таблиця 9.1 – Дані біомаси озера в зимовий і весняний періоди

Екологічні групи організмів	Біомаса, г/м ³	
	Зима	Весна
Продуценти (фітопланктон)	2	100
Консументи 1-го порядку (зоопланктон, риби фітофаги)	10	12
Консументи 2-го порядку (риби зоофаги)	3	6

Завдання 3. Побудуйте піраміди чисельності і біомаси трофічного ланцюгу трава – сарана – жаба – вуж – яструб за наступними даними. Маса одного пагону трави складає 5 г., однієї сарани – 1 г., жаби – 10 г., вужа – 200 г., яструба – 2000 г. Кількість особин розрахуйте з урахуванням річного врожаю трави 40 тон.

Завдання 4. Визначте скільки потрібно фіто- та зоопланктону, а також риби, щоб в морі виріс один дельфін масою 200 кг.

Завдання 5. Визначте скільки потрібно зерна, щоб у лісі виріс один філін масою 3,5 кг, якщо ланцюг живлення має вигляд: зерна злаків, миша-полівка, тхір, філін.

Завдання 6. Визначте скільки орлів може вирости при наявності 10 тон злакових рослин, якщо ланцюг живлення має вигляд: злаки, саранові комахи, комахоїдні птахи, орел. Маса одного орла 5 кг.

Завдання 7. Визначте площу (м²) біотопу, на якому може прохарчуватися вовк масою 55 кг., якщо ланцюг живлення має вигляд: трава, копитні, вовк. Біомаса трави складає 2000 г/м².

Завдання 8. Вага кожного з двох новонароджених кажанів складає 1 г. За місяць харчування молоком вага кожного з них досягає 4,5 г. Визначте яку масу комах повинна спожити самка кажана за місяць, щоб викормити своє потомство, а також яка маса рослин було збережено за рахунок знищення кажаном комах фітофагів.

Завдання 9. Якщо припустити, що вовчєня з місячного віку маючи масу 1 кг. харчується виключно зайцями (середня маса 2 кг), то розрахуйте яку кількість зайців з'їсть вовк до досягнення їм маси 40 кг. і яку масу рослин з'їли ці зайці.

Питання для самоконтролю

1. На які типи поділяють екологічні піраміди?
2. В чому полягає правило десяти відсотків?
3. Чому в екологічних пірамідах зазвичай не буває більше шести ланок?
4. Чому в зимовий період екологічна піраміда водойми «перегортається»?
5. Як можна використовувати правило десяти відсотків у тваринництві та рибному господарстві?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10 ДИНАМІКА ЕКОСИСТЕМ. СУКЦЕСІЇ БІОГЕОЦЕНОЗІВ

Мета роботи: ознайомитись з поняттями біогеоценозу і екосистеми та закономірностями сукцесійного розвитку лісового біогеоценозу в природних умовах.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні результати навчання:

– знати особливості структури екосистеми, закономірності просторового розміщення біоценозів, видові та трофічні структури біоценозу

– вміти застосовувати та прогнозувати ефективність та наслідки реалізації природоохоронних заходів відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку.

10.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Біогеоценоз – функціональне поєднання на певній однорідній ділянці земної поверхні живих істот (рослин, тварин, грибів, мікроорганізмів) і середовищ їхнього існування (грунтового, атмосферного, водного), між якими, а також між ними і навколишнім біотичним та абіотичним середовищами відбувається обмін речовиною та енергією. Сукупність живих компонентів біогеоценозу називається *біоценозом*, а неживих – *біотопом*.

Вперше термін біогеоценоз увів в 40-х рр. ХХ ст. В.М. Сукачов. Біоценоз споріднений з поняттям «екосистема», введеним у науку 1935 році англійським ученим А. Тенслі. *Екосистема* – єдиний комплекс живих і неживих компонентів природи, в якому відбуваються процеси біологічного кругообігу і саморегулювання. Окреме невелике озеро, ліс, море, біосфера – це все екосистеми різного масштабу. Таким чином, екосистема – поняття «безрозмірне», а біоценоз – це окремий ранг екосистеми, що розташована на земній поверхні, коли її межі визначаються межами фітоценозу.

Формування певного біогеоценозу – тривалий динамічний процес. Під час цього розвитку, зміни екосистеми, ускладняється структура, зростає видове різноманіття, формуються цілісність, стійкість, здатність до самовідтворення та саморегулювання. Такі послідовні зміни екологічної системи отримали назву *сукцесія*.

Екологічні сукцесії (від лат. *succesio* – наступність) – спрямовані послідовні зміни угруповань організмів на певній ділянці середовища, що призводять до відновлення або перетворення екосистем відповідно до природних умов. Послідовність екосистем, що змінюють одна одну в процесі сукцесії, називається *сукцесійною серією*, а окрема екосистема – *стадією сукцесії*.

При визначенні сукцесії потрібно враховувати три аспекти:

1) сукцесія відбувається під дією співтовариства – біотичного компонента екосистеми. Діяльність співтовариства спричинює зміни у фізичному

середовищі, яке визначає характер сукцесії, її швидкість і межу, якої може досягти розвиток;

2) сукцесія – це впорядкований розвиток екосистеми, пов'язаний зі зміною видової структури та процесами, що відбуваються у співтоваристві;

3) завершенням сукцесії є утворення стабільної екосистеми, в якій досягаються максимальна біомаса і максимальна кількість міжвидових взаємодій на одиницю потоку енергії

Сукцесії можуть бути первинними і вторинними. *Первинні сукцесії* – поява і розвиток угруповань організмів у тих місцях, де їх раніше не було, наприклад заселення вулканічної лави після її застигання. *Вторинні сукцесії* – процес відновлення природної рослинності після певних порушень, наприклад відновлення лісів після пожеж, виверження вулканів, посухи, вирубування лісів тощо.

Сукцесії відбуваються внаслідок зміни умов проростання рослин під дією життєдіяльності організмів (*ендоекогенетична сукцесія*) або зовнішніх причин, зокрема антропогенної діяльності (*екзоекогенетична сукцесія*). Зміни одного фітоценозу іншим у ході сукцесії складають сукцесійний ряд, завершенням якого є утворення стійкого співтовариства. Це співтовариство перебуває у відносно стійкій рівновазі з середовищем.

До зміни екосистеми призводять висушування боліт, надмірні навантаження на ліси, розорювання земель, забруднення водою тощо. Антропогенні дії часто призводять до спрощення екосистем. Такі явища називають *дигресіями* (лат. «*дигресіон*» – відхилення). Розрізняють, наприклад, пасовищні, рекреаційні та інші дигресії.

Сукцесії бувають *автотрофні* і *гетеротрофні*. В автотрофних сукцесіях центральною ланкою є рослинний покрив. До гетеротрофних належать сукцесії, що відбуваються в субстратах без живих рослин-продуцентів (беруть участь тварини та мертві рослини).

Найзагальнішими етапами екологічних сукцесій є такі:

- Етап формування *піонерних угруповань* (угруповання організмів, які існують на початку сукцесій). Вони, як правило, нестійкі, із незначним видовим різноманіттям, нескладними ланцюгами живлення, слабкою мінералізацією решток тощо.

- Етап формування *проміжних угруповань*, які також є нестійкими, але в них збільшується видове різноманіття, розгалужуються трофічні мережі тощо.

- Етап формування *зрілих (клімаксних) екосистем* з високим ступенем стійкості, найбільшим біорізноманіттям, максимальною кількістю біомаси, збалансованістю процесів продукції й мінералізації.

Отже, сукцесія складається зі *стадій росту, стабілізації і клімаксу*. Постійні зміни середовища ведуть до сукцесій біогеоценозів, кінцевою метою яких є досягнення стабільного стану.

10.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Завдання 2. Замалюйте і опишіть приклади первинних і вторинних сукцесій.

Завдання 3. Процес формування клімаксного біогеоценозу може тривати десятки й сотні років: трави відновлюються за 1-10 років; чагарники – 10-25 років; листяний ліс – 25-100 років. Змоделюйте етапи формування клімаксного біогеоценозу в місцях, зруйнованих стихійним видобуванням бурштину в Україні.

Завдання 4. Заповніть порівняльну таблицю характеристик екосистем, що зростають і зрілих клімаксних екосистем.

Таблиця 10.1 – Порівняльна характеристика зрілих клімаксних екосистем і що зростають

Показник	Екосистема, що зростає	Зріла екосистема
Біологічна продукція (приріст біомаси)		
Видове різноманіття		
Структурне різноманіття		
Спеціалізація видів за нішами		
Розміри організмів		
Життєві цикли		
Швидкість біологічного кругообігу		
Напрямок природного відбору		
Внутрішній симбіоз (ступінь співдружності)		
Збереження біогенних речовин		
Стабільність		
Ентропія (ступінь неупорядкованості)		
Інформація		

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає схожість і різниця між поняттями екосистема і біогеоценоз?
2. Які компоненти входять до складу біогеоценозу?
3. В чому полягає сутність поняття сукцесія?
4. На які етапи можна розділити сукцесійний ряд?
5. На які типи можна поділити сукцесії?
6. Я формується сукцесійний ряд лісового біогеоценозу після пожежі?
7. В чому проявляються ознаки зрілої клімаксної екосистеми?

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Робота оцінюється на **відмінно** (90–100), якщо студент виявив підвищений рівень засвоєння обсягу знань і набуття вмінь, якісно та в повному обсязі виконав завдання. До того ж було підтверджено залучення ним навчального матеріалу на рівні творчого використання; причому завдання виконано ретельно й самостійно, матеріал викладено в логічній послідовності, відсутність мовних помилок, а власні висновки студента відповідають темі практичного завдання.

Робота заслуговує на оцінку **добре** (74–89) в тому разі, коли студент показав оволодіння достатнім обсягом знань і вмінь під час виконання завдання; продемонстрував самостійність в отриманні розрахунково-аналітичних даних, точність і чіткість мови, при цьому в роботі не було зафіксовано помилок, а власні висновки студента відповідають темі практичного завдання.

Робота оцінюється на **задовільно** (60–73), коли в поданому студентом матеріалі виявлено змістові й лексичні помилки, зміст роботи викладено не завжди чітко й логічно, але студент виконав розрахунки та виявив знання й уміння в межах навчальної програми.

Робота заслуговує на оцінку **незадовільно** (0–59) з можливістю її повторного виконання, якщо поданий студентом матеріал не відповідає темі завдання, у ньому допущено принципові змістові й лексичні помилки, розрахунки не здійснено, тобто студент не виявив певних знань і вмінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальна екологія та неоекологія: Підручник/ Некос В.Е., Некос А.Н., Сафранов Т.А. - Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011. - 596 с.
2. Загальна екологія: Підручник / Кучерявий В. П. - Львів: Світ, 2010. - 520 с.
3. Загальна екологія: навчальний посібник/ Мусієнко М.М., Войцехівська О.В. - К. : Сталь, 2010. - 379 с.
4. Загальна екологія: підручник / Л. І. Соломенко, В. М. Боголюбов, А. М. Волох ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - 2-ге вид., випр. і допов. - Херсон : Олді-Плюс, 2018. - 351 с.
5. Олійник Я.Б. Основи екології: підручник / Я.Б. Олійник, П.Г. Шищенко, О.П. Гавриленко. – К.: Знання, 2012. – 558 с.
6. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. – К.: Знання, 2002. – 550 с.
7. Соломенко Л.І. Загальна екологія: теоретичні основи і практикум. – К.: ТОВ «ДІА», 2010. – 176 с.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ
З ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ»
Завдання на 1 бал

1.1. Бактерії, що використовують хімічну енергію для створення поживної органічної речовини називають:

Детритофаги	
Фотоавтотрофи	
Гетеротрофи	
Хемоавтотрофи	

1.2. Консументи здійснюють:

Використання готових органічних речовин	
Фіксацію сонячної енергії	
Синтез неорганічних речовин у органічні	
Перетворення органічних залишків у неорганічні сполуки	

1.3. На кожний наступний трофічний рівень переходить енергії:

1%	
10%	
50%	
100%	

1.4. Комплекси взаємопов'язаних видів, які мешкають на певній території з більш-менш однорідними умовами називають:

Біоценозами	
Біомами	
Екосистемами	
Біогеоценозами	

1.5. Зайці-біляки та зайці-русаки, що мешкають на одній території складають:

Одну популяцію одного виду	
Дві популяції двох видів	
Дві популяції одного виду	
Одну популяцію різних видів	

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Завдання на 2 бали

2.1. Розрахуйте річну первинну продуктивність лісового біоценозу, якщо відомо, що за день приріст біомаси рослин складає 50 кг/га, а вегетаційний період складає 220 днів. Оберіть правильні відповіді.

Річна продуктивність	Одиниці виміру
18250	% загальної продукції
4,4	кілограмів на гектар
11	тон на гектар
22,7	кілограмів за рік на гектар

2.2. Розрахуйте за методом мічення та повторного відлову приблизну чисельність популяції форелі в невеликому озері за наступними даними. Були піймані, помічені і знов випущені 678 форелі. За тиждень вилов склав 915 форелі, з яких у 140 були виявлені мітки. Оберіть правильні відповіді.

Чисельність популяції	Одиниці виміру
1593	особин
1453	особин на 1 м ³
33180	особин на 1 м ²
4431	особин за рік

2.3. Розрахуйте загальну чисельність популяції наземних равликів, що займає популяційний ареал площею 2 гектари, якщо відомо, що середня щільність равликів складає 8 особин на 1 м². Оберіть правильні відповіді.

Чисельність популяції	Одиниці виміру
160000	особин на 1 м ³
80000	особин на 1 м ²
16000	особин
4000	особин на 1 га

2.4. Розрахуйте проективне покриття виду рослин, що займає 34 м² на галявині загальною площею 80 м². Оберіть правильні відповіді

Проективне покриття виду	Одиниці виміру
46	особин
2,4	особин на 1 м ²
42,5	м ²
2720	%

2.5. Розрахуйте частоту виду в біоценозі, якщо він був виявлений у 86 квадратах з 200. Оберіть правильні відповіді.

Чисельність популяції	Одиниці виміру
43	особин на 1 м ³
114	особин на 1 м ²
2,3	особин
172	%

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Завдання на 3 бали

3.1. Розмістити у вірному співвідношенні окремі форми біотичних зв'язків та їх коди.

Форма біотичної взаємодії	Код
Аменсалізм	+ -
Коменсалізм	- 0
Паразитизм	++
Мутуалізм	+ 0

Форма біотичної взаємодії	Код

3.2. Розмістити у вірному співвідношенні терміни та їх визначення

Термін	Визначення
Ендеміки	Організми, що мають найбільшу роль у формуванні угруповання
Еврибіонти	Організми з вузькою зоною толерантності
Стенобіонти	Організми, що мають дуже вузький ареал
Едифікатори	Організми з широкою зоною толерантності

Термін	Визначення

3.3. Розмістити у вірному співвідношенні зони озера та їх визначення

Зона озера	Визначення
Лімнічна зона	Товща води, куди може проникати сонячне світло
Профундальна зона	Мілина, де розміщені вищі рослини і водорості
Компенсаційний рівень	Горизонт, куди сонячне світло не досягає; населений тільки гетеротрофами
Літоральна зона	Горизонт, де процеси фотосинтезу і дихання урівноважені

Зона озера	Визначення

3.4. Розмістити у вірному співвідношенні компоненти детритного трофічного ланцюгу

Рівні ланцюгу живлення	Складові ланцюгу живлення
Детрит	Земляні черві, гриби, бактерії
Первинні детритофаги	Рослинні опади, залишки тварин, екскременти
Вторинні детритофаги	Сойка
Крупні споживачі	Личинки комах, багатоніжки, найпростіші

Рівні ланцюгу живлення	Складові ланцюгу живлення

3.5. Розмістити у вірному співвідношенні екологічні групи гідробіонтів та їх визначення

Група гідробіонтів	Визначення
Планктон	Активно плаваючі водні організми, що здатні протистояти переносу течією
Нектон	Водні організми, що не здатні протистояти переносу течією
Плейстон	Організми, які приурочені до поверхневою плівки води
Нейстон	Напівзанурені у воду організми, тіло яких одночасно перебуває у водному і повітряному середовищах

Група гідробіонтів	Визначення

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Завдання на 4 бали

4.1. Розмістити у вірному порядку послідовні фази сукцесії піхто-кедрового лісу після пожежі

Порядок фази сукцесії	Назва фази сукцесії	Правильна послідовність
1	Фаза березового лісу	
2	Фаза соснового лісу	
3	Фаза сосново-кедрового лісу	
4	Фаза сосново-листяного лісу	
5	Фаза трав'яного луку	
6	Фаза піхто-кедрового лісу	
7	Фаза заростання чагарником	

4.2. Розмістити у вірному порядку ієрархічні рівні будови біологічного виду, починаючи з найпростішого рівня

Ієрархічна будова біологічного виду	Назва ієрархічного рівня	Правильна послідовність
1	Група демів	
2	Напіввид	
3	Особина	
4	Дем	
5	Популяція	
6	Вид	
7	Підвид	
8	Сім'я	
9	Група популяцій	

4.3. Розмістити у вірному порядку екологічні зони океану, починаючи з поверхневого рівня

Послідовність зон океану	Назва екологічної зони	Правильна послідовність
1	Нижня абісаль	
2	Верхня абісаль	
3	Супралітораль	
4	Ультраабісаль	
5	Батіаль	
6	Літораль	
7	Сублітораль	

4.4. Розмістити у порядку зменшення розподіл запасів води у гідросфері

Складові гідросфери	Правильна послідовність
Океан	
Руслі річок	
Солоні озера	
Ґрунтова волога	
Льодовики	
Підземні води	
Прісноводні озера	
Атмосферна волога	

4.5. Визначте який організм зайвий у групах, що об'єднанні за певними екологічними ознаками

1 група	Зайвий організм	2 група	Зайвий організм	3 група	Зайвий організм	4 група	Зайвий організм
Зебра		Ціанобактерії		Земляний черв		Олень	
Лисиця		Шампіньйон		Бактерія		Їжак	
Метелик		Ялина		Мокриця		Лисиця	
Вівця		Ліщина		Рак		Ведмідь	
Голуб		Верба		Омела		Вуж	

ЗМІСТ

Загальні положення	3
Практична робота № 1. Календар розвитку екологічної науки.....	Ошибка!
Закладка не определена.	
Практична робота № 2. Основні етапи і методи наукових досліджень в екології.....	8
Практична робота № 3. Екологічні чинники. Температурний фактор. Розрахунок суми ефективних температур	10
Практична робота № 4. Аутоекологічна характеристика біологічного виду	Ошибка! Закладка не определена.
Практична робота № 5. Методи оцінки чисельності та щільності популяції	Ошибка! Закладка не определена.
Практична робота № 6. Оцінка динаміки чисельності популяції	18
Практична робота № 7. Типи взаємовідносин між організмами в біоценозі.....	21
Практична робота № 8. Трофічна структура біоценозу.....	23
Практична робота № 9. Екологічні піраміди. Правило 10 відсотків.....	26
Практична робота № 10. Динаміка екосистем. Сукцесії біогеоценозів.....	28
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	31
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	32

МИРОНОВА Інна Геннадіївна
КУЛІКОВА Дар'я Володимирівна
ФЕДОТОВ Вячеслав Вікторович

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**

для студентів
освітньо-професійної програми «Біологія»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Друкується в редакційній обробці авторів

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19