

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Природничий факультет
Кафедра ботаніки та екології

Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Перерва В.В., Поздній Є.В.

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ:
практикум з навчальної дисципліни
для здобувачів першого рівня вищої освіти
спеціальності 014 Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини)

Кривий Ріг 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природничий факультет
Кафедра ботаніки та екології

Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Перерва В. В., Поздній Є. В.

Основи екології:
практикум з навчальної дисципліни
для здобувачів першого рівня вищої освіти
спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Кривий Ріг 2023

УДК 574 (075.8) (076.5)

О - 75

Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Перерва В. В., Поздній Є. В. Основи екології: практикум з навчальної дисципліни для здобувачів першого рівня вищої освіти спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) / за ред. Я. В. Маленко. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 197 с.

Автори-укладачі:

Маленко Яна Вячеславівна - кандидат біологічних наук, доцент, старший викладач кафедри ботаніки та екології КДПУ;

Ворошилова Наталія Володимирівна - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології ДДАЕУ;

Перерва Вікторія Вікторівна – кандидат педагогічних наук, педагогічний заступник Школи св. Едвардса, м. Пул, Сполучене Королівство Великої Британії;

Поздній Євген Валентинович, асистент кафедри ботаніки та екології КДПУ, військовослужбовець.

Рецензенти:

Стригунов В.І. кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри зоології та методики навчання біології Криворізького державного педагогічного університету;

Доценко Л.В. кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

Нечипуренко П.П. кандидат педагогічних наук, доцент, декан природничого факультету Криворізького державного педагогічного університету.

*Рекомендовано до друку
рішенням вченої ради природничого факультету Криворізького державного
педагогічного університету (протокол № 2 від 21.09.2023 р.).*

Практикум розроблено для фахової підготовки здобувачів освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) відповідно до вимог навчальної програми дисципліни «Основи екології». Матеріали навчального видання забезпечують формування в майбутнього фахівця фахових компетентностей, висвітлюють теоретичні, методологічні та законодавчі засади екологічних знань, окреслюють сутність основних розділів сучасної екології, деталізують проблематику розвитку екосистем, стратегічних і практичних аспектів оптимізації довкілля. Формат матеріалів дозволяє адаптувати завдання відповідно до умов і форм організації освітнього процесу, рівня підготовки студентів.

Практикум рекомендовано для здобувачів спеціальностей галузей знань 014 Середня освіта, 091 Біологія закладів вищої освіти, аспірантів, вчителів біології закладів середньої базової та профільної освіти.

© Маленко Я.В., Ворошилова Н.В.,
Перерва В.В., Поздній Є.В., 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ, МЕТОДОЛОГІЧНІ, ЗАКОНОДАВЧІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ.....	11
Тема 1. Екологія, її диференціація та місце в системі наук.....	11
Тема 2. Основи законодавства України у галузі екології та охорони навколишнього природного середовища.....	21
Тема 3. Системний метод, підхід в екології.....	29
РОЗДІЛ II. ОСНОВНІ РОЗДІЛИ СУЧАСНОЇ ЕКОЛОГІЇ.....	38
Тема 4. Поняття «середовище» та його похідні. Класифікація факторів середовища.....	38
Тема 5. Механізми адаптації до різноманітних впливів. Біоритми.....	46
Тема 6. Специфіка аутоекологічних досліджень.....	60
Тема 7. Життєві форми організмів.....	67
Тема 8. Екологія популяцій.....	79
Тема 9. Структура угруповань.....	90
Тема 10. Екологія угруповань.....	104
Тема 11. Функціонування екосистем.....	113
РОЗДІЛ III. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМ. СТРАТЕГІЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ.....	122
Тема 12. Моніторинг навколишнього середовища.....	122
Тема 13. Надзвичайні екологічні ситуації (НЕС) – результуючий ефект техногенезу.....	134
Тема 14. Екологічна свідомість, культура, етика, освіта, виховання – невід’ємні складові сталого розвитку.....	145
ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	156
ДОДАТКИ.....	158
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	194

ПЕРЕДМОВА

Людство ввійшло в XXI століття з приголомшливими найвагомішими досягненнями і водночас із реальною причинно-наслідковою загрозою екологічної катастрофи від їхнього впровадження. Стрімке лавиноподібне асиметричне наростання процесів глобалізації та її силовий характер ставлять виклик перед цивілізацією, від відповіді на який залежить існування та виживання в осяжному майбутньому 8 мільярдів представників виду *Homo sapiens* і незліченної кількості представників інших видів, які існують на Землі та відображують феноменальну множину формовтілення живої речовини планети.

Екологізація, поряд з фундаменталізацією, гуманізацією, індивідуалізацією, інтеграцією, інноваційністю, випереджувальністю, - пріоритет реформування освіти. Квінтесенцією змін є вектор формування інтелектуальної, освіченої, толерантної, компетентної особистості, алертного, мудрого й відповідального творця власної траєкторії життя та мотивованого громадянина-будівельника країни, здатного до системного, гнучкого, інноваційного мислення, усвідомлення безальтернативності біосферосумісності людини і природи, ідей глобального еволюціонізму, коеволюції, адаптаціогенезу, системності, синергетики та спроможного до цілеспрямованих і структурованих, через індивідуальне занурення в культурне середовище, дій з урахуванням тенденцій розвитку та невизначеності умов сучасного глобалізованого світу [23, 26]. Реалії та запити сьогодення вимагають системності, якості, мобільності, інноваційності, варіативності, комплексності моніторингу та вдосконалення організації освітнього процесу, що в свою чергу, актуалізує й питання розробки та впровадження його навчально-методичного забезпечення.

Навчальна дисципліна «Основи екології» є однією з повідних у системі вищої освіти при підготовці фахівців першого (бакалаврського) рівня. Це базовий, обов'язковий компонент фундаментальної підготовки здобувачів освіти, засвоєння якого невід'ємна умова подальшого успішного опанування знаннями циклів загальної та професійної підготовки та їхніх фундаментальних, науково-предметних і практичних складових. Предметом її вивчення є: різноманітність та структура зв'язків між організмами, їх угрупованнями та середовищем існування; склад і закономірності функціонування угруповань організмів (популяцій, біогеоценозів, біосфери в цілому); закономірності впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище; розвиток теорії взаємодії природи й суспільства, що є невід'ємною частиною біосфери на основі безальтернативної біосферосумісності. В основу програми покладені теоретичні засади проблемних біологічних та екологічних курсів в цілях розширення та поглиблення екологічних уявлень, а також інформаційний матеріал щодо стану порушень усіх середовищ життя в планетарному, державному, регіональному масштабах з виходом у практику охорони та збереження біорізноманіття, теорію й практику пропаганди екологічних і природоохоронних знань, екологічного навчання та виховання на всіх рівнях освіти.

Мета навчальної дисципліни: формування у здобувачів вищої освіти загальних і спеціальних (фахових) компетентностей задля використання теоретичних, методичних та нормативно-правових засад екології у професійній

педагогічній діяльності, пов'язаної з викладанням біології, екології, предметів здоров'язбережувальної галузі; поглиблення знань про екологічні аспекти існування людини, безальтернативність біосферосумісності людини, вплив шкідливих факторів на здоров'я людини, новітні погляди, підходи і методики досліджень взаємодії людини, суспільства та природи, шляхи оптимізації навколишнього середовища і процесів, що відбуваються в суспільстві; розвиток екологічного та глобального мислення майбутніх фахівців.

Основні завдання:

- 1) формування загального та екологічного світогляду та культури;
- 2) набуття спеціальних знань з теорії та практики екології, що стосуються: теоретичних і методологічних основ екології, змісту та структури екологічних знань; класифікації екологічних факторів і загальних принципів їх дії на організми; популяції, біоценозу, біогеоценозу, екосистеми, біосфери, біорізноманіття, принципів функціонування та стійкості екосистем; глобальних екологічних проблем, екологічних проблем України та Криворіжжя; законодавчої бази й правових аспектів взаємодії суспільства і природи, міжнародного співробітництва у галузі екології, пріоритетів, цілей та завдань реалізації державної екологічної політики; теорії техногенезу та надзвичайних екологічних ситуацій;
- 3) розвиток і закріплення практичних знань, умінь та навичок щодо: визначення шляхів збереження природи в залежності від рівнів стійкості екологічних систем; встановлення меж толерантності біо- та екосистем до дії різних факторів; проведення та реалізації завдань аутоекологічних, демоекологічних, синоекологічних досліджень; прогнозування загроз та окреслення ефективних заходів збереження біорізноманіття; аналізу можливих варіантів розвитку надзвичайних екологічних ситуацій;
- 4) удосконалення термінологічної компетентності та навичок професійного мовлення як відображення внутрішньої мотивації особистості до якісного виконання професійних завдань, усвідомлення наукових і професійних цінностей, показника здатності ефективно застосовувати наявні знання екологічної науки для реалізації її різноманітних функцій, здійснення науково-дослідницької діяльності, імплементації екологічних імперативів у розвиток суспільства;
- 5) закріплення навичок і вмінь організації перманентного процесу екологічного виховання та пропаганди екологічних ідей в контексті глобальних тенденцій екологізації життєдіяльності людства, впровадження принципів сталого розвитку;
- 6) формування оптимістичної активної життєвої позиції щодо охорони навколишнього природного середовища, впровадження соціальних функцій екології, емоційно-естетичного сприйняття природи.

Очікувані результати навчання:

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: сутність, проблематику, методологію, структурованість, історію розвитку, функції екології; основні екологічні закони, закономірності, правила, принципи; основи вчення про адаптацію та стрес; визначення, критерії виділення, властивості, параметри, структурованість, динаміку популяцій; ознаки, властивості, диференційованість, динамічність, функції, особливості вивчення складу та будови угруповань організмів; ознаки,

властивості, функції, динаміку екосистем; основні типи зв'язків та відношень в екосистемах; основні положення теорії екологічної ніші; методологію проведення та специфіку організації аут-, дем- та синекологічних досліджень; сутність глобальних екологічних проблем; основи теорій техногенезу та надзвичайних екологічних ситуацій; особливості формування та розвитку екологічної свідомості, етики, культури; пріоритети, цілі та завдання державної екологічної політики;

вміти: аналізувати екологічний стан та умови територій, працювати з теоретико-експериментальними даними та джерелами інформації; науково, логічно та грамотно викладати й інтерпретувати результати досліджень; оперувати основними актами екологічного законодавства, здійснювати збір, обробку та узагальнення інформації щодо дотримання вимог екологічного законодавства; планувати та здійснювати навчально-дослідницькі роботи; застосовувати загальнонаукові, спеціальні, конкретно наукові методи в процесі досліджень різноманітних проблем екології, оцінки екологічних ситуацій, ризиків, безпеки; визначати життєві форми організмів; деталізувати склад екотопу; визначати таксономічний об'єм (фонд) екоморф та екоморфічну ємність таксонів угруповань рослин; складати аутекологічні описи різних об'єктів дослідження; аналізувати та оцінювати демографічні показники, розраховувати основні динамічні показники популяцій; застосовувати формалізацію в описах типологічних періодичних систем різних типів; проводити оцінку ефективності та доцільності заходів оптимізації довкілля та якості життя населення; прогнозувати можливі варіанти розвитку надзвичайних екологічних ситуацій, здійснювати просвітницьку роботу, спрямовану на охорону та збереження природи, середовища існування людини, пропаганду здорового способу життя.

Реалізація мети та завдань дисципліни спрямовані на здобуття бакалаврами інтегральної, загальних і спеціальних компетентностей та досягнення таких програмних результатів навчання:

- ПР 1. Вільно спілкуватися з професійних питань із фахівцями та нефахівцями державною мовою усно і письмово.
- ПР 2. Вміти організувати та оптимізувати процес навчання й самоосвіти.
- ПР 3. Мати сформований науковий світогляд, що включає розуміння принципів і закономірностей існування природи, людини та суспільства.
- ПР 5. Знати норми літературної мови та вміти їх застосовувати у практичній діяльності.
- ПР 6. Дотримуватися моральних, етичних, правових, культурних норм, кодексу професійної етики, принципів академічної доброчесності.
- ПР 7. Розуміти та усвідомлювати системність та взаємозалежність природних компонентів, а також категорій, об'єктів, явищ, процесів, які належить до сфери вивчення різних природничих наук.
- ПР 8. Демонструвати широку та системну обізнаність про методологію та основні підходи наукових досліджень у галузі природничих наук, зокрема, біології, екології.
- ПР 9. Точно та докладно відтворювати термінологію та положення основних теорій загальних і спеціальних дисциплін біології та екології.

- ПР 11. Описувати основні риси будови та функцій, еволюції та розвитку на різних рівнях її організації, способу життя, поширення живих організмів.
- ПР 12. Усвідомлювати різноманітність форм життя, значення живих організмів для існування екосистем; сучасні проблеми ефективного природокористування та охорони живої природи та природних ресурсів.
- ПР 13. Проявляти високий рівень обізнаності в описі, інтерпретації та узагальненні отриманих знань з екології; застосовувати сучасні наукові теорії та концепції.
- ПР 14. Планувати і здійснювати навчальні досліди і демонстрації з екології; проводити екскурсії; ілюструвати процеси за допомогою простих математичних методів та інформаційних технологій; аналізувати результати проведеної роботи.
- ПР 15. Опрацьовувати джерела інформації на предмет пошуку, аналізу та систематизації необхідних фактів і даних відповідно до поставлених задач і проблем.
- ПР 17. Планувати, розробляти і проводити різноманітні науково-популяризаторські заходи; розробляти завдання, добирати і виготовляти наочні матеріали (в т.ч. із застосуванням STEM-технологій).
- ПР 18. Вміти складати та оформлювати конспекти лекцій і практичних занять, навчальних та пошукових дослідів, курсові роботи, тексти доповідей, тез.
- ПР 19. Вміти доповідати про результати екологічного (спостереження, дослід), результати навчальної та виховної роботи.

Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма навчання						заочна форма навчання					
	загалом	у тому числі					загалом	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Теоретичні, методологічні, законодавчі засади екологічних знань												
Тема 1. Екологія як наука	12	2	4	-	-	6	14	1	1	-	-	12
Тема 2. Методологія екологічних досліджень: принципи, підходи, методи, постулати	8	4	2	-	-	2	10	1	1	-	-	8
Разом за модулем 1	20	6	6	-	-	8	24	2	2	-	-	20
Модуль 2. Основні розділи сучасної екології												
Тема 3. Основи факторіальної екології (аутекології)	16	2	8	-	-	6	14	1	1	-	-	12
Тема 4. Основи популяційної екології (демекології)	10	2	4	-	-	4	12	1	1	-	-	10
Тема 5. Основи екології угруповань (синекології). Концепція екосистеми	16	2	6	-	-	8	16	1	1	-	-	14

Тема 6. Основи біосферології. Вчення про ноосферу	10	2	2	-	-	6	10	-	-	-	-	10
Разом за модулем 2	54	8	20	-	-	24	52	3	3	-	-	46
Модуль 3. Сучасні проблеми розвитку екосистем. Стратегічні та тактичні аспекти управління й оптимізації довкілля												
Тема 7. Техногенез і надзвичайні екологічні ситуації. Екологічна свідомість, культура, етика, освіта та виховання	18	2	6	-	-	10	14	1	1	-	-	12
Разом за модулем 3	18	2	6	-	-	10	14	1	1	-	-	12
Усього годин	90	16	32	-	-	42	90	6	6	-	-	78

Теми практичних занять

№ з/п	Тема	Обсяг годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Екологія, її диференціація та місце в системі наук	2	1
2	Основи законодавства України у галузі екології та охорони природи	2	-
3	Системний підхід, метод в екології	2	1
4	Поняття «середовище» та його похідні. Класифікація факторів середовища	2	-
5	Механізми адаптації до різноманітних впливів. Біоритми	2	-
6	Специфіка аутоекологічних досліджень	2	-
7	Життєві форми організмів	2	1
8	Екологія популяцій	4	1
9	Структура угруповань	4	1
10	Екологія угруповань	2	-
11	Функціонування екосистем	2	-
12	Моніторинг навколишнього середовища	2	-
13	Надзвичайні екологічні ситуації (НЕС) - результуючий ефект техногенезу	2	1
14	Екологічна свідомість, культура, етика, освіта та виховання	2	-
Усього годин		32	6

Методи та форми навчання.

Методи навчання: навчально-виховна робота згідно планів, програм КДПУ (лекції, практичні заняття, розв'язування задач або індивідуальних завдань, самостійна робота тощо) з залученням студентів до виконання елементарних наукових досліджень, підготовки публікацій, презентацій, звітів і повідомлень. В ході навчального процесу використовуються різноманітні методи: словесні, наочні, практичні; пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, проблемного викладу, частково-пошукові, дослідницькі; організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності, стимулювання навчальної діяльності, контролю і самоконтролю; загальнонаукові, спеціальні та конкретнонаукові, в тому числі міждисциплінарні, активні (диспути та дискусії, тематичні письмові роботи або тести, ситуаційні завдання, розрахункові завдання) тощо.

Методи та форми контролю.

Поточне опитування, перевірка конспектів лекцій та практичних занять, перевірка якості оформлення результатів індивідуальних завдань та самостійної роботи, аналіз результатів поточного опитування, письмових робіт.

Вид контролю: поточний, підсумковий. Форма контролю: екзамен.

Оцінювання результатів навчання.

Під час виставлення підсумкової оцінки за навчальну дисципліну заліковий кредит (100% = 100 балів) розподіляється для оцінювання у балах рівня, якості та обсягу знань, умінь та навичок студента відповідно до таких частин: теоретичний курс – 21 балу (по 3 бали за кожен модуль); практичні заняття – до 28 балів (по 2 бали за кожен модуль); самостійна робота – до 21 балу. Поточна перевірка рівня засвоєння знань, що є результатом індивідуального самостійного опрацювання питань теоретичного, практичного курсів і питань самостійної роботи, здійснюється в процесі опитування чи написання письмових робіт (7-10). Крім того, студент може отримати додаткові заохочувальні бали (до 10 балів) за активну участь в науково-дослідній роботі (публікації, конкурсні роботи та презентації, участь в олімпіадах Всеукраїнського рівня).

Розподіл балів для екзамену (денна форма навчання)

Вид	Поточна робота							Мах	Екзамен	Сума
	Модуль 1		Модуль 2				Модуль 3			
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7			
Лекції	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	21,0	30,0	100,0
Практичні	4,0	2,0	8,0	2,0	4,0	2,0	6,0	28,0		
Самостійні	3,0	1,0	3,0	2,0	4,0	3,0	5,0	21,0		
Разом	10,0	6,0	14,0	7,0	11,0	8,0	14,0	70,0	30,0	100,0

*Мінімальна кількість балів, яку необхідно набрати здобувачу для допуску до екзамену – 21 бал.

** Екзаменаційний білет містить три питання. Максимальна кількість балів за відповіді: перше питання – 10 балів, друге питання – 10 балів, третє питання – 10 балів. Мінімальна кількість балів, яку здобувачу необхідно набрати на екзамені, щоб його відповідь могла бути оцінена позитивно, - 10 балів.

Розподіл балів для екзамену (заочна форма навчання)

Вид	Поточна робота							Мах	Екзамен	Сума
	Модуль 1		Модуль 2				Модуль 3			
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7			
Лекції	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	-	3,0	18,0	30,0	100,0
Практичні	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	12,0		
Самостійні	6,0	5,0	6,0	5,0	8,0	4,0	6,0	40,0		
Разом	11,0	10,0	11,0	10,0	13,0	6,0	9,0	70,0	30,0	100,0

Матеріали практикуму навчальної дисципліни «Основи екології» сформовані з урахуванням таких принципів екологічної освіти, як: науковість; системність та цілісність; міждисциплінарність; всезагальність, неперервність та наступність; біосферосумісність; культуровідповідність; красзнавство, взаємозв'язок різномасштабних екологічних проблем; проблемність та ситуативність; доступність та відповідність; варіативність та актуальність методів формування.

Структура навчального посібника передбачає:

- ознайомлення з матеріалом, що висвітлює фундаментальні засади конкретних напрямів теорії та практики екологічних досліджень (теоретичні відомості);
- здобуття вмінь та навичок дослідницького, аналітичного, проєктного характеру в процесі активного виконання завдань, окреслених планом і ходом практичних робіт;
- перевірку та самоконтроль успішності засвоєння програмних тем.

Поточний контроль знань студентів здійснюється за допомогою задач і тестових завдань альтернативного, вибіркового, акордно-вибіркового, парно-вибіркового, репродуктивного й конструктивного характеру.

Додатки містять інформаційний матеріал, пов'язаний з конкретними темами практичного та лекційного курсів програми навчальної дисципліни. Ознайомлення з їхнім змістом спрямоване на поглиблення загальнокультурної та фахових компетенцій здобувачів першого (бакалаврського рівня) вищої освіти.

Список рекомендованих джерел включає вітчизняні та зарубіжні, переважно, навчальні видання (посібники, підручники), наукові видання (монографії, статті у збірниках наукових праць) та законодавчі документи, ознайомлення з якими сприяє поглибленню знань з ключових питань тем програми та усвідомленню проблематики сучасної екології.

Структура видання уможливило зручне використання навчального посібника як у звичному очному режимі навчання, так і в змішаному та дистанційному форматах організації освітнього процесу.

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ, МЕТОДОЛОГІЧНІ, ЗАКОНОДАВЧІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ

ТЕМА 1: ЕКОЛОГІЯ, ЇЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ТА МІСЦЕ В СИСТЕМІ НАУК.

Мета: поглиблення та закріплення знань про екологію, її основні розділи, критерії диференціації, місце в системі наук; формування вмінь та навичок абстрактного мислення, аналізу та синтезу, відтворення та оперування екологічною термінологією; розвиток екологічної, загальнокультурної, інформаційної, термінологічної компетентностей.

План

1. *Ознайомитися з завданнями й об'єктами вивчення основних розділів, галузей сучасної екології.*
2. *Проаналізувати взаємозв'язки основних розділів і дисциплін екології.*
3. *Розглянути критерії диференціації екології.*
4. *Визначити місце екології в системі наук.*
5. *Розв'язати надані завдання.*

Література:

1. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. *Основи загальної екології*. Київ: Либідь, 1995. 368 с.
2. Злобін Ю.А. *Основи екології*. Київ: Видавництво «Лібра», ТОВ, 1998. 250 с.
3. *Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О.С. Пахомова*. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
4. Крисаченко В.С. *Людина і біосфера: основи екологічної антропології: Підручник*. Київ: Заповіт, 1998. 688 с.
5. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. *Загальна екологія: навчальний посібник*. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 7-15. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
6. Москалець В.В., Москалець Т.З., Князюк О.В., Голунова Л.А. *Загальна екологія*. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
7. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. *Екологія. Охорона природи: Словник-довідник*. Київ: Т-во «Знання», КОО, 2002. 550 с.
8. Реймерс Н.Ф. *Природопользование: Словарь – справочник*. Москва: Мысль, 1990. 637 с.
9. *Словарь - справочник по экологии / Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В., Брайон А.П. / под ред. Т.Л. Горбань*. Київ: Наукова думка, 1994. 668 с.
10. Шанда В.І. *Теоретичні проблеми екології та біогеоценології: монографія*. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2013. 247 с.

Матеріали та обладнання: зошит; ручка, доступ інтернет-мережі.

Теоретичні відомості

Глобальна екологія (біосферологія, екосферологія, мегаекологія) - наукова галузь, що досліджує глобальні екологічні проблеми, які належать до біосфери загалом або великих її частин (закономірності еволюції біосфери, вплив діяльності людини на біосферу, колообіги елементів і речовин у біосфері тощо). По суті це біолого-соціогеографічна галузь знань, яка за об'ємом і значенням для суспільства вийшла за межі материнських наук і відповідає класичній біології, хімії, математиці тощо.

Фундаментальна екологія (теоретична) - це надтеорія екології, що покриває все поле цієї науки; це особлива гілка (частина, напрям) екології, що являє собою

систему основних ідей, всеохоплюючих принципів, загальних законів, часткових закономірностей екологічних явищ і процесів, структури, організованості та організації екосистем.

Прикладна екологія (практична) – науково-практичний напрям, що охоплює комплекс дисциплін, пов'язаних із різними галузями людської діяльності та взаємовідносинами між суспільством і природою. Прикладна екологія виконує такі завдання: формує екологічні принципи і критерії економіки; досліджує механізми антропогенних впливів на природу та якість навколишнього середовища людини; обґрунтовує нормативи раціонального використання природних ресурсів та допустимого техногенного навантаження на території; регламентує екологічно безпечне виробниче освоєння територій, розміщення та будівництво господарських об'єктів; оптимізує галузеву структуру виробництва; здійснює екологічну регламентацію господарської діяльності; контролює екологічну відповідність різних планів і проектів; розробляє технічні засоби охорони навколишнього середовища та відновлення порушених людиною природних екосистем; вивчає екологічні умови виникнення, поширення та розвитку хвороб людини й шляхи їх запобігання; тощо. Пошуки цього напрямку в широкому сенсі спрямовані на розв'язує проблем оптимізації взаємовідносин людини з біосферою.

Динамічна екологія (динекологія, еволюційно-динамічна) – дисципліна, що вивчає відносини організмів та їхніх груп (популяцій) із середовищем існування в динамічно-еволюційному плані.

Аналітична екологія – розділ екології, що на основі аналізу й синтезу досліджує основні сучасні закономірності взаємовідносин організмів і популяцій із середовищем існування.

Кількісна екологія – розділ екології, що ґрунтується на застосуванні статистичних методів в екологічному аналізі об'єктів з метою подальшого формування ефективних стратегій оптимізації та управління.

Ландшафтна екологія (геоекологія) – дисципліна, розділ біоекології та географії, що ґрунтується на застосуванні екологічних законів до географічних процесів і вивчає просторову різноманітність і елементи ландшафтно-екологічних систем (мозаїк у ландшафті), а також вплив їх розташування на розподіл енергії і організмів у навколишньому середовищі. Термін «ландшафтна екологія» запропонував у 1939 році німецький професор, географ і геоботанік *Карл Троль*.

Загальна екологія – галузь науки про загальні закономірності взаємодій та взаємовідношень організмів і середовища, характерних як для прокариот, грибів, рослин, так і для тварин і людини, як біологічної істоти.

Біоекологія – це екологія в початковому розумінні, що надавав їй автор терміна «екологія» німецький природознавець, філософ, професор *Ернст Геккель* («Загальна морфологія організмів», 1866) - частина біології, що вивчає взаємовідносини організмів та їх угруповань між собою та з навколишнім середовищем. Термін достатньо часто застосовувався в минулому столітті, а зараз він вживається переважно для позначення блока чи комплексу екологічних дисциплін, які історично занурені в надра біологічної науки.

- Аутекологія (екологія видів, факторіальна екологія)** – розділ екології, що вивчає взаємовідносини організму (особини, виду) з навколишнім середовищем, досліджує дію численних екологічних факторів на структуру, функції та розвиток організмів (тварин, рослин, мікроорганізмів). Термін «аутекологія» запропонував у 1896 році швейцарський ботанік, флорист, професор Цюріхського університету *Карл Шретер*.
- Демекологія (популяційна екологія)** – розділ екології, що вивчає різноманітні аспекти взаємовідносин популяцій з навколишнім середовищем. Термін «демекологія» був введений у 1963 році німецький ботанік і зоолог, професор *Фриц Швердтфегер*.
- Синекологія (екологія угруповань, біоценологія)** - розділ екології, що досліджує взаємовідносини угруповань (біоценозів) з їхнім середовищем існування, як зовнішнім так й внутрішнім (взаємовідносини популяцій організмів всередині угруповань). Термін «синекологія» запропонував у 1902 році швейцарський ботанік, флорист, професор Цюріхського університету *Карл Шретер*.
- Біогеоценологія (екосистемологія)** – розділ екології, що вивчає біогеоценотичний покрив Земної кулі і, зокрема, конкретні біогеоценози (суходолу, водні), в яких взаємодіють біоценози й абіотичне середовище. Термін «біогеоценологія» запропонував у 1942 році радянський геоботанік, академік *Володимир Миколайович Сукачов*, який народився у Харківській губернії. Термін «екосистемологія» запропонував у 2000 році український ботанік та еколог, професор *Михайло Андрійович Голубець*.
- Екологія мікроорганізмів** – розділ екології, що вивчає взаємовідносини мікроорганізмів та середовища їх існування. Екологія мікроорганізмів зародилась у другій половині ХІХ ст. Започаткували ці дослідження Л. Пастер, С. М. Виноградський, М. Бейєрінк та інші видатні мікробіологи. Її фундаментом стали праці українського мікробіолога, еколога, ґрунтознавця *Сергія Миколайовича Виноградського*.
- Екологія рослин** - розділ екології, що вивчає взаємозв'язки та взаємодії рослинних організмів та їхніх угруповань з навколишнім середовищем. Засновником екології рослин вважають радянського біолога, геоботаніка, академіка *Бориса Олександровича Келлера*.
- Екологія тварин** - розділ екології, що вивчає взаємовідносини тварин із довкіллям (спосіб життя тварин і зв'язки з умовами існування, значення факторів середовища для реалізації основних функцій тварин (харчування, розмноження, виживання, коливання чисельності тощо).
- Екологія людини** – міждисциплінарна наука, розділ екології, що досліджує загальні закономірності взаємодії людини, популяції людей із середовищем, вплив чинників зовнішнього середовища на функціонування людського організму, цілеспрямоване управління збереженням і поліпшенням здоров'я населення. Можна сказати, що екологія людини вивчає медико-біологічні аспекти взаємовідносин суспільства та природи. Це екологія в центрі уваги якої перебуває людина. Термін «екологія людини» запропонували американські дослідники соціологи *Роберт Парк* та *Ернст Уотсон Берджесс* у 1921 році при проведенні досліджень по виявленню аналогії закономірностей розвитку в живій природі та людському суспільстві на основі вивчення поведінки населення у міському середовищі Чикаго.

Еволюційна екологія – розділ екології, який досліджує екологічні аспекти еволюції, тобто еволюційний розвиток видів, біоценозів, екосистем у зв'язку з факторами зовнішнього середовища. По суті це синтез природничих наук (екології, біології, еволюційного вчення, математики, фізики, хімії, палеонтології).

Історична екологія – розділ екології, що досліджує різні екологічні системи впродовж періоду впливу на них людини.

Палеоекологія – розділ екології, що досліджує закономірності взаємовідносин давніх викопних організмів та їх зв'язків із навколишнім середовищем. Палеоекологія акцентує увагу на тваринних і рослинних скам'янілостях, які колись процвітали на планеті.

Археоекологія – розділ екології, що вивчає угруповання минулих епох, які пов'язані зі становленням і впливом на них людської культури і способу життя.

Хімічна екологія - комплексна дисципліна, що вивчає всю сукупність хімічних зв'язків у живій природі та хімічні взаємодії, що пов'язані з життям, досліджує наслідки прямої, опосередкованої та побічної дії на навколишнє середовище хімічних речовин, а також шляхи мінімізації їх негативного впливу.

Геохімічна екологія – комплексна дисципліна, що вивчає взаємовідносини організмів та їх угруповань з геохімічним середовищем, а також геохімічні відносини особин та їхніх угруповань в умовах екосистем різних ієрархічних рівнів.

Інженерна екологія (промислова екологія) - комплексна науково-технічна дисципліна, що вивчає вплив промислового виробництва на навколишнє середовище та забезпечує створення і раціональне функціонування природно-промислових систем різного рангу. Суміжна з **техноекологією**, що розкриває сутність техногенних факторів забруднення довкілля, вивчає джерела і можливий вплив технологічної діяльності на довкілля, розробляє регламентації природокористування й технічні засоби охорони природи, опікується екологізацією виробництв. Деякі автори вважають їх синонімами.

Сільськогосподарська екологія (агроекологія) – комплексна дисципліна екології, що вивчає взаємовідносини сільськогосподарських рослин і тварин із навколишнім середовищем, а також вплив людини на культурні ландшафти.

Екологія міста (урбоекологія) – дисципліна, що вивчає взаємодії у часі й просторі міста і його підсистем (соціальної, технічної, енергетичної, інформаційної, адміністративної) з навколишнім природним середовищем.

Екологія канцерогенезу (онкологічна) - розділ медичної екології, що досліджує взаємовідносини між організмами та між ними і навколишнім середовищем, які можуть призвести до утворення злякисних новоутворень. Враховує вірусний, хімічний, радіаційний та інші види біологічного, хімічного та фізичного канцерогенезу.

Сучасна екологія – це складний комплекс взаємопов'язаних наукових дисциплін, розділів та напрямів. На думку радянського вченого, еколога, зоолога, популяризатора екології, професора *Миколи Федоровича Реймерса*, який народився в м. Одеса, сучасна екологія містить 39 основних розділів, пов'язаних з понад 70 науковими дисциплінами, і складається з 5 основних блоків:

Біоекологія – блок екології, що поєднує розділи і дисципліни, які історично виникли в надрах біологічної науки, належать до «класичної» екології, вивчають екологію систематичних груп організмів (аутоекологія, демекоекологія, синекоекологія, екосистемологія, біосферологія, екологія тварин, рослин, грибів, мікроорганізмів). Цей блок є базовим у сучасній екології;

Геоєкологія (географічна екологія) – комплекс розділів і дисциплін, які вивчають специфіку взаємовідносин організмів і середовища їх існування в різних географічних зонах, екологічну характеристику різних географічних регіонів, областей, районів, ландшафтів, розглядають наслідки ендо- й екзогенних геологічних процесів, видобування корисних копалин;

Техноєкологія - блок, пов'язаний з вивченням джерел і можливих впливів технологічної діяльності на довкілля, визначенням обсягів, механізмів і наслідків впливів на середовище існування, здоров'я людини різних галузей і об'єктів (енергетика, промисловість, сільське господарство, транспорт, військова справа тощо).

Соціоекологія – комплекс дисциплін, які, на основі інтеграції знань екології, соціології, соціальної психології, досліджують специфічну роль людини в довкіллі не тільки як біологічного виду, але й як соціальної істоти, вивчають шляхи оптимізації взаємовідносин людського суспільства з природою, формують екологічну свідомість, екологічну культуру тощо.

Космічна екологія – блок наймолодших екологічних дисциплін і напрямів, що вивчають взаємозв'язки біосфери Землі як планети Сонячної системи з оточуючим космічним простором (космосферою), можливості існування позаземного життя, його розвиток на інших космічних тілах, передусім Сонячної системи, космічні фактори, що впливають на життєві процеси і передусім на земну біосферу (електричні, магнітні, електромагнітні, гравітаційні радіоактивні випромінювання. малі, просторово замкнені системи тривалого підтримування життєдіяльності людини у космічних апаратах).

Складність диференціації сучасної екології та взаємозв'язків її блоків, розділів і дисциплін демонструють наведені нижче схеми (рис. 1.1, рис. 1.2, додаток 2). На теперішній час актуальною є проблема побудови єдиної класифікаційної схеми екології, як міждисциплінарної, інтегральної науки.

В наш час для диференціації сучасної екології найчастіше використовують наступні критерії класифікації:

1. Науково-практична точка зору:

- фундаментальна чи теоретична екологія;
- спеціальна екологія, яка досліджує взаємовідносини з середовищем певної систематичної групи або окремого таксону (екологія рослин, екологія тварин, екологія людини тощо);
- прикладна екологія, яка на базі загальноєкологічних законів, принципів і правил вивчає механізми взаємодії людини і природи, способи попередження руйнування біосфери, розробляє принципи раціонального використання природних ресурсів, оптимізації взаємовідносин людини та біосфери. В прикладній екології в залежності від наукового напрямку виділяють

промислову екологію, екологію міських систем, сільськогосподарську екологію, екологію канцерогенезу, математичну екологію, охорону природи, соціологію, енвайронментологію тощо.

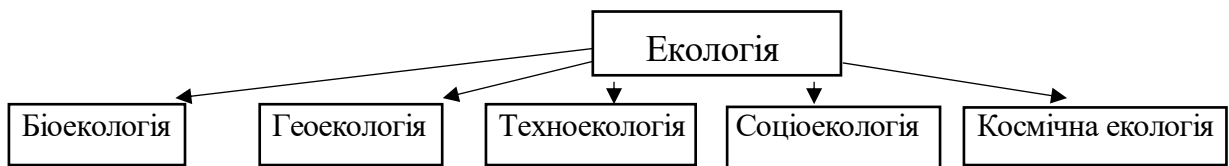


Рис. 1.1. Схема класифікації екології за Г.О. Білявським, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй [1].

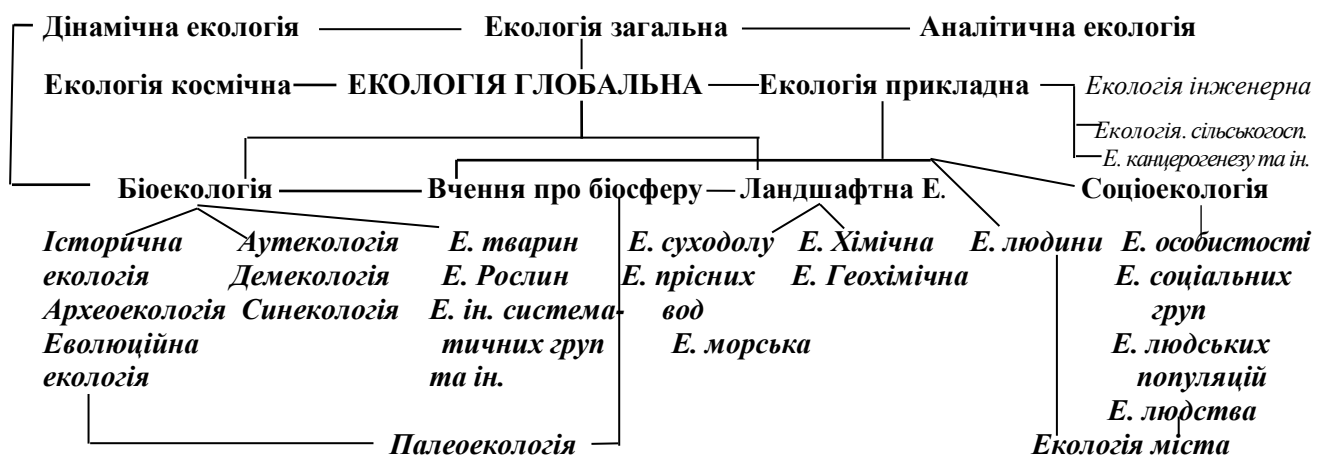


Рис. 1.2. Схема класифікації екології за Н.Ф. Реймерсом [7].

2. Підхід до предмету дослідження:

- аналітична екологія;
- динамічна екологія.

3. Рівень дослідження живої речовини:

- аутекологія (екологія видів, організмів);
- демекологія (екологія популяцій, популяційна екологія);
- синекологія (екологія угруповань);
- екосистемологія (біогеоценологія, екологія біогеоценозів);
- біосферологія (глобальна екологія, мегаекологія).

4. Об'єкт дослідження (за систематичними ознаками):

- екологія мікроорганізмів;
- екологія грибів ;
- екологія рослин;
- екологія тварин (екологія комах, екологія плазунів тощо);
- екологія людини.

5. Середовище екологічних досліджень (типи екологічних систем):

- екологія морів та океанів;
- екологія прісноводних водойм;
- екологія суходолу (екологія степів, екологія лісів тощо);

- екологія високогір'я;
- космічна екологія.

6. Компоненти дослідження:

- екологія хімічна;
- екологія біогеохімічна;
- екологія радіаційна тощо.

7. Фактор часу:

- еволюційна екологія;
- історична екологія;
- палеоекологія;
- археоекологія.

8. Фактори середовища, що впливають на організм:

- фотоекологія (вплив світла);
- геліоекологія (вплив сонця, режимів освітлення місцевиростань);
- термoeкологія;
- гідроекологія;
- радіаційна екологія;
- гравітаційна екологія;
- стереоекологія (вплив простору, просторові форми організмів та угруповань)

тощо.

9. Методи, які використовують в процесі досліджень (провідні):

- порівняльна чи описова екологія;
- кількісна екологія;
- експериментальна екологія;
- математична екологія.

10. Регіональний (просторовий) критерій дозволяє виділяти екологію України, екологію Придніпров'я, екологію міста тощо.

Місце екології в системі наук. Екологія як самостійна галузь міждисциплінарного синтезу і як наука пов'язана (генетично чи за об'єктом досліджень) з багатьма природничими, гуманітарними, технічними науками й різноманітними сферами людської діяльності (рис. 3).

Найтісніше вона пов'язана з **енвайронментологією** (від англ. *environment* - навколишнє середовище) (середовищезнавством) – комплексною наукою про навколишнє природне середовище людини, його якість й охорону, а також з **енвайронменталістикою** - технічним додатком до енвайронментології, включаючи очищення викидів в атмосферу, стічних вод, утилізацію відходів та інших технологічних аспектів охорони і поліпшення середовища.

Органічний союз екології з природничими науками (**землезнавством, ґрунтознавством, біологією, космологією**) тому, що ці науки розкривають суттєві риси властиві екологічним об'єктам. Землезнавство та ґрунтознавство формують образ неорганічної природи, біологія - живої речовини, космологія - міжпланетного простору, в якому виникла та функціонує глобальна екосистема (біосфера) Землі.

Проблеми впливу чинників середовища на населення стали предметом осмислення у філософії, навіть сформувався науковий напрям – філософія людини.

Філософія екології виконує й евристичну функцію, вивчає та оптимізує сам процес екологічного пізнання, розробляє та удосконалює можливості його подальшого розвитку.

Екологія тісно пов'язана з **медициною**, яка вивчає методи поліпшення та збереження здоров'я, особливо з її гігієнічним напрямом **Біотехнологія, сільськогосподарські науки, урбаністика, охорона природи, біоіндикація та космонавтика** визначають прикладні інтереси та можливості екології. **Суспільствознавство** отримує від екології важливу допомогу щодо визначення бажаного рішення нагальних проблем і пошуків образів майбутнього.

Не менш тісні зв'язки екології з фундаментальними теоріями: **еволюційною теорією, теорією систем**, а також з **інформатикою**. На їх базі екологія знаходить раціональне пояснення численним екологічним явищам, процесам інформаційного характеру. **Математика, енергетика і техніка** надають логічні та технічні засоби для забезпечення екологічного пізнання, моделювання потоків енергії та речовин тощо.

Всесвітнє поширення людства та пристосування людей до різноманітних умов пов'язує екологію з **географією**. Людина, що взаємодіє з географічним середовищем не тільки відчуває її постійний вплив, але й сама впливає на клімат, ґрунт, моря та річки, рослинний і тваринний світ, рельєф і космос.

Екологія пов'язана із **соціологією** на рівні біосоціальних взаємодій та методів соціологічних досліджень й оцінок. Усі розділи соціології – виникнення та структура груп, спільнот, соціальні процеси, соціальна поведінка, проблеми демографії – мають найсуттєвіше значення для екології людини.

Для екології дуже важливі також **палеонтологія** та **археологія**, за допомогою яких уточнюються часові та географічні межі екологічної компетенції. Без них неможлива була б реконструкція сучасної картини антропогенезу та становлення людського суспільства у його зв'язку з навколишнім середовищем.

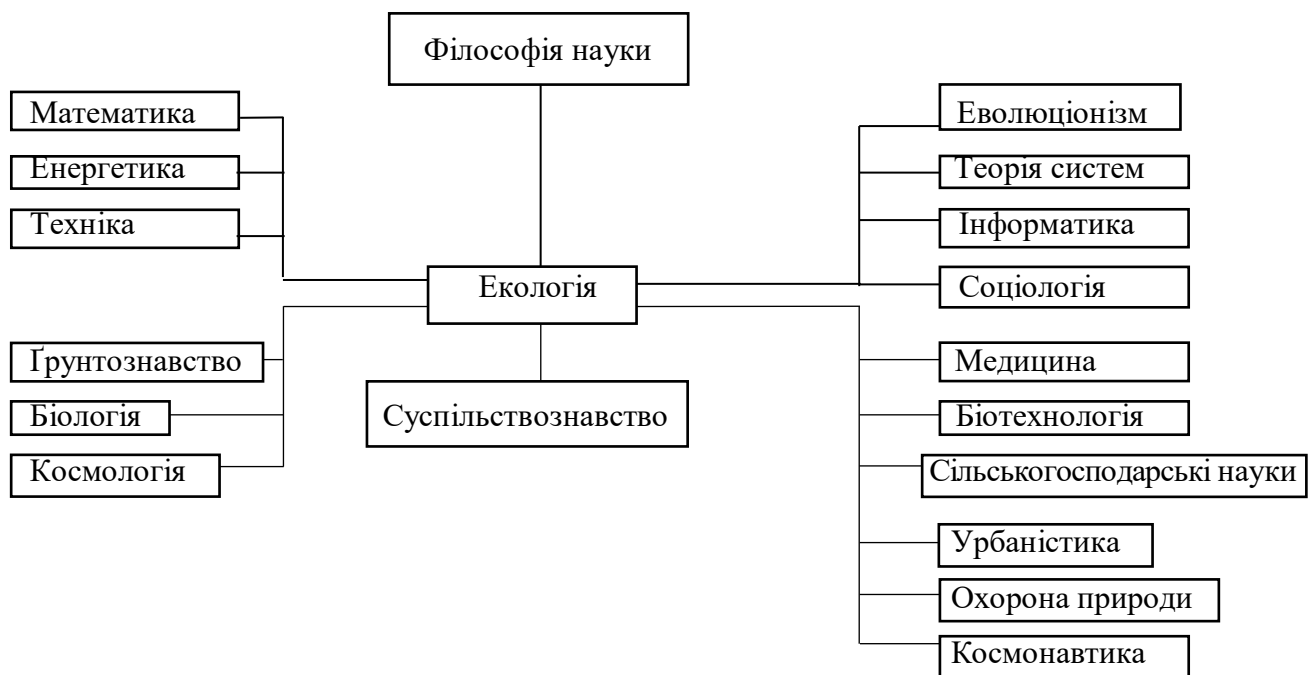


Рис. 1.3. Зв'язки екології з іншими науками за В.С. Крисаченко [4].

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Надати відповіді на тестові питання.
 - 2.1. Який розділ екології вивчає взаємодії угруповань організмів із умовами навколишнього середовища?
 - А. Аутокологія;
 - Б. Демекологія;
 - В. Синекологія.
 - 2.2. Який критерій класифікації застосовується для виділення фундаментальної та прикладної екології?
 - А. Підхід до предмету дослідження;
 - Б. Науково-практична точка зору;
 - В. Компоненти дослідження.
 - 2.3. Як називається розділ екології, який вивчає відносини організмів та (популяцій) із середовищем існування в динамічно-еволюційному плані?
 - А. Аналітична екологія;
 - Б. Динамічна екологія;
 - В. Кількісна екологія.
 - 2.4. Предметом вивчення екології є:
 - А. Взаємовідносини організмів між собою;
 - Б. Взаємовідносини організмів із середовищем існування;
 - В. Взаємовідносини організмів між собою та навколишнім середовищем.
 - 2.5. Який розділ екології вивчає угруповання минулих епох, що пов'язані зі становленням і впливом на них людської культури і способу життя?
 - А. Палеоекологія;
 - Б. Археоекологія;
 - В. Еволюційна екологія;
 - 2.6. Яка дисципліна вивчає взаємодії у часі й просторі міста і його підсистем з навколишнім природним середовищем?
 - А. Техноекологія;
 - Б. Урбоекологія;
 - В. Агроекологія.
 - 2.6. Встановити відповідність між вченим-авторами і термінами, які були запропоновані:

А. Ернст Геккель;	екологія;
Б. Карл Шретер;	аутокологія;
В. Фриц Швердтфегер;	синекологія;
Г. Михайло Голубець.	демекологія;
	екосистемологія;
	біосферологія;
	динекологія;
	агроекологія.
 - 2.7. Обрати із запропонованого переліку назв розділів і дисциплін екології синоніми:

А. Аутокологія;	екологія популяцій;
Б. Екосистемологія;	екологія угруповань;
В. Фундаментальна екологія;	екологія рослин;
Г. Глобальна екологія.	екологія видів;

біосферологія;
біогеоценологія;
біоекологія;
загальна екологія;
теоретична екологія;

2.8. Встановити відповідність між рівнями біологічної організації та об'єктами досліджень певних розділів екології:

Рівні організації живої матерії	Розділ екології
організмівий	
	демекологія
біогеоценологічний	
	глобальна екологія

3. Обміркувати та обґрунтувати на основі вивчення сутності, об'єкта та предмета екології відповіді на питання.

- 3.1. Чи можна стверджувати, що у місті Кривий Ріг погана екологія?
- 3.2. Чи можна покращити екологію Кривого Рогу?
- 3.3. Чи мають науковий сенс словосполучення «екологія душі», «екологічне взуття», «еколюдина»?
- 3.4. Які із наведених нижче словосполучень, не мають наукового сенсу і є свідченням низького рівня екологічної компетенції? Пояснити відповідь.
 - А. Екологічна культура;
 - Б. Екологія культури;
 - В. Екологічна хімія;
 - Г. Хімічна екологія;
 - Д. Психологічна екологія;
 - Е. Екологічна психологія.

4. Узагальнити результати вивчення матеріалів теми та сформулювати висновки до роботи.

Питання самоконтролю:

1. Що таке екологія? Хто і коли запропонував цей термін?
2. Що є об'єктом і предметом вивчення аутоекології, декекології, синекології, біосферології?
3. Які основні блоки виділяють в екології?
4. Які основні розділи і дисципліни включає сучасна екологія?
5. Які основні напрями (аспекти) екології вирішують теоретичні та практичні завдання цієї науки?
6. Які основні завдання покликана вирішувати прикладна екологія?
7. Які критерії застосовують для диференціації екологічної науки?
8. Які вчені, що працювали в галузі екології Вам відомі?
9. Яке місце займає екологія в системі наук?
10. Які глобальні екологічні проблеми Вам відомі? В чому їхня сутність та причини?
11. Які особливості характеризують сучасний розвиток екологічної науки?
12. Яке значення має екологія у Вашому особистому житті?

ТЕМА 2: ОСНОВИ ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ У ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.

Мета: вивчення основних сучасних нормативно-правових актів у галузі екології та охорони навколишнього природного середовища; поглиблення знань про екологічні права, інтереси, обов'язки громадян України; формування здатності діяти свідомо та соціально відповідально, усвідомлювати та реалізовувати свої права й обов'язки як члена суспільства; розвиток загальнокультурної, екологічної, інформаційної, правової компетентностей.

План

1. Ознайомитися з актами екологічного законодавства України.
2. Вивчити види екологічних прав громадян України.
3. Розглянути розмежування екологічних прав та інтересів громадян.
4. З'ясувати гарантії реалізації екологічних прав громадян України.
5. Проаналізувати і порівняти загальні та спеціальні обов'язки громадян України у галузі екології та охорони навколишнього природного середовища.
6. Розв'язати надані завдання.

Література:

1. Андрейцев В.І. Екологічне право. Київ: Вентурі, 1996. 206 с.
2. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології :навч. посібн. Київ: Либідь, 1997. С. 128-134.
3. Конституція України: документ 254к/96-ВР, редакція від 01.01.2020, підстава-27-ІХ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 22.07.2023).
4. Краснова М.В., Краснова Ю.А. Екологічне право України. Загальна частина: підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2021. 190 с.
5. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрушко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С.16-22. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення:20.08.2023).
6. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Поздній Є.В. Екологічне інспектування: практикум з навчальної дисципліни для здобувачів першого рівня вищої освіти спеціальності 101 Екологія / за ред. Я.В. Маленко. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 18-24.
7. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1264-12>. (дата звернення: 22.07.2023).
8. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 №2697-VIII. ВВР.2019. № 16. ст.70. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 03.08.2023).

Матеріали та обладнання: зошит; ручка, доступ інтернет-мережі.

Теоретичні відомості

Екологічне законодавство України – це система нормативно-правових актів, що містять еколого-правові норми, які здатні регулювати екологічні правовідносини, що виникають у галузі використання природних ресурсів, охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки. Система екологічного законодавства зазнала суттєвого оновлення вже в умовах незалежності України з використанням досвіду світових лідерів в галузі екологічного права.

Визначальні для екологічного законодавства норми вміщені в низці чинних нормативно правових актів.

1. Конституції України – це основний Закон країни, нормативно-правовий акт найвищої юридичної сили. У цьому документі, зокрема, визначено, що земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах

- території України, природні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони є *об'єктами права власності українського народу*. Забезпечення екологічної безпеки та підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, збереження генофонду українського народу є, відповідно до статті 16 Конституції, обов'язком держави) [3].
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991 р.
 3. Закон України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» від 27 лютого 1991 р.
 4. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» від 16 червня 1992 р.
 5. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16 жовтня 1992 р.
 6. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 8 лютого 1995 р.
 7. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23 травня 2017 р.
 8. Закон України «Про виключну (морську) економічну зону України» від 16 травня 1995 р.
 9. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» від 30 червня 1995 р.
 10. Закон України «Про відходи» від 5 березня 1998 р.
 11. Закон України «Про рослинний світ» від 9 квітня 1999 р.
 12. Закон України «Про мисливське господарство та полювання» від 22 лютого 2000 р.
 13. Закон України «Про правовий режим надзвичайного стану» від 16 березня 2000 р.
 14. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» від 8 червня 2000 р.
 15. Закон України «Про зону надзвичайної екологічної ситуації» від 13 липня 2000 р.
 16. Закон України «Про курорти» від 5 жовтня 2000 р.
 17. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» 18 січня 2001 р.
 18. Закон України «Про тваринний світ» від 13 грудня 2001 р.
 19. Закон України «Про Червону книгу України» від 7 лютого 2002 р.
 20. Закон України «Про екологічну мережу» від 24 червня 2004 р.
 21. Закон України «Про інформацію» від 2 жовтня 1992 р.
 22. Водний Кодекс України 06 червня 1995 р.
 23. Кодекс України про надра. 21 липня 1994 р.
 24. Земельний Кодекс України. 25 жовтня 2001 р.
 25. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28 лютого 2019 р.

До екологічного законодавства належать й інші закони України, постанови Верховної Ради України, накази Президента України, постанови Кабінету Міністрів України, нормативні документи Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, рішення місцевих органів державної виконавчої влади й органів місцевого самоврядування.

Слід зазначити, що на даний момент, ще не сформувалися умови для розробки комплексного законодавчого акту, який би охопив усі напрями правового регулювання суспільних відносин. Але в перспективі прийняття Екологічного кодексу України не лише доцільне, а й необхідне, тим більше що це передбачено основними напрямками державної політики України у галузі екології [8].

У *статті 9* другого розділу Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначені екологічні права громадян нашої країни (рис. 1).

Екологічні права громадян – це система правових норм, що закріплюють юридичні можливості громадян, які дають змогу задовольняти потреби та інтереси в галузі використання, охорони, відтворення природних ресурсів і природних об’єктів, охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки [4, 5].

Залежно від критерію класифікації екологічні права можна поділяти наступним чином:

1. Рівень правового регулювання: основні, інші;
2. Суб’єкт реалізації екологічних прав: галузеві, міжгалузеві;
3. Форма реалізації екологічних прав: індивідуальні, колективні тощо.

Право – соціальний чинник, здатний належним чином врегулювати баланс суспільних, державних, приватних інтересів у галузі ефективного використання природи та її об’єктів, охорони всього навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки громадян. Воно покликане запровадити правила екологічно виваженої поведінки, умови, принципи, вимоги, обмеження та заборони, які здатні забезпечити єдиний для всіх екологічний правопорядок відповідального перед собою та майбутніми поколіннями людства.

Екологічні права громадян України

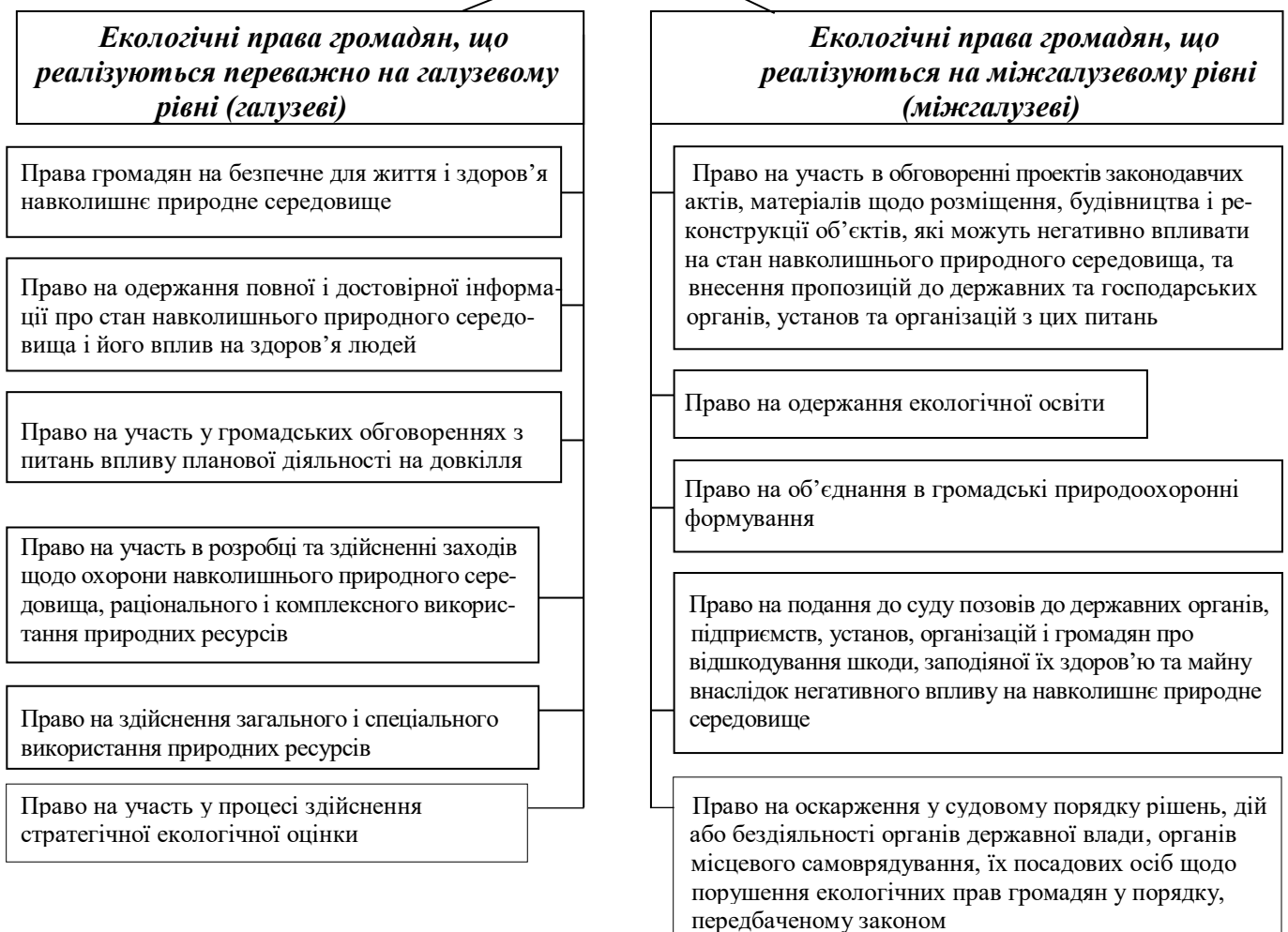


Рис. 2.1. Екологічні права громадян України [5, 6].

Кожний громадянин країни повинен знати свої права та усвідомлювати, що існують певні, як змістові, так й формально-юридичні відмінності, між правами та інтересами. Якщо право є домаганням у формі необхідності, то інтерес – у формі

бажання. До того ж, інтерес є нестандартним віддзеркаленням потреби особистості, а право – типовим. Розмежування екологічних прав та інтересів громадян відображено на рисунку 2.

Розмежування екологічних прав і інтересів громадян



Рис. 2.2. Відмінності екологічних прав та інтересів громадян [1].

Статті 10 та 11 другого розділу Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» регламентують гарантії реалізації екологічних прав громадян країни. Визначають, що: «Місцеві ради, органи державної влади в галузі охорони навколишнього природного середовища і використання природних ресурсів зобов'язані подавати всебічну допомогу громадянам у здійсненні природоохоронної діяльності, враховувати їх пропозиції щодо поліпшення стану навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів, залучати громадян до участі у вирішенні питань охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів» [7]. Узагальнено комплексну процедуру гарантії екологічних прав громадян, включаючи організаційно-розпорядчі, контрольно-виконавчі, превентивно-обмежувальні, процесуально-правові та захисні гарантії демонструє схема, яка представлена на рисунку 3.

Поряд із правами Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» передбачає щодо громадян і певні обов'язки, які конкретизовані у **статті 12** другого розділу цього законодавчого акту (рис. 4). Обов'язки є необхідним елементом взаємодії держави, суспільства й особистості. Їх відсутність унеможливує збалансованість правової системи, ефективність правового регулювання, стабільний правопорядок. Обов'язки – неодмінна умова оптимального функціонування інститутів демократії, організації управління виробничими процесами, підтримання сталого розвитку суспільства. Якщо екологічне право – це сфера влади та волі індивіда, то екологічний обов'язок – сфера необхідності та підпорядкування, що являє собою нормативно встановлену міру належної поведінки особи, яка спрямована на захист навколишнього природного середовища. Загалом можна відзначити, що екологічні обов'язки: 1) є елементом механізм правового



Рис. 2.3. Гарантії реалізації екологічних прав громадян України [5, 6]



Рис. 2.4. Екологічна обов'язки громадян України [5, 6, 7].

регулювання екологічних відносин, визначаючи, що з позиції права має робити особа за наявності певних життєвих умов та які наслідки чекають на неї у разі порушення

відповідної вимоги, а відтак гарантують справедливу міру свободи кожного громадянина; 2) закріплюють стандарт (еталон) правомірної поведінки особи та встановлюють наслідки її порушення; 3) повинні ґрунтуватися на внутрішньому переконанні особи в правильності (справедливості, доцільності, необхідності), покращених на неї екологічних обов'язків, сприйнятті їх як легітимних вимог; 4) закріплюються у нормативно-правових актах (законодавстві).

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Ознайомитися зі змістом основних розділів Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища».
3. Проаналізувати відмінності між екологічними правами та інтересами громадян.
4. Розв'язати тестові завдання:
 - 4.1. Основним законом України є:
 - А. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»;
 - Б. Конституція України;
 - В. Земельний Кодекс України.
 - 4.2. До складу екологічного законодавства України входять:
 - А. Закони України;
 - Б. Накази Президента України;
 - В. Постанови Кабінету Міністрів України.
 - 4.3. Коли був затверджений Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»?
 - А. 25 червня 1991 р.;
 - Б. 28 червня 1996 р.;
 - В. 16 жовтня 1992 р.
 - 4.4. Який з перелічених кодексів не є джерелом екологічного права України?
 - А. Земельний кодекс;
 - Б. Екологічний кодекс;
 - В. Водний кодекс.
 - 4.5. Екологічні інтереси громадян є:
 - А. Персоніфікованими;
 - Б. Уніфікованими;
 - В. Не персоніфікованими.
 - 4.6. Скільки розділів містить Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»?
 - А. 16 розділів;
 - Б. 14 розділів;
 - В. 19 розділів.
 - 4.7. Які права громадянина України реалізуються на галузевому рівні?
 - А. Право на одержання екологічної освіти;
 - Б. Право на безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище;
 - В. Право на подання до суду позовів про відшкодування шкоди, заподіяної майну внаслідок негативного впливу на навколишнє природне середовище.
 - 4.8. Які гарантії реалізації екологічних прав громадян України називають

«гарантіями гарантій»)?

- А. Процесуально-правові гарантії;
- Б. Контрольно-виконавчі гарантії;
- В. Захисні гарантії.

4.9. Який нормативний акт комплексно відображує основні напрями державної екологічної політики України?

- А. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»;
- Б. Концепція (основи державної політики) національної безпеки України;
- В. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року».

4.10. Яка стаття Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає екологічні обов'язки громадян?

- А. стаття 12;
- Б. стаття 9;
- В. стаття 10.

5. Узагальнити результати вивчення матеріалів теми та сформулювати висновки до роботи.

Питання самоконтролю:

1. Що таке екологічне законодавство?
2. Що уявляє собою Конституція України?
3. Які нормативно правові акти входять до складу екологічного законодавства України? Навести їх назви.
4. Перелічити екологічні права громадян України.
5. Чим екологічні права відрізняються від екологічних інтересів громадян України?
6. Які критерії можуть застосовуватися для класифікації екологічних прав громадян України?
7. Що таке екологічні обов'язки громадян?
8. Які загальні обов'язки мають громадяни України в галузі охорони навколишнього природного середовища? Який акт екологічного законодавства містить їхній перелік?
9. Яке призначення має Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»? Скільки розділів містить цей документ? Коли він був затверджений?
10. Яке призначення має Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»? Коли був затверджений цей документ?
11. Яку назву має міністерство, що формує та реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки? Назвати прізвище керівника.
12. Як називається структурний підрозділ виконкому Криворізької міської ради, створений з метою організації природоохоронної роботи у місті та об'єднання зусиль, спрямованих на поліпшення стану довкілля? Хто його очолює на теперішній час?

ТЕМА 3: СИСТЕМНИЙ МЕТОД, ПІДХІД В ЕКОЛОГІЇ.

Мета: поглиблення знань про загальну теорію систем, системний метод, підхід, аналіз в екології; формування здатності до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів екологічної науки, природознавства, вмінь та навичок системного аналізу; розвиток екологічної компетентності та культури, глобального мислення, загальної культури і свідомості.

План

1. **Ознайомитися із загальною теорією систем.**
2. **Розглянути існуючі підходи до типології (класифікації) систем.**
3. **Визначити ознаки і загальні характеристики систем.**
4. **Вивчити сутність, головні положення, постулати, аспекти, ознаки, значущість системного підходу в екології.**
5. **Розв'язати надані завдання.**

Література:

1. Грицюк П.М., Джоші О.І., Гладка О.М. *Основи теорії систем і управління: навч. посібник*. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.
2. *Екологічне управління: Підручник*/ В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.О. Білявський та ін. Київ: Либідь, 2004. 432 с.
3. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. *Загальна екологія: навчальний посібник*. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 31-39. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
4. Prigogine I., Stengers I. *Order out of Chaos: Man`s new dialogue with Nature*. London: Heinemann, 1984. 349 p.
5. Прокопенко Т.О. *Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник*. Черкаси: ЧДТУ, 2019. 139 с.
6. Сурмин Ю.П. *Теория систем и системный анализ*. Киев: МАУП, 2003. 368 с.
7. *Теорія систем в екології: підручник* / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопалов, А. А. Негадайло та ін. Суми: Сумський державний університет, 2015. 330 с.

Матеріали та обладнання: зошит; ручка, доступ інтернет-мережі, акваріум.

Теоретичні відомості

Поняття системи виникло ще в період античності, коли були висловлені ідеї цілісності світу й окремих його частин, їхнього розвитку, структури, взаємодій та зв'язку між елементами. Давньогрецькі вчені (Анаксимандр, Аристарх, Аристотель, Демокрит, Піфагор, Платон, Фалес та інші) вже в ті часи намагалися створити єдину систему світобудови. Суттєве значення для розвитку системних уявлень мали праці М. Коперника, Г.В. Лейбніця, Е. Жоффруа Сент-Ілера, Ж-Б. Ламарка, Ч. Дарвіна, Д.І. Менделєєва, І.І. Шмальгаузена, В.М. Беклемешева, В.І. Вернадського, М.Д. Месаровича, О.О. Богданова, І.Р. Пригожина, Ю.А. Урманцева, Н. Вінера, В. Росс Ешбі, Р. Акоффа та інших. Починаючи з 20-30-х років ХХ ст. австрійський біолог-теоретик **Людвіг фон Берталанфі** працював над створенням загальної теорії систем, засади якої узагальнено були викладені в праці «Загальна теорія систем» у **1969** році. Л. Берталанфі сформулював теорію відкритих систем, яка розкриває процес обміну між організмом і середовищем, що його оточує. Завдяки теорії систем було визначено, що жива матерія існує у вигляді різних рівнів організації (молекулярний, клітинний, організмівий, популяційно-видовий, біогеоценотичний (екосистемний), біосферний). Перехід від одного рівня до наступного має емерджентний

характер. Системний підхід як загальнонауковий метод почав інтенсивно розвиватися на основі загальної теорії систем у 60-70-х роках ХХ ст. у Сполучених Штатах Америки, а з середини ХХ ст. поняття «система» стало одним з ключових філософсько-методологічних та спеціально-наукових [3].

Система (від давньогрець. «συστήμα») – ціле, складене з частин, сполучення) - множина взаємозв'язаних елементів, відокремлена від середовища, що взаємодіє з ним, як єдине ціле. Сам Л. фон Берталанфі визначав систему як сукупність взаємопов'язаних елементів, що утворюють цілісність, єдність. Сьогодні відома велика кількість інших визначень поняття «система», що використовуються залежно від контексту, галузі знань та цілей дослідження. Але всі вони визначають це поняття через такі чотири ознаки системи: 1) система являє собою цілісний комплекс взаємозв'язаних елементів; 2) система утворює єдність із середовищем; 3) як правило, системи, що досліджуються, є елементами більш високого класу, рівня ієрархії; 4) елементи будь-якої системи, що досліджується, у свою чергу, можуть бути системами нижчого ієрархічного порядку [7].

Поняттям «система» можна описати фактично всі об'єкти навколишнього світу. Це пояснює існування різноманітності підходів до класифікації (типології) систем за різними критеріями (табл. 3.1), (рис. 3.1) [1, 2, 3, 5, 6, 7].

Таблиця 3.1

Типологія систем

№	Критерій класифікації	Типи (класи) та підтипи (підкласи) систем
1	Наявність зв'язку з навколишнім середовищем	Відкриті системи, які обмінюються з навколишнім середовищем речовиною та енергією; Закриті системи, які обмінюються з довкіллям тільки енергією; Ізольовані системи повністю ізольовані від середовища
2	Походження системи	Природні системи, які виникли без втручання людини (системи живої та неживої природи); Штучні системи, які є результатом діяльності людини; Змішані системи, які виникли природньо, але в процесі існування зазнають перетворень людиною
3	Природа елементів (матеріальність, спосіб існування)	Матеріальні (реальні) системи, утворені з матеріальних елементів; Ідеальні (концептуальні чи абстрактні) системи, які складаються з елементів, що не мають аналогів у реальному світі (наприклад, системи рівнянь, ідеї, плани, теорії тощо, є продуктом мислення
4	Природа системи	Фізичні системи, які складені сукупністю фізичних елементів; Технічні системи, які складаються з сукупності технічних деталей, технічних пристроїв (конвеєр, станок тощо); Хімічні системи, які складаються з множини хімічних елементів, пов'язаних хімічними зв'язками (молекула, хімічна речовина тощо); Біологічні системи, які складають організми (системи органів, тканин, клітин); Екологічні системи, які складаються в результаті взаємозв'язків організмів в угрупованнях різних рівнів;

		<p>Соціальні суспільство або певна його складова, що розвивається як ціле (держава, законодавство тощо);</p> <p>Інтелектуальні системи знань, способів пізнання та мислення;</p> <p>Кібернетичні системи, які складається з множини взаємопов'язаних об'єктів-елементів, здатних сприймати, запам'ятовувати, та аналізувати інформацію, обмінюватися нею (автопілот, мозок людини, біологічна популяція тощо)</p>
5	Масштаб (величина) системи	<p>Мікросистеми – системи мікомасштабів (організми в краплині рідини);</p> <p>Мезосистеми - середні за величиною системи (біогеоценоз);</p> <p>Метасистеми – системи великого масштабу (суспільство, біосфера тощо);</p> <p>Мегасистеми – нескінченні за величиною системи (Всесвіт)</p>
6	Характер детермінації	<p>Стохастичні (імовірнісні) системи, характер поведінки яких має імовірнісний, непередбачуваний характер;</p> <p>Детерміновані системи, поведінка яких визначена певною мірою</p>
7	Кількість складових елементів	<p>Одноклітинні системи (клітина);</p> <p>Бінарні системи, які складаються з двох елементів;</p> <p>Трьох-, чотирьох-, п'яти елементні системи;</p> <p>Багатоелементні системи утворені множиною елементів</p>
8	Ступінь складності системи	<p>Прості системи, які складаються з невеликої кількості елементів та зв'язків між ними;</p> <p>Складні системи, які утворені великою кількістю простих систем та їхніх взаємозв'язків;</p> <p>Суперскладні системи, які утворені великою кількістю складних систем зі складною системою зв'язків між ними;</p> <p>Трансцендентальні системи, усвідомлення надзвичайної складності яких знаходиться за межами можливостей осмислення людиною</p>
9	Ступінь організації	<p>Хаос – системи з непізнаними чи невизначеними зв'язками та непрогнозованими закономірностями розвитку;</p> <p>Сумативні системи з недорозвинутими взаємозв'язками між елементами;</p> <p>Організовані системи зі складними структурно-функціональними зворотними зв'язками. Можуть бути наведені низькоорганізованими, високоорганізованими, самоорганізованими системами;</p> <p>Заорганізовані системи з однозначно передбачуваною поведінкою елементів (армія, тюрма тощо)</p>
10	Характер взаємодії елементів	<p>Координаційна системи складені рівноправними елементами;</p> <p>Ієрархічні системи, елементи яких перебувають в ієрархічних (субординаційних, чітко підпорядкованих) зв'язках;</p> <p>Координаційно-ієрархічні системи поєднують елементи рівноправні та нерівноправні (суспільство)</p>
11	Тип структури	<p>Лінійні системи, які характеризуються лінійною структурою взаємозв'язків елементів (ланцюг харчування);</p> <p>Сотові (сітьові, мережеві) системи, яким властиві розгалужені зв'язки та множина інформаційних, енергетичних зв'язків;</p> <p>Ієрархічні системи, які мають чітку взаємозалежність та супідрядність елементів та зв'язків;</p> <p>Змішані системи, у складі яких наявні всі типи структури (напр., парк культури)</p>

12	Наявність інформації про будову	« Чорний ящик (скринька) » - повна відсутність інформації про будову системи; « Сірий ящик (скринька) » - системи, про будову яких наявна певна інформація; « Білий ящик (скринька) » - системи з визначеною будовою
13	Кількість функцій	Монофункціональні системи, які виконують лише одну функцію; Поліфункціональні системи, здатні виконувати одночасно багато функцій
14	Здатність до самовідтворення	Нездатні до самовідтворення чи неорганічні (технічні, механічні системи); Самовідтворювані чи органічні здатні до репродукції (організми)
15	Характер відтворення	Відтворювані навколишнім середовищем; Самовідтворювані (репродуктивні) системи, що відтворюють собі подібних (нащадків) (живі організми)
16	Рівновага	Рівноважні системи, які зберігають рівновагу; Нерівноважні системи, в яких відсутність рівноваги викликає конфлікти
17	Здатність до адаптації	Адаптивні системи, які здатні до пристосування і не втрачають при цьому власну ідентичність. Можуть характеризуватися низькою, середньою та високою здатністю до адаптації; Неадаптивні системи, що не здатні до пристосування
18	Здатність до руху (зміни стану системи)	Статичні системи, які не змінюють свій стан; Динамічні системи, які змінюються
19	Вектор розвитку	Прогресивні системи з висхідними показниками розвитку; Регресивні системи, яким властиві занепад, негативні показники розвитку; Стабільні системи, які перебувають у стані стазису і зберігають сталі показники розвитку протягом існування
20	Траєкторія розвитку	Лінійні системи , яким властива лінійна (односпрямована) функція розвитку; Нелінійні системи з нелінійними функціями розвитку
21	Спосіб керування	Керовані зовні системи; Самокеровані системи; Системи з комбінованим керуванням , в яких є блок керування у самій системі, за допомогою якого здійснюється управління певними параметрами, але система підлягає також зовнішньому керуванню
22	Ефективність функціонування (організації)	Неефективні системи; Ефективні системи; Високоефективні системи

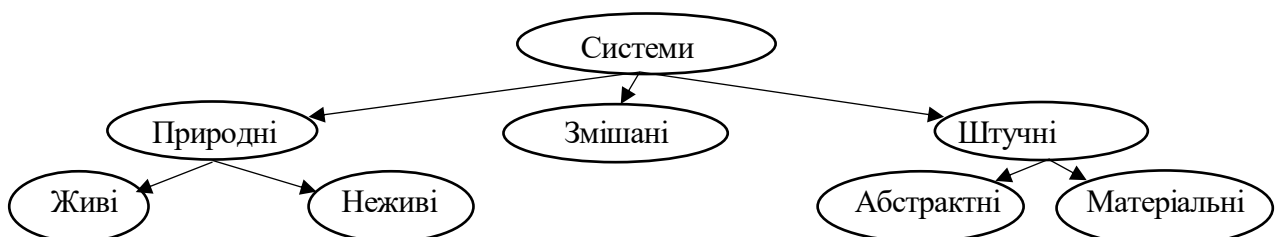


Рис. 3.1. Класифікація систем за походженням та способом існування [3].

Екологія має справу з відкритими складними системами, які не мають жорсткої детермінованості структури та функціонування, в них завжди спостерігається тій чи інший ступінь стохастичності (випадковості), але все рівно вони зберігають типовий для них рівень цілісності. Оскільки екологічні системи є відкритими, розрізняють їхню внутрішню та зовнішню структури систем. **Внутрішня структура** – це система немовби сама в собі, **зовнішня** – її зв'язки з елементами, що потрібні для забезпечення цілісності та функціонування даної системи. Якщо спробувати інтерпретувати складність екологічних систем за допомогою формалізації, то можна спрощено описати її наступним чином:

Складність системи = Складність організованості (складу) + Складність організації;
Складність організованості (складу) = Субстанційна + Генетична + Параметрична + Динамічна;
Складність організації = Різноманіття зв'язків і відносин + Різноманіття законів і закономірностей.

Складність – найважливіша характеристика еволюції, яка пов'язана з рівнем та формою руху матерії. Кожен наступний рівень організації життя складніше, ніж попередній. Вершиною генезису є системи, здатні до саморозвитку, яким властива здатність будувати стратегію й тактику поведінки та орієнтованість на власний розвиток як на підвищення потенціалу адаптивних системних можливостей.

Основними ознаками системи є:

1. Наявність найпростіших одиниць – **елементів**, які її складають;
2. Наявність **підсистем** як результатів взаємодії елементів;
3. Наявність **компонентів** як результатів взаємодії підсистем, які можна розглядати у відносній ізольованості, поза зв'язками з іншими процесами та явищами;
4. Наявність **внутрішньої структури зв'язків** між цими компонентами, а також їхніми підсистемами;
5. Наявність певного рівня **цілісності**, ознакою якої є те, що система завдяки взаємодії компонентів одержує інтегральний результат;
6. Наявність в структурі **системоутворюючих зв'язків**, які об'єднують компоненти і підсистеми як частини в єдину систему;
7. **Зв'язок системи з іншими системами** зовнішнього середовища.

До загальних характеристик (властивостей) системи належать: цілісність, ємерджентність, організованість, структурованість, функціональність, ієрархічність, обмеженість, взаємозв'язок із зовнішнім середовищем, цілеспрямованість (поведінка), розвиток, стійкість, надійність, адаптивність, множинність описів.

Згідно з цим сформувалися відповідні методологічні принципи, які забезпечують системну спрямованість наукового дослідження та практичного пізнання об'єктів:

1. **Принцип цілісності**, за яким досліджуваний об'єкт виступає як щось розчленоване на окремі частини, органічно інтегровані в єдине ціле;
2. **Принцип примату цілого над складовими частинами**, який означає, що функції окремих компонентів і підсистем підпорядковані функції системи в цілому, її меті;
3. **Принцип ієрархічності**, який постулює підпорядкованість компонентів і підсистем системі в цілому, а також супідрядність систем нижчого рівня системам більш високого рівня, внаслідок чого предметна галузь теорії набуває ознак ієрархічної метасистеми;

4. **Принцип структурованості**, який означає спосіб закономірного зв'язку між виділеними частинами цілого, що забезпечує єдність системи, зумовлює особливості її внутрішньої будови;
5. **Принцип самоорганізації** засвідчує, що динамічна система іманентно здатна самостійно підтримувати, відтворювати або удосконалювати рівень своєї організованості при зміні внутрішніх чи зовнішніх умов її існування та функціонування задля підвищення стійкості, збереження цілісності, забезпечення ефективних дій чи розвитку;
6. **Принцип емерджентності**;
7. **Принцип взаємозв'язку із зовнішнім середовищем**, за яким жодна із систем не може бути самодостатньою, вона має динамічно змінюватися і вдосконалюватися адекватно до змін зовнішнього середовища.

Системний підхід – це напрям методології досліджень, який полягає в комплексному вивченні великих і складних об'єктів (систем), дослідженні їх як єдиного цілого з узгодженим функціонуванням усіх елементів, компонентів, частин. Системний підхід розвиває і конкретизує передусім такі категорії діалектики, як зв'язок, відношення, зміст і форма, частина й ціле.

Методологічною основою системного підходу в екології є 3 головні положення:

1. Будь-яка екологічна система від організму до біосфери являє собою внутрішньо погоджену, організовану цілісність, що функціонує як єдине ціле за рахунок взаємодії компонентів цієї системи. Рівень цілісності біологічних та екологічних систем буває різним і може коливатися. Системи можуть бути досить крихкими або, навпроти, жорстко детермінованими, але та чи інша цілісність залишається фундаментальною властивістю будь-яких систем.
2. Біологічні та екологічні системи динамічні, вони змінюються в тій чи іншій амплітуді, зберігаючи свою цілісність.
3. Системи природи, що нас оточує, мають здатність до розвитку, самоорганізації та ускладнення.

Системний (або системно-екологічний) підхід базується на таких постулатах:

1. Будь-яка частина є частиною цілого, а ціле – частиною більш цілого.
2. Усе залежить від усього.
3. Усе змінюється.
4. Будь-яка зміна породжує «ланцюгову реакцію» наслідків.
5. Зміни можна передбачати, а наслідки – прогнозувати.
6. Без знання минулого неможливо передбачити наслідки у майбутньому.
7. Усе має свої закони існування та змін.
8. Усе має свої альтернативи і пріоритети.
9. Усе повинно перебувати у рівновазі з середовищем існування.
10. Усе повинно мати свої цінності й принципи, мотивацію дій і керуватися імперативами адаптованості, цілеспрямованості, інтегрованості й латентності (*прихованості*) для виживання.
11. Результативність досягається лише за умов врахування різноманіття складових (елементів, компонентів, світоглядів).

Системний підхід включає такі аспекти:

1. **Системно-елементний** аспект, який полягає у виявленні елементів-складових досліджуваної системи;
2. **Системно-структурний** аспект, який полягає у з'ясуванні внутрішніх зв'язків і залежностей між елементами (компонентами, частинами) досліджуваної системи і дає можливість отримати уявлення про внутрішню організованість (будову) цієї системи;
3. **Системно-функціональний** аспект, який потребує виявлення функцій, для реалізації яких створені й існують відповідні системи;
4. **Системно-цільовий** аспект, який вимагає необхідність наукового визначення завдань (мети) і підзавдань (цілей) системи, їхніх взаємних зв'язків;
5. **Системно-ресурсний** аспект, який полягає у ретельному виявленні ресурсів, потрібних для функціонування системи, з метою вирішення системою тієї чи іншої проблеми або завдання;
6. **Системно-інтеграційний** аспект, який передбачає визначення сукупності якісних властивостей системи, що забезпечують її цілісність, неповторність, унікальність, особливість;
7. **Системно-комунікаційний** аспект, який визначає потребу виявлення зовнішніх зв'язків досліджуваної системи з іншими, тобто її зв'язків з навколишнім середовищем у широкому розумінні;
8. **Системно-історичний аспект**, який дає змогу з'ясувати умови в часі, що вплинули на виникнення досліджуваної системи, специфіку етапів її еволюції, сучасний стан, а також можливі перспективи розвитку.

З позицій системного підходу можна розглядати будь-яку сферу. **Орієнтація на системний підхід у дослідженні виправдана тоді, коли ставиться завдання дослідити сутність явища, процесу.** У системному дослідженні об'єкт, що аналізується, розглядається як певна множина елементів, взаємозв'язок яких зумовлює цілісні властивості цієї множини. Основний акцент робиться на виявленні різноманітності зв'язків і відносин, що мають місце як усередині досліджуваного об'єкта, так і у його взаємодії із зовнішнім середовищем. Властивості об'єкта як цілісної системи визначаються не тільки і не стільки сумарними властивостями його окремих елементів чи підсистем, скільки специфікою його структури, особливими системотворчими, інтегративними зв'язками об'єкту дослідження. Отже, при застосуванні системного підходу будь-яка система (*об'єкт*) розглядається як сукупність взаємопов'язаних елементів (*компонентів, частин*), що має вихід (мету), вхід (ресурси), зв'язок із зовнішнім середовищем, зворотній зв'язок.

Ознаками системного підходу є :

1. **Системне мислення**, що передбачає: а) цілісне бачення (від цілого до часткового), б) стратегічне передбачення, в) гнучкість поглядів, г) логічну послідовність операційного мислення, д) логічність та системність висновків, е) методичність процесу мислення, є) структурованість або формалізованість ситуаційних уявлень, ж) узагальненість або агрегативність оцінок, з) цілеспрямованість. Системне мислення ґрунтується на принципі емерджентності, тобто властивості цілого не можуть вважатися наслідком властивостей окремих частин.

2. Системний аналіз, що включає певну послідовність дій (етапів): а) опис проблеми чи ситуації, б) аналіз альтернатив, в) моделювання небажаних наслідків, г) оцінку альтернатив, д) прийняття рішення, е) комплексну оцінку результатів випробування або впровадження, що повертає нас до опису проблеми або ситуації (*розвиток по спіралі*).

3. Операційні дослідження.

4. Структурне моделювання.

5. Стратегічне планування.

6. Комплексне оцінювання.

7. Системний менеджмент.

Системний підхід може виступати у взаємодіючих й одночасно досить автономних *системному аналізі* та *системному синтезі*. Системний синтез передбачає рух думки, розумових і практичних операцій від ідентифікації (визначення) елементів системи, встановлення зв'язків між ними, виділення на цій основі підсистем і об'єднання тих елементів, що не увійшли в окремі підсистеми, у великі чи складні системи. Системний синтез – це спосіб зафіксувати відносно простими засобами всю складність реальності. Системний аналіз передбачає декомпозицію досліджуваної системи на підсистеми першого, далі другого та інших рівнів і так аж до отримання елементів системи. Системний аналіз має низку дослідних етапів: 1) формування проблеми (метод сценаріїв); 2) формування цілей функціонування системи (метод дерева цілей); 3) генерування альтернатив (метод мозкової атаки); 4) вибір оптимальних альтернатив (використання оптимізаційних математичних методів, методів експертних оцінок, методу прогнозування тощо).

Отже, системний підхід дає змогу піднятися з емпірично-описової стадії до теоретичного рівня осягнення світу та вивчати екологічні системи як складні утворення, яким властиві цілісність, відкритість, поліструктурність, територіальна та просторова неоднорідність, динамічність, стійкість, стохастичність. Він дозволяє виявляти специфіку змін: 1) навколишнього середовища; 2) ценотичних взаємовідносин особин у популяціях, а також міжпопуляційних відносин; 3) взаємодій біогеоценозів із середовищем; 4) структури екосистем в цілому на певних ієрархічних рівнях; 5) структури ієрархії екосистем певних класифікаційних таксонів та біосфери в цілому тощо. Отримана інформація сприяє визначенню: 1) «слабких ланок» в екосистемах; 2) механізмів та форм реакцій екосистем на збурюючі впливи; 3) причинно-наслідкових зв'язків; 4) переліків специфічних екологічних проблем, диференційованих за: а) причиною (адресою); б) локалізацією; в) поєднанням з іншими негативними чинниками; г) значущістю наявних загроз (масштабом, інтенсивністю прояву, рівнем небезпеки тощо); 5) найбільш доцільних адекватних та ефективних напрямків вирішення проблем.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.

2. Розв'язати тестові завдання:

2.1. Який вчений є засновником загальної теорії систем?

А. Е. Берджесс;

Б. Л. Берталанфі;

В. А. Бергсон.

2.2. Які об'єкти можна описати поняттям «система»?

А. Живі;

Б. Великі;

В. Всі.

- 2.3. За походженням системи поділяють на:
 А. Природні, штучні, змішані;
 Б. Відкриті, закриті, ізольовані;
 В. Екологічні, фізіологічні, соціальні.
- 2.4. Прогресивні, регресивні, стабільні системи виділяють за таким критерієм, як:
 А. Здатність до руху; Б. Вектор розвитку; В. Траєкторія розвитку.
- 2.5. Стохастичні системи – це:
 А. Системи, які складаються зі 100 елементів;
 Б. Системи, які не змінюють свій стан
 В. Системи, характер поведінки яких має імовірнісний, непередбачуваний характер;
- 2.6. Екологічні системи – це:
 А. Відкриті системи; Б. Закриті системи; В. Ізольовані системи
- 2.7. За масштабом (величиною) біогеоценоз – це:
 А. Мегасистема;
 Б. Елементарна екосистема;
 В. Мезосистема.
- 2.8. Сутність структурно-інтеграційного аспекту системного підходу становить:
 А. Визначення сукупності якісних властивостей системи, що забезпечують її цілісність, неповторність, унікальність, особливість;
 Б. Виявлення функцій, для реалізації яких створені й існують відповідні системи;
 В. Потреба виявлення зовнішніх зв'язків досліджуваної системи з іншими, тобто її зв'язків з навколишнім середовищем у широкому розумінні;
- 2.9. Принцип емерджентності є:
 А. Ознакою системного мислення;
 Б. Ознакою екологічних систем;
 В. Вірні всі твердження.
- 2.10. Чи можна вважати хаос системою?
 А. Так; Б. Ні; В. Інколи.
3. Проаналізувати й описати акваріум з позиції теорії систем (тип (клас), ознаки системи). Чи можна вважати акваріум: а) екосистемою, б) моделлю екологічної системи?
4. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке «система»? Яка історія виникнення загальної теорії систем?
2. Які критерії застосовуються для класифікації систем?
3. Які системи вивчає екологія? Як можна визначати складність системи?
4. Які основні ознаки та загальні характеристики властиві системам?
5. Які методологічні принципи забезпечують системну спрямованість наукового дослідження та практичного пізнання об'єктів?
6. Які головні положення і постулати є основою системного підходу в екології?
7. Які аспекти включає дослідження об'єктів на основі системного підходу?
8. Які ознаки властиві системному підходу?
9. В чому полягає сутність системного аналізу?
10. Яке значення мають системний підхід, аналіз у дослідженнях екологічних об'єктів?

РОЗДІЛ II. ОСНОВНІ РОЗДІЛИ ЗАГАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЇ

ТЕМА 4: ПОНЯТТЯ «СЕРЕДОВИЩЕ» ТА ЙОГО ПОХІДНІ. КЛАСИФІКАЦІЯ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА.

Мета: формування та закріплення знань про середовище, похідні цього поняття, фактори середовища та підходи і критерії їхньої типології; формування вмій та навичок дослідження факторів навколишнього середовища, вибору методів та аналізу отриманих показників, планування та демонстрації навчальних дослідів; розвиток фахових компетентностей здобувачів вищої освіти, екологічної культури та світогляду.

План

1. З'ясувати етимологію поняття «середовище».
2. Вивчити похідні поняття «середовище», розглянути їх специфіку, взаємозв'язки.
3. Розглянути поняття «фактор» та критерії типології факторів середовища.
4. Вивчити класифікацію екологічних факторів на основі різних критеріїв.
5. Ознайомитися з принципами і приладами досліджень абіотичних факторів навколишнього середовища.
6. Розв'язати надані завдання.

Література:

1. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. 284 с.
2. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: Знання, КОО, 2007. 422 с.
3. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А.. Основи екології: навчальний посібник. Київ: Каравела, 2011. 304 с.
4. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 40-46. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
5. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь -справочник. Москва: Просвещение, 1992. 312 с.

Матеріали та обладнання: зошит; ручка, доступ інтернет-мережі, лабораторні прилади (манометр, анемометр, рН-метр, дозиметр, метеостанція).

Теоретичні відомості

Природа – це об'єктивна реальність, результат еволюції розвитку матеріального світу, що існує незалежно від свідомості людини.

Середовище – це найбільш загальне, надзвичайно ємне в залежності від смислових акцентів та ступеню конкретизації поняття, термін яким позначають все, що оточує об'єкт.

Середовище – це комплекс усіх умов, тіл та явищ, в яких існує організм і з якими організм перебуває в безпосередніх чи опосередкованих взаємозв'язках.

Видатний вчений І.М. Сеченов (1861) писав: «Організм без середовища, що підтримує його існування, неможливий, і тому в наукове визначення організму завжди повинно входити й середовище, що впливає на нього».

Залежно від смислових акцентів і ступеню конкретизації поняття «середовище» може мати різні похідні.

Природне середовище – сукупність природних і змінених діяльністю людини факторів живої та неживої природи, які можуть впливати на організм.

Зовнішнє середовище – сили та явища природи, її речовина та простір, будь-яка діяльність людини, що знаходяться поза об'єктом або суб'єктом, що розглядається, та не обов'язково безпосередньо контактує з ним.

Навколишнє середовище – сукупність зовнішніх умов живої та неживої природи, при яких існує організм і які прямо чи опосередковано впливають на стан, розвиток і розмноження як окремих організмів, так і популяцій. Можна сказати, що навколишнє середовище це зовнішнє середовище, яке знаходиться в безпосередньому контакті з об'єктом.

Середовище існування (середовище життя або екологічне середовище) – сукупність абіотичних і біотичних умов, у яких мешкають певні особини, популяції, угруповання організмів. Тобто, середовище існування аналог зовнішнього середовища, але за відношенням лише до живих організмів чи об'єктів із участю живого, тому не можна казати середовище існування підприємства або технологічного процесу. Поняття «середовище існування» або «навколишнє середовище» є менш ємними, ніж поняття «зовнішнє середовище», але більш ємними, ніж поняття «природне середовище» або «соціокультурне середовище». Живі організми планети освоїли чотири основні середовища існування: наземно-повітряне середовище існування; водне середовище існування; ґрунт як середовище існування; організми як середовище існування (гостальне середовище).

Антропогенне середовище – природне середовище, певним чином змінене людиною.

Агресивне середовище – середовище шкідливе для живих організмів.

Абіотичне середовище – сукупність сил та явищ неживої природи, походження яких не пов'язане з життєдіяльністю сучасних організмів.

Біогенне середовище – сукупність біологічного та біотичного середовищ.

Біологічне середовище – живі організми, в системі яких перебуває той чи інший організм або об'єкт.

Біотичне середовище – сукупність сил та явищ природи, які своїм походженням зобов'язані життєдіяльності нині наявних організмів.

Квазіприродне середовище (середовище другої природи) – усі модифікації природного середовища, ненавмисно та навмисно створені людиною (агроценозі, садово-паркові угіддя тощо). Квазіприродне середовище нездатне до самопідтримки та потребує періодичних енерговитрат і капіталовкладень з боку людини.

Артеприродне середовище (середовище третьої природи, техногенне) – штучно створене оточення людей, яке складається з суто технічних (споруди, будинки, штучне освітлення, асфальт шляхів) та природних (повітря, природне освітлення тощо) елементів. Артеприродне середовище без штучної підтримки деградує та руйнується. В його межах різко порушені цикли кругообігу речовин, типовим є накопичення відходів, високий рівень забруднення.

Середовище, що оточує людину (середовище життя людини) – сукупність абіотичного, біотичного та соціального середовища, що сумісно і безпосередньо впливають на людей та їх господарства.

Культурне середовище – середовище історично конкретного рівня розвитку суспільства,

творчих сил і здібностей людей, яке визначається певними типами й формами організації життя та діяльності людей, а також створеними минулими поколіннями матеріальними та духовними цінностями.

Соціальне середовище – середовище, що виникає в результаті суспільного життя й охоплює соціальні взаємовідносини між людьми.

Соціально-психологічне середовище – середовище, що формується у будь-яких людських сукупностях (від малих соціальних груп (родина) до глобальних (людство)) на основі позаекономічних відносин між людьми, що включають ступінь уваги один до одного, взаємну повагу, або навпаки неповагу, байдужість тощо.

Соціально-економічне середовище – відношення між людьми (та їхніми групами) та між ними і створеними та накопиченими ними матеріальними і культурними цінностями, які впливають на людину.

Побутове середовище – середовище проживання людини, яке містить сукупність житлових будівель, споруд спортивного та культурного призначення, комунально-побутових організацій та установ.

Будь-яке середовище – це сукупність факторів, певних умов. Сукупність факторів, які потрібні для існування та життєдіяльності виду, організму називають **умовами існування**.

Окремі властивості або елементи середовища, які впливають на організм і на які організм відповідає пристосувальними реакціями називають **екологічними факторами**.

Соціальні фактори – фактори, джерелом яких є суспільні відносини людей (соціально-психологічні фактори, соціально-економічні фактори).

Для класифікації екологічних факторів найчастіше використовують такі критерії:

I. Походження та специфіка дії:

абіотичні (абіогенні) фактори – це фізико-хімічні фактори неживої природи, які впливають на організм. Абіотичні фактори поділяються на : 1) **кліматичні** (температура, світло, сонячна радіація, атмосферний тиск, вологість, вітер, рівень звукових хвиль, спрямованість електромагнітних полів, опади тощо); 2) **едафічні** чи **грунтові** (механічний склад, фізичні властивості, хімізм ґрунтів); 3) **топографічні** (висота над рівнем моря, рельєф, експозиція та крутість схилів) (табл. 4.1);

Таблиця 4.1

Основні види абіотичних факторів

Кліматичні або атмосферні	Едафічні (ґрунтові) фактори	Топографічні фактори	Гідрологічні фактори водного середовища
сонячна радіація, вологість повітря, температура, опади, газовий атмосферний тиск, склад повітря, течії повітря, атмосферна електрика	структура ґрунту, механічний склад ґрунту, вологість ґрунту, солоність ґрунту, кислотність ґрунту (показник рН)	висота над рівнем моря, рельєф, експозиція та крутість схилів	освітленість, температура, солоність, газовий режим, тиск

біотичні (біогенні) фактори – сукупність впливів життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших організмів, а також і на неживу природу. Біотичні фактори поділяють на: 1) **фітогенні** (впливи рослинних організмів); 2) **зоогенні** (впливи тварин);

антропогенні фактори – сукупність факторів, пов’язаних як з прямим так й з опосередкованим впливом діяльності людини на середовище існування та життєдіяльність організмів. Іноді антропогенні фактори поділяють на: 1) *власно антропогенні фактори*, які не напряду пов’язані з діяльністю людини (техногенні фактори – будь-які впливи, пов’язані з технічними засобами; фактори забруднення); 2) *антропічні фактори* – фактори, що виникають в ході безпосереднього впливу людини на щось або когось (наприклад, фактор неспокою).

II. Час дії фактору:

еволюційні фактори (*палеофактори*) – фактори, характер сучасної дії яких був визначений у минулі геологічні епохи в результаті життєдіяльності організмів (наприклад, вміст кисню в атмосфері);

історичні фактори – фактори, характер сучасного впливу яких визначений в ході історичного розвитку людства, його взаємодій із природним середовищем (наприклад, підвищення концентрації вуглекислого газу в атмосфері Землі за останні 150 років);

діючі фактори – фактори, що діють в наш час.

III. Періодичність дії факторів:

періодичні фактори – фактори, що діють строго циклічно;

неперіодичні фактори – фактори, що виникають раптово, спонтанно, без строгої циклічності, а тому не дозволяють організмам поступово адаптуватися.

IV. Черговість виникнення факторів:

первинні фактори;

вторинні фактори – фактори, що виникають як наслідок дії первинних факторів (наприклад, вегетація рослин пов’язана з кліматичними впливами, а ті у свою чергу – із сонячною інсоляцією).

V. Дія факторів:

фактор подразник – фактор, що викликає пристосувальні зміни фізіологічних і біохімічних функцій;

фактор обмежувач – фактор, що визначає неможливість існування організмів, видів, систем у певних умовах;

фактор модифікатор – фактор, що викликає анатомічні та морфологічні зміни організмів;

фактор сигналізатор – фактор, що свідчить про зміни інших факторів середовища.

VI. Спектр дії факторів:

фактори загальної дії – будь-які фактори, що впливають на широке коло об’єктів або суб’єктів;

вибіркові фактори – фактори, що впливають на одні об’єкти чи суб’єкти і не впливають на інші подібні (наприклад, ступень освітлення суттєво впливає на життєдіяльність світлолюбних організмів і не суттєве для ґрунтових та абісальних істот).

VII. Ступень впливу факторів:

летальні фактори – фактори, що викликають загибель живих істот;

екстремальні фактори – фактори, сила впливу яких перевищує звичайні пристосувальні реакції живих систем, але не на стільки, щоб викликати миттєве їх руйнування, загибель;

лімітуючі (обмежуючі) фактори – фактори, що обмежують хід будь-якого явища, процесу чи існування організму, виду, угруповання;

фактори непокою – опосередкований фактор, що негативно впливає на нормальні умови існування та викликає стрес;

мутагенні фактори – фактори, які безпосередньо або опосередковано викликають генетичні мутації;

тератогенні фактори – фактори, що призводять до виродливості (каліцтв) у процесі індивідуального розвитку або в короткому ланцюгу поколінь.

VIII. Умови дії факторів:

фактори, що залежать від щільності – фактори, вплив яких на особин змінюється в залежності від щільності населення цієї популяції;

фактори, що не залежать від щільності.

IX. Об'єкт впливу факторів:

індивідуальні фактори – фактори, що впливають на індивід, особину;

групові фактори – фактори, джерелом і середовищем дії яких є група особин чи індивідів. Груповий фактор включає: 1) **етологічний фактор** – фактор, що виникає при безпосередньому контакті особин у групі; 2) **соціально-психологічний** – фактор, джерелом якого є суспільні (моральні, культурно-релігійні) настанови; 3) **соціальний фактор** – фактор, пов'язаний із відношеннями в суспільстві людей або соціальною структурою в суспільних тварин; 4) **соціально-економічний фактор** – фактор, що обумовлений відношеннями між людьми та між ними і створеними ними матеріальними та культурними цінностями; 5) **видовий фактор** – фактор, що виникає та діє в межах біологічного виду;

X. Характер факторів:

інформаційні фактори – фактори, що виступають як код життєво важливого повідомлення та впливають на живе неадекватно (наприклад, вигляд хижака для жертви);

речовино-енергетичні фактори – фактори, сила впливу яких адекватна потоку речовин та енергії, що переносяться;

фізичні фактори – фактори, джерелом яких є фізичний стан або явище (**геофізичний фактор, термічний фактор**);

хімічні фактори – фактори, які залежать від хімічного складу середовища (**фактор солоності, фактор кислотності**);

біогенні фактори – фактори живої природи, пов'язані із життєдіяльністю рослин тварин, мікроорганізмів;

комплексні фактори – фактори багатосторонньої дії (**едафічні, кліматичні, орографічні**).

XI. Середовище виникнення факторів:

атмосферні фактори – фактори, пов'язані з фізичним і хімічним складом атмосфери;

водні фактори (ф. вологості) – фактори, які визначають вплив на організми чи систему водного середоутворюючого компоненту;

геоморфологічні фактори – фактори, які пов'язані з геоморфологічними особливостями (**геологічні структури, рельєф тощо**) місця існування об'єкту чи суб'єкту, що вивчаються;

едафічні фактори – фактори, що визначаються особливостями ґрунтових умов місцеіснування;

фізіологічні фактори – індивідуальні фактори, які впливають на функції того ж організму, тобто самовплив;

генетичні фактори – фактори, які пов'язані з генетичним кодом і залежать від його стабільності та мінливості, а також від його зовнішніх змін в результаті зовнішніх впливів (мутацій);

популяційні фактори – фактори, які пов'язані з безпосередніми або опосередкованими взаємовідношеннями особин у популяції;

біоценотичні фактори – фактори, джерелом яких є сукупність діяльності організмів, які складають біоценоз, безпосередній чи опосередкований їх вплив на середовище;

екосистемні фактори – фактори, джерелом і середовищем яких є склад, структура, історія, функції екосистеми;

біосферні фактори – фактори, джерелом і середовищем яких є біосфера в цілому. Те ж, що й фактор екосистемний, але для вищого ступеню ієрархії екосистем.

XII. Здатність факторів змінюватися у часі:

стабільні фактори – фактори, що не змінюються протягом тривалих періодів часу: сила земного тяжіння, випромінювання Сонця (сонячна постійна), склад та властивості атмосфери, гідросфери, літосфери;

фактори, що змінюються: 1) **фактори, що змінюються закономірно, періодично** (внаслідок руху сонячної системи): сонячна радіація, фотоперіодизм (змiana дня і ночі), температура (добові та сезонні зміни середніх значень), припливи та відпливи тощо; 2) **фактори, що змінюються без чіткої періодичності**: більшість абіотичних факторів (вітер, опади, стан погоди тощо), біотичні фактори, антропогенні фактори.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Ознайомитися з приладами для проведення досліджень абіотичних факторів середовища та вивчити принципи їхньої роботи. Заповнити таблицю 4.2.

Слід пам'ятати, що основними характеристиками будь-якого вимірювального приладу є: 1. **Точність**, що характеризує різницю між значенням величини, яка вимірюється, та дійсним значенням (наприклад, клас точності 0,1 відповідає похибці 0,1%); 2. **Чутливість** приладу, що може бути визначена як відношення величини зміни сигналу від сенсора до величини зміни параметра, що вимірюється (наприклад, прилад з невисокою чутливістю може втратити певну корисну інформацію, тоді як прилад з високою чутливістю може отримати зайву інформацію, що призведе до ускладнення її інтерпретування); 3. **Роздільна здатність**, тобто найменша зміна величини параметра, який вимірюється, (наприклад, найменша поділка або цифра шкали приладу); 4. **Час відгуку**, що характеризує швидкість, з якою прилад реагує на зміну вхідного сигналу і визначає проміжок часу між зміною параметра й моментом вимірювання цієї зміни; 5. **Вірогідність**, тобто здатність приладу надавати вірну інформацію протягом визначеного часового періоду.

В наш час для вивчення абіотичних факторів навколишнього середовища та швидкого отримання важливіших і достовірних даних досить часто в польових умовах використовуються автономні метеостанції з безпроводною передачею інформації та можливістю фіксації відразу комплексу показників.



Рис. 4.1. Загальний вигляд автономної, професійної, метеостанція WS-6006, з модулем для роботи з сітями 3G/WCDMA, USB-інтерфейсом.

Таблиця 4.2

Характеристика приладів для дослідження факторів навколишнього середовища

Прилад	Призначення (за дослідженням факторів)	Одиниці вимірювання	Принцип роботи
Барометр			
Манометр			
Анемометр			
Термометр			
Пірометр			
Гігрометр			
pH-метр			
Плювіограф			
Шумомір			
Магнітометр			
Дозиметр			
Нівелір			

3. Скласти кросворд «Багатолике середовище».

4. Розв'язати тестові завдання.

4.1. Сукупність всіх зовнішніх умов живої та неживої природи, при яких існує організм і які прямо чи опосередковано впливають на стан, розвиток і розмноження як окремих організмів, так і популяцій називається:

- А. Природне середовище;
- Б. Навколишнє середовище;
- В. Зовнішнє середовище.

4.2. Штучно створене оточення людей, яке складається з суто технічних та природних елементів називається:

- А. Техногенне середовище;
- Б. Соціальне середовище;
- В. Артеприродне середовище.

4.3. Природне середовище, певним чином змінене людиною називається:

- А. Культурне середовище;
- Б. Природне середовище;
- В. Антропогенне середовище.

4.4. За дією екологічні фактори поділяються на:

- А. Фактори загальної дії та виборчі фактори;

ТЕМА 5: МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ ДО РІЗНОМАНІТНИХ ВПЛИВІВ. БІОРИТМИ.

Мета: закріплення та поглиблення знань про адаптацію, хронобіологію, роль аналізаторів в адаптації внутрішнього середовища організму до зовнішніх впливів; формування вмінь та навичок аналізу та раціоналізації способу життя, оперування науковою термінологією, дослідження адаптаційних процесів, систематизації та інтерпретації фактів здоров'язбережувального й інноваційного характеру; розвиток фахових компетентностей, загальної та екологічної культури.

План

1. Закріпити знання про адаптацію та основні її фази.
2. З'ясувати особливості адаптації організму людини до температурного режиму.
3. Розглянути особливості адаптації людини до гіпоксії.
4. Виявити специфіку адаптації організму людини до рухової активності.
5. Ознайомитися з особливостями хронобіологічного функціонування організмів, хронотипами людини.
6. Визначити роль аналізаторів у процесі адаптації внутрішнього середовища організму до зовнішніх впливів.
7. Розв'язати надані завдання.

Література:

1. Гончаренко М.С., Бойчук Ю.Д. Екологія людини: Навчальний посібник/ За ред. Н.В. Кочубей. 2-ге вид., випр. і допов. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 391 с.
2. Димань Т.М. Екологія людини: підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2009. 376 с.
3. Залеський І.І., Клименко М.О. Екологія людини: Підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2005. 288 с.
4. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 47-64. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).

Матеріали та обладнання: зошит; ручка, доступ інтернет-мережі, кімнатні рослини (пеларгонія плющоподібна, (калачики) (*Pelargonium peltatum*), хлорофітум хохлатий (павучок) (*Chlorophytum comosum*), бегонія королівська (*Begonia rex*)) або гербарні зразки.

Теоретичні відомості

Організм людини адаптується до факторів навколишнього середовища (природних і соціальних чинників) за допомогою складного та багатогранного механізму.

Виокремлюють такі фази адаптації:

- 1) **аварійна фаза** виникає та розвивається на початку дії фізіологічного, патогенного факторів або внаслідок зміни умов довкілля. Першими реагують центральна нервова система, системи кровообігу і дихання, а також ендокринна (адреналінова) система (адреналін – гормон мозкової речовини підкіркових залоз, який прискорює обмін речовин в організмі, збільшує вміст цукру в крові, підвищує кров'яний тиск), функціонування якої сприяє забезпеченню організму необхідною енергією. Такі запобіжні дії є реакціями «випереджувального» збудження. Протягом цієї фази активність систем організму є некоординованою, містить елементи хаотичності. Загалом ця активність полягає у розпізнаванні нового зовнішнього фактору, пошуку

форм і способів пристосування до нього. Тому триває вона на тлі підвищеної емоційності, а її перебіг залежить від індивідуальних особливостей організму та сили подразнень;

- 2) **перехідна до стійкої адаптації фаза** характеризується зниженням загальної збудженості центральної нервової системи, формуванням функціональних систем, що забезпечують управління адаптацією до нових умов;
- 3) **фаза стійкої адаптації (резистентності)** полягає у пристосуванні тканинних систем і елементів до нових умов існування. Основними особливостями цієї фази є мобілізація енергетичних ресурсів, підвищений синтез структурних і ферментних білків, мобілізація імунної системи. Усі механізми управління організмом діють скоординовано, але цю діяльність неможливо вважати абсолютно стабільною.

Для проходження усіх фаз адаптації організму потрібен певний час. Швидкість і успішність цього процесу зумовлена індивідуальними особливостями та станом здоров'я людини.

Адаптація організму людини до температурного режиму. На ранніх етапах розвитку цивілізації температурний фактор відіграв провідну роль у розселенні людей. Давні цивілізації займали простір, для якого були характерні середньорічні ізотерми на рівні $+21^{\circ}\text{C}$. Розселення людей північніше ізотерми $+21^{\circ}\text{C}$ почалося лише після того, як первісна людина навчилася користуватися вогнем, що став додатковим джерелом тепла та забезпечив захист людей від негативного впливу зовнішнього середовища. Тобто, людина як типовий тропічний вид і типовий стенотерм завдяки використанню вогню й інших надбань цивілізації перетворилася на самого досконалого евритерма, що дозволило їй заселити усі кліматичні зони планети. Згідно з сучасними даними, біля 70% населення Землі мешкає при середньорічній температурі зовнішнього повітря нижче $+20^{\circ}\text{C}$, а майже чверть населення – при температурі – нижче $+10^{\circ}\text{C}$, хоча середня оптимально комфортна температура повітря для людини становить $+27\pm 1,1^{\circ}\text{C}$.

Постійна температура тіла людини підтримується за допомогою системи терморегуляції, яка складається з сукупності терморецепторів, розташованих у шкірі та у внутрішніх органах, термоаферентних нервових шляхів, котрі збігаються у стоволовій частині мозку, центрального терморегулятора, розташованого у гіпоталамусі, та ефекторів терморегуляції, до яких належать нервові та ендокринні стимули у скелетній мускулатурі, серцево-судинній та дихальній системах, потових залозах та інших органах і тканинах. Робота системи терморегуляції спрямована на підтримку постійної температури тіла на рівні $36-37^{\circ}\text{C}$ завдяки утриманню рівноваги між **телопродукцією** та **теповіддачею** організму. $36-37^{\circ}\text{C}$ «обрано» еволюцією як температура, за якої досягається оптимальне для мозку узгодження швидкостей багатьох молекулярних процесів. За межами нормального регулювання температури тіла існує небезпека переохолодження (**гіпотермії**) або перегріву (**гіпертермії**).

Реакція на низькі температури. Дія холоду може бути періодичною (наприклад, під час роботи у холодних цехах) або постійною (наприклад, у полярних широтах). У першому випадку адаптації чітко не виражені. Спочатку, реагуючи на низьку температуру, продукування організмом тепла зростає неекономно, надлишково, а тепловіддача ще обмежена. У фазі стійкої адаптації процеси продукування тепла стають інтенсивнішими, а тепловіддача знижується. Завдяки

цьому вдається ефективно підтримувати стабільну температуру тіла, а активна адаптація відбувається за рахунок дії механізмів, що забезпечують пристосування рецепторів до холоду. Інакше відбувається у другому випадку у полярних широтах, де магнітосфера Землі майже не захищена від впливу корпускулярних потоків різної природи, що зумовлює значно вищі, ніж у середніх широтах, коливання геомагнітного поля. Наслідком цього є надмірний вплив геомагнітних факторів і космічних випромінювань на біохімічні процеси в клітинах людського організму. Такий вплив є передумовою підвищення рівня вільних радикалів (атомів, які в хімічних реакціях незмінними переходять з однієї сполуки в інші) і зниження антиоксидантів (речовин, що запобігають окисленню органічних сполук) з наступною зміною структури клітинних мембран. Цим спричинені проблеми дихання, психоемоційна нестійкість, прояви гіпоксії (так звана полярна хвороба або синдром полярного напруження), надмірна тривалість адаптаційного періоду (1,5 – 2 роки). Особлива роль в адаптації людини до умов полярних широт належить харчуванню як джерелу енергетичного потенціалу організму. Вважають, що в разі зниження середньомісячної температури на кожен 1⁰С калорійність харчування повинна підвищуватися на 5%. Певні особливості має харчування корінних народів Півночі: білків – 21%, жирів – 50%, вуглеводів – 29% (97% жирів та 78% білків у раціоні тваринного походження). Раціональне харчування передбачає споживання великої кількості м'яса північного оленя, яке містить багато вітаміну С (у м'ясі великої рогатої худоби його приблизно в десять разів менше) [1, 2].

Генотипічні адаптації до холоду вивчені на корінних мешканцях Півночі (ненцях, ескімосах, якутах, чукчах) свідчать, що більшість з них має відносно компактне тіло та дещо зменшену довжину кінцівок та шиї. Ці особливості відбивають поширення на людину екологічних «північних» правил мінливості тварин. Згідно правила Бергмана, в межах виду середні розміри тіла більші у північних форм порівняно з південними, а згідно правила Аллена на півночі частини тіла, що виступають (кінцівки, вуха, ніс) відносно менші. Ці адаптації спрямовані на зменшення тепловіддачі. У корінних мешканців Півночі у зв'язку з постійним вживанням висококалорійної їжі добре виражені підшкірні відкладення жиру, вища швидкість окислення ліпідів та гіпохолестеринемія (завдяки цьому аборигени Півночі практично не хворіють ішемічною хворобою серця та інфарктом міокарду), підвищена швидкість обміну речовин, витривалість до холоду та знижена чутливість до холоду долонь та пальців рук [1, 3].

Фенотипічна адаптація людини до холоду вивчена в основному на європейцях свідчить, що у тих хто вперше потрапляє в умови низьких температур спостерігається «аварійна» поведінка (людина намагається надіти усю теплу одягу), підвищується рівень основного обміну, що пов'язується із гіперфункцією щитоподібної залози, підвищується вміст у крові жирних кислот, знижується вміст цукру, спостерігаються сильний м'язовий тремор та «полярна» задишка, які по мірі адаптації зникають. Підвищення теплового ефекту м'язових скорочень визначає зменшення коефіцієнту корисної дії м'язів, тому адаптована до низьких температур людина повинна витратити відносно більше енергії на виконання фізичної роботи.

Реакція на високі температури (природні та штучні). Аварійна фаза адаптації до високих температур пов'язана із незбалансованістю процесів продукування тепла з основним механізмом тепловіддачі – потовиділенням. За тривалого перебування у приміщенні (штучні умови) з високою температурою адаптація організму відбувається шляхом зміни процесу продукування тепла, стійкого перерозподілу кровонаповнення судин, внаслідок чого полегшується віддача тепла на поверхні тіла. Надлишкове потовиділення в цій фазі набуває необхідної адекватності температурі довкілля. Втрати організмом поту компенсують вживанням підсоленої води. У природних умовах, в яких мешкає більше 1 млрд. людей, адаптація до високої температури відбувається складніше. **Генотипічні адаптації до високих температур** виявляються менш чітко, ніж генотипічні адаптації до низьких температур, що обумовлено непостійною дією жару та інсоляції, чітко вираженими добовими коливаннями температури повітря та ґрунту і забезпечує можливість охолодження організму в нічні часи. Загалом генотипічна адаптація до високих температур виявляється у оптимальному значенні вагово-ростового індексу на рівні 400 г/см (за перевищення цього показника фізична працездатність різко знижується (вагоростовий показник відображає співвідношення ваги тіла і його довжини $R = W : L$)), зниженням функції щитоподібної залози, інтенсивності теплоутворення, ефективності роботи системи транспортування кисню, значним зменшенням концентрації хлоридів у поті.

Адаптація організму людини до гіпоксії. Гіпоксія – зниження (нестача) вмісту кисню в тканинах є одним з негативних факторів впливу довкілля на організм людини. Вона виявляється, наприклад, під час підйому в гори, коли доводиться дихати розрідженим повітрям, під час інтенсивних фізичних навантажень а також унаслідок захворювань серця. Передумовами гіпоксійного стану можуть бути понижений вміст кисню в атмосферному повітрі, нестача гемоглобіну в крові як основного транспортувальника кисню, порушення кровообігу внаслідок серцевої недостатності, дихальне отруєння. Наслідком різкого зменшення доступу кисню в організмі є **гостра гіпоксія**, а після тривалого перебування в горах або в інших умовах за постійного дефіциту кисню – **хронічна гіпоксія**.

На нестачу кисню в організмі реагують найважливіші фізіологічні системи. Однією з перших компенсаторних реакцій на гіпоксію є збільшення частоти серцевих скорочень і обсягу крові, яку перекачує серце за хвилину, щоб ліквідувати нестачу кисню в тканинах. Коли насичення крові киснем падає до 85% нормальної величини, з'являються ознаки порушення діяльності центральної нервової системи, а при падінні до 70-80% - настає помутніння свідомості. Реакцією організму на гіпоксію є виникнення алкалозу – порушення кислотно-лужного балансу крові, внаслідок підвищення парціального тиску кисню та зниження парціального тиску вуглекислого газу (CO_2) (**гіпокапнії**). Алкалоз у сполученні з гіпоксією призводить до звужування судин мозку, що супроводжується головокружінням та послабленням функцій головного мозку. В той же час відбувається збільшення кількості еритроцитів у крові (**поліцитемія** або **еритроцитоз**) і, як наслідок, концентрації гемоглобіну (**гіперглобулія**), що спрямовані на **підвищення кисневої ємності крові**. Адаптації виникають й у тканинах і клітинах різних органів і виявляються збільшенням

біогенезу мітохондрій (головних споживачів кисню), що супроводжується збільшенням їх кількості та концентрацією у той частині клітини, яка безпосередньо контактує з кровоносними капілярами, підвищенням активності мітохондріальних оксидаз та дегідрогеназ, зростанням потужності цитохромної системи. Наукових доказів формування генотипічних адаптацій до гіпоксії натеper не виявлено.

Адаптація організму до рухливої активності. У повсякденному житті багатьох людей основні навантаження припадають на розумову діяльність, їхня фізична активність знижується, що навіть спричинює скорочення тривалості життя.

Рухова активність є однією з основних властивостей розвитку кожного організму, це самий природний та давній фактор, що впливає на людину. За інтенсивних занять спортом, важкої фізичної роботи відбувається специфічна адаптація, яка полягає у перебудові м'язових тканин, нарощуванні їхньої маси відповідно до підвищених потреб організму. Збільшення кількості та активізація м'язових білків зумовлює відповідні зміни в генетичному апараті, наслідком чого є збільшення кількості рибосом – органодів клітин, у яких відбувається синтез білків. У тренованій людині при виконанні стандартної роботи спостерігається несуттєві збільшення вентиляції легенів та частоти дихання, підвищення частоти серцевих скорочень та хвилинного об'єму серця, незначне підвищення використання кисню та рівня лактату у крові ніж у нетренованих людей.

Обмеження рухової активності, а іноді її припинення називають *гіподинамією* або *гіпокінезією*. Організм мусить адаптуватися до функціонування в режимі зниження активності. В «аварійній» фазі адаптації мобілізуються реакції, що компенсують недостатність рухових функцій, керованих центральною нервовою системою. Надалі обмежена рухомість спричинює зниження катаболічних (руйнівних) процесів. Виділення енергії різко зменшується, невисокою є інтенсивність реакцій окислення, у складі крові знижується вміст вуглекислоти, молочної кислоти та інших продуктів метаболізму, які в нормують дихання і кровообіг. У стані гіподинамії погіршується вентиляція легень, знижується частота серцевих скорочень, кров'яний тиск. Якщо харчування залишається таким, як і за активної діяльності, в організмі відбувається накопичення жирів, вуглеводів, що спричинює ожиріння. Специфічні зміни виникають і в суглобах, внаслідок чого вони втрачають свою рухомість. **Обмеження рухової діяльності організм людини не може компенсувати за рахунок власних резервів, тому фізична активність є необхідною та обов'язковою.**

Біоритми та їх роль у життєдіяльності людини. У ХХ ст. багато дослідників зосередилися на з'ясуванні походження циклічних явищ та їхній вплив на фізіологічний стан організму людини, настрої поведінку та працездатність. Сформувалася наука, яка вивчає біологічні ритми, - *хронобіологія*. Її основні положення сформулювали німецький і американський вчені **Юрген Ашофф** (1917-1998) та **Колін Піттендріг** (1911-1996), яких на початку 80-х років навіть висували на здобуття Нобелівської премії.

Прикладами хронобіологічного функціонування організму можуть бути серцебиття, скорочення і розслаблення м'язів, зміна артеріального тиску, температури тіла, настрою, самопочуття, ділової активності. Як і більшість періодичних процесів, ці зміни ритмічні, їх назвали **біологічними ритмами**.

У складному ансамблі добових ритмів одним з основних вважають **ритм**

температури тіла: вночі вона дещо нижча, до ранку підвищується і досягає максимуму до 18 годин. Цей ритм у процесі еволюції давав змогу прилаштувати активність організму до періодичних температурних коливань навколишнього середовища. Удень температура вища, тому вища й активність біохімічних реакцій, інтенсивніше відбувається обмін речовин в організмі і, як наслідок, зростає рівень активності. Надвечір температура тіла знижується і людині легше заснути. Ритм температури тіла повторюють показники багатьох систем організму: пульс, артеріальний тиск, дихання.

До моменту пробудження у людини накопичуються біологічно активні речовини: адреналін, деякі гормони переднирникових залоз. Це готує людину до денного активного життя: підвищується артеріальний тиск, частота пульсу, м'язова сила, працездатність і витривалість.

Німецький лікар отоларинголог і психоаналітик **Вільгельм Фліс** (автор понять «бісексуальність» та «сублімація» у подальшому використаних Зигмундом Фрейдом при розвитку концепції психоаналізу) у 1906 р. встановив, що одні й ті самі пацієнти звертаються до нього зі скаргою на стан організму через 23 та 28 днів або через кратні цим числам. На підставі зібраних даних, В. Фліс сформулював ідею про існування двох біологічних ритмів: 23-денного фізичного ритму (чоловічого) та 28-денного емоційного ритму (жіночого). Австралійський психолог **Герман Свобода**, досліджуючи імовірність виникнення різних хвороб, встановив, що з 23-денним періодом корелюють такі характеристики людини, як фізична сила, хоробрість, стійкість, а з 28-денним – емоційна збудливість, чутливість, інтуїція. Австрійський вчений **Фрідріх Тельчер** відкрив інтелектуальний біологічний ритм, який відповідає 33 дням. **Сутність теорії трьох біологічних ритмів полягає в тому, що момент народження людини стає пусковим сигналом для трьох стабільних коливань процесів з періодичністю 23, 28, 33 дні, які визначають рівень фізичної, емоційної та інтелектуальної активності її життя.**

Основним об'єктом дослідження хронобіології є добові циркадні ритми, пов'язані з циклічною зміною освітлення, тобто з обертанням Землі навколо своєї осі. Вони стосуються живих істот. Циркадні ритми («внутрішній годинник» організму) властиві мікроорганізмам, зокрема ціанобактеріям, водоростям, грибам, рослинам, тваринам. Добовий ритм фізіологічних функцій є біологічним і доречним. Завдяки йому людина може напружено працювати у години оптимального стану організму та використовувати періоди порівняно низького рівня функцій для відновлення сил. До 45% людей погано пристосовуються до зміни добових графіків діяльності. У них поступово знижується увага, готовність до дії, зростають апатія та сонливість, особливо у нічний час (зокрема, з цим пов'язана велика кількість аварій вночі).

Розвиток цивілізації, зокрема авіації, перехід на зимовий і весняний час призвів до того, що хронобіологія зштовхнулася з проблемою адаптації до різких змін часової структури, в результаті яких досить часто виникає **десинхроз** – своєрідний адаптаційний (циркадний) стрес. Деякі вчені розглядають десинхроз як перехід у стан передхвороби (донозологічний стан). Часті десинхрози, викликані різними чинниками, у кінцевому підсумку стають причиною захворювань, зокрема, розладів сну, зниження працездатності та уваги, головного болю, порушення травлення, задишки, депресивного стану, гіпертонії,

ожиріння, цукрового діабету, підвищеним ризиком розвитку онкопатологій. Адаптація до нової часової структури добового ритму, як правило, починається на другу добу і триває два тижні. Вона легше відбувається у жінок та в осіб молодого віку.

У окремих індивідів добре виражені відмінності в сприйнятті періодичних циклів. Це так звана *хронобіологічна норма*, яка відбиває динаміку організму в часі. Хронобіологічну норму пов'язують з генетичними факторами, вона є стійкою індивідуальною ознакою і може розглядатися як один з елементів конституції людини.

В залежності від того, в який період доби спостерігається активна фаза біологічного ритму «сон – неспання» визначають *хронотип людини*. Специфіка хронотипу дозволяє поділяти усіх людей на представників трьох груп хронотипу, а саме:

- «*жайворонки*» (ранкові люди), які засинають рано ввечері та просинаються рано вранці, максимум викиду кортизолу в кров відбувається о 4-5 годині ранку, оптимум збудливості спостерігається вранці, інтенсивніше працюють у першій половині дня;
- «*сови*» (люди вечірньої групи) засинають пізно та відповідно пізніше просинаються, максимум викиду кортизолу у кров відбувається о 7-8 годині ранку, мають вищий поріг збудливості лише надвечір, вранці погано виконують дозовану роботу;
- «*голуби*» проміжна група людей, яких не можна відносити ані до «жайворонків», ані до «сов».

Циркадні ритми – один з основних біологічних механізмів, завдяки якому за мільйони років еволюції всі мешканці Землі пристосувалися до світлового добового циклу. Цивілізація неминуче руйнує біологічний ритм людини. Циркадні стреси – ознака сучасності, протистояти їм непросто. Однак можна бережно ставитися до власних біологічних ритмів, чітко дотримуючись режиму сну, активного періоду та раціонального харчування.

Упродовж життя на організм діє безперервний потік зовнішніх подразників, а також різноманітна інформація про процеси, що відбуваються в ньому та у навколишньому середовищі. Сприймати інформацію та адекватно на неї реагувати людині дозволяють органи чуття: очі, вуха, язик (як орган смаку), ніс (як орган нюху) та ін. Кожний з цих органів реагує на певні явища, перетворюючи сигнали зовнішнього світу (звуки, світло, запахи, механічні подразнення) на сигнали нервової системи – нервові імпульси. Мозок одержує ці сигнали, переробляє їх і посилає «наказ» виконавчим органам: людина зупиняється, побачивши червоне світло світлофора; поспішає на кухню, відчувши запах їжі тощо. Органи чуття працюють постійно, вони спрямовують дії та контролюють їх.

Кожен вид рецепторів сприймає тільки один вид подразнень. Лише кількох квантів світла достатньо для виникнення зорового відчуття; слухові рецептори починають посиляти сигнали у мозок, коли барабанна перетинка зміщується на відстань у десять разів меншу від атома водню; достатньо 2-3 молекул пахучої речовини, щоб відчутти запах. Від рецепторів чутливими нейронами імпульси надходять в певну зону кори великих півкуль. Зі збудженням нейронів кори пов'язана фізіологічна природа відчуття, тонке розрізнення подразнень. Рецептори, нервові шляхи, якими передається збудження, і спеціальні зони кори великих півкуль мозку становлять єдину систему, де народжується відчуття та відбувається розрізнення подразнень, яку називають *аналізатором* (І. Павлов). Загальна функціональна схема аналізатора має такий вигляд.

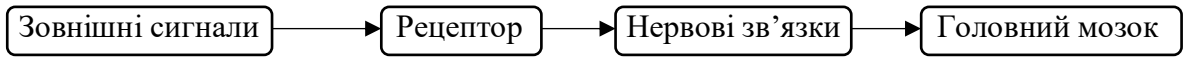


Рис. 5.1. Функціональна структура аналізатора [2, 3].

Інформацію, що надходить завдяки аналізаторам називають *сенсорною* (лат. «*sensus*» – *почуття, відчуття*), а процес її отримання і первинного перероблення – *сенсорним усвідомленням*. Не кожен подразник може викликати фізіологічне відчуття, його інтенсивність повинна мати відповідну величину, яку називають *нижнім абсолютним порогом чутливості*. Інтенсивність подразника, після якого виникає дискомфорт і порушується адекватна реакція організму, називають *верхнім порогом чутливості*. Мінімальну різницю між інтенсивністю двох подразників, яка викликає ледь помітну різницю відчуття, називають *диференціальним порогом, або порогом розрізнення*. Величина порогів чутливості нестабільна і залежить від багатьох чинників.

Час від початку виникнення подразника до появи фізіологічного відчуття називають *латентним (прихованим) періодом*. Різні аналізатори мають різні величини латентного періоду (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Латентний період для різних аналізаторів

Аналізатор	Величина латентного періоду, секунди
Тактильний	0,09 – 0,22
Слуховий	0,12 – 0,18
Зоровий	0,15 – 0,39
Нюховий	0,31 – 0,39
Температурний	0,28 – 1,60
Вестибулярний апарат	0,4
Больовий	1,13 – 0,89

Особливістю аналізаторів є їхня *парність*, що забезпечує високу надійність роботи за рахунок часткового дублювання сигналів. Ушкодження будь-якої з трьох частин аналізатора призводить до втрати здатності розрізняти певні подразнення (*наприклад, людина може втратити зір, якщо в неї порушено функцію рецепторів ока, ушкоджено зоровий нерв або уражено зорову зону кори великих півкуль*).

Аналізатори здатні до просторового та послідовного підсумовування дії подразників. Просторове підсумовування здійснюється тоді, коли в один і той самий центр надходять сигнали від різних аналізаторів, послідовне – виникає від повторної дії серії однакових сигналів. Аналізатори також мають здатність до адаптації – пристосування рівня своєї чутливості до інтенсивності подразника. Завдяки адаптації за високої інтенсивності подразника чутливість знижується, за низької – збільшується (*наприклад, перехід людини з яскраво освітленого приміщення в темне*). Аналізатори мають *здатність сповільнювати або припиняти надходження сигналів у центр*, особливо у разі його втоми. Вони також можуть певний час *зберігати відчуття* після припинення дії подразника. Тренування дає змогу підвищити чутливість та прискорити адаптаційні процеси аналізаторів. За нормального функціонування аналізатори взаємодіють, тобто мають здатність до *вікарування* (від лат. «*vicarious*» - який замінює). Людина, позбавлена деяких аналізаторів, може жити повноцінним життям, адекватно сприймати навколишнє середовище саме завдяки вікаруванню. Функціонування будь-яких аналізаторів суттєво змінюється під впливом несприятливих

умов. Низькі та високі температури, вібрації, перевантаження, невагомість, надто інтенсивні потоки інформації, втрома, стрес змінюють характеристики аналізаторів.

Зоровий аналізатор. Понад 90% інформації про навколишнє середовище людина отримує через зоровий аналізатор. Він складається з трьох відділів: рецепторного (периферичного), провідникового і центрального, що виконує аналітичну функцію. У периферичному відділі аналізатора розрізняють дві системи: **оптичну** (рогівка, кришталік, склоподібне тіло) і **сприймальну**, яка містить фотосенсорний шар сітківки. Основним призначенням оптичної системи є отримання на сітківці зображень предметів. Зорове збудження, що виникло (**біопотенціал**), зоровим каналом передається в головний мозок до зорової зони великих півкуль. Тут отримані оком сигнали аналізуються. Після повернення імпульсу каналом зворотного зв'язку на сітківці ока виникає пряме дійсне зображення зорового відчуття та сприйняття образу. Орган зору дає змогу людині бачити як в густих сутінках, так і за яскравого сонячного світла, оскільки здатний змінювати свою світлову чутливість за допомогою зміни заломлення кришталіка. Паличкоподібні зорові клітини, маючи величезну чутливість, сприймають мінімальну освітленість та позбавлені здатності розрізняти кольори (**сутінковий зір**), а колбочкоподібні – сприймають високі рівні яскравості (**денний зір**) і кольори (**хроматичний зір**). Здатність ока сприймати яскравість діючих світлових подразників називають **світловідчуттям**. Здатність регулювати світлову чутливість залежно від рівня освітленості називають **зоровою адаптацією**. Під час переходу від яскравої освітленості до темряви підвищується світлова чутливість ока – **темнова адаптація**. Її тривалість становить від 50 - 60 хв. До 2 годин. Зниження рівня світлової чутливості зорового аналізатора у разі зміни темряви на світло називають **світловою адаптацією**, тривалість якої становить 10 - 25хв. Найменшу різницю між яскравістю об'єкта розпізнавання і фоном називають **порогом контрастної чутливості**. Найменшу віддаль між двома точками, які під час розглядання сприймаються окремо називають **гострою зору**. Надходження зорової інформації лімітується такою властивістю зорового аналізатора як **миготіння**, частота якого становить приблизно 15-20 разів за хвилину, за рахунок цього втрачається 10-20% інформації. Іноді зорові відчуття людини можуть викликати певні ілюзії. Так, автомобілі червоного, рожевого, світлого кольорів, сприймаються на природному тлі, як такі що перебувають ближче, рухаються швидше, а автомобілі темного кольору – віддаляються та рухаються повільніше, ніж насправді. Людина здатна розрізняти до 150 кольорових відтінків. 8% чоловіків та 0,5% жінок є дальтоніками, які не розрізняють певних кольорів та їхніх відтінків.

Слуховий аналізатор сприймає звукові коливання, формує слухові відчуття, розпізнає звукові образи. Людина має **бінауральний** слух, тобто може сприймати звукові сигнали одночасно двома вухами. Звукові коливання зовнішнім слуховим проходом потрапляють на барабанну перетинку, яка повністю закриває внутрішню частину слухового апарата. Будова барабанної перетинки дає змогу передавати майже без спотворення всі частоти звукового діапазону. Звукові сигнали можуть передаватися кістковим шляхом під час виникнення вібрації кісток черепа з передаванням коливань на внутрішнє вухо, де розміщені звукові рецептори. Принцип дії полягає в тому, що звукові коливання збуджують рецептори, де виникає біопотенціал, який слуховими нервами надходить до головного мозку. В слуховій зоні кори великих півкуль (у

скроневій ділянці) відбувається остаточне розпізнавання характеру звуку, його сили та висоти. Будова слухового апарату забезпечує можливість посилення слабких звуків та послаблення сильних. До барабанної перетинки прикріплені м'язи, які під час скорочення фіксують (натягують) її, обмежують рухливість, чим зменшують передачу коливань на внутрішнє вухо. Скорочення цих м'язів відбувається рефлекторно, захищаючи вухо від сильних звуків, надмірних акустичних навантажень. Виникнення звукового відчуття та сприйняття звукового сигналу залежать від властивостей джерела звуку, провідного середовища та стану слухового аналізатора. Суб'єктивно людина диференціює звуки *за висотою та голосністю*. Висота приблизно відповідає частоті звуку, а голосність – його силі. *Мовні повідомлення являють собою звукові коливання з частотою в діапазоні 100-800 Гц за сили звука 40-60 дБ. За 130 дБ звук викликає неприємні, а за 140 дБ – больові відчуття.* Здатність розрізняти звукові сигнали називають *гостротою слуху*, яка є суто індивідуальною та змінюється залежно від сили й тривалості звукового сигналу. *Чим вище звуковий фон, тим нижчою стає гострота слуху.* Важливою властивістю звукового апарату є здатність визначати місце знаходження звуку у просторі, що дає змогу з похибкою до 3° на горизонтальній площині визначати напрямок до джерела звуку. Це досягається завдяки одночасній роботі обох звукосприймаючих систем і надзвичайно розвиненій здатності оцінювати відмінності між звуками, що надходять до правого та лівого вух. Здатність визначати усі тони будь-якого складного звуку називають *абсолютним слухом*.

Смаковий аналізатор. У фізіології та психології поширена чотирикомпонентна теорія смаку, згідно якої існує 4 елементарні смакові відчуття – солодкого, гіркого, кислого та солоного. Решта смакових відчуттів є їхньою комбінацією. Абсолютні пороги смакового аналізатора характеризуються величиною концентрації розчину і приблизно у 10 000 разів вищі за нюховий. Смаковий аналізатор утворюють епітеліальні клітини, які належать до складу так званих смакових цибулин, розташованих на язичці. *До солодкого найчутливіший кінчик язика, гіркого – корінь, кислого – краї, солоного – кінчик та краї.* Смакосприйняття супроводжують специфічні біохімічні та біоелектричні явища, які зумовлюють збудження смакового аналізатора. В яких ділянках кори головного мозку аналізується смакосприйняття, достеменно невідомо. Абсолютна чутливість органу смаку досить висока. Найвища чутливість спостерігається за температури +37°C. З підвищенням температури чутливість смакового аналізатора зменшується, за 0°C спостерігається різке зниження чутливості до всіх смакових речовин. Після припинення дії подразника смакові відчуття деякий час зберігаються.

Нюховий аналізатор людини має другорядне значення для отримання інформації про зовнішній світ, орієнтування в ньому та адаптації. Нюховий аналізатор реагує на леткі речовини. Орган нюху людини призначений для сприйняття будь-яких запахів (їх діапазон охоплює до 400 найменувань). Рецептори розташовані на ділянці площею приблизно 2,5 см² слизової оболонки носової порожнини. Обов'язковою структурою сприймальних нюхових клітин є волоски. Рецепторні клітини нюхового аналізатора виконують функцію трансформації енергії подразника в нервові збудження та передавання цього збудження нюховому центру. *Людина має 10 млн. нюхових клітин, кролик – 100 млн., собака – 220 млн.* Нюховий аналізатор здатний до адаптації, внаслідок чого чутливість до запаху за його тривалої дії знижується, а

відновлюється після тривалої відсутності запаху. Смакова і нюхова чутливість людини дає змогу їй вчасно виявляти шкідливі та небезпечні речовини у воді та їжі, визначати стан забруднення ними повітря.

Тактильна чутливість виникає при дії на шкіру різноманітних механічних стимулів – дотику і тиску. Абсолютний поріг тактильної чутливості визначають за мінімальним тиском на шкіру, що викликає ледь помітне відчуття. Найбільш розвинена чутливість на ділянках тіла, де розташовано багато нервових закінчень (пальці рук, губи, долоні), а найменше на п'ятах. Характерною особливістю тактильного аналізатора є висока здатність до просторової локалізації та швидкого розвитку адаптації, що має певне біологічне значення. Тактильна чутливість пов'язана з орієнтувальним рефлексом, що зумовлює, наприклад, рефлекс зближення з подразником.

Температурна чутливість обумовлена наявністю у шкірі людини теплових та холодних рецепторів, які забезпечують суб'єктивне сприйняття холоду та тепла. Загальна кількість точок холоду на тілі становить приблизно 250 000, а точок тепла – всього 30 000. Людина здатна відчувати різницю температур до $0,2^{\circ}\text{C}$. Шкіра людини у різних місцях тіла завдяки особливостям процесу терморегуляції має неоднакову температуру, що суттєво позначається на чутливості. Так, наприклад, металевий предмет з температурою 30°C обличчя та шия людини сприймають як холодний, а пальці ніг – як теплий. Середня температура вільних від одягу ділянок шкіри становить 30°C – 32°C . Підтримання постійної температури тіла ($36,6^{\circ}\text{C}$) здійснюється за рахунок зміни інтенсивності тепловіддачі через потовиділення та зміну просвіту підшкірних судин (почервоніння та збліднення шкіри).

Больова чутливість зумовлює захисні рефлекси, наприклад такі, як рефлекс віддалення від подразника. Між тактильними та больовими рецепторами існує суперечливий взаємозв'язок: найменша щільність больових рецепторів припадає на ті ділянки шкіри, які найбагатші на тактильні рецептори, і навпаки. Ця суперечливість обумовлена різними функціями рецепторів у житті людини. Біль є сигналом про різні патологічні процеси, що відбуваються в організмі, або сигналом небезпеки, загрози, що мобілізує захисні реакції для самозбереження й виживання. Больові відчуття спричиняють теплові, холодні, хімічні та механічні впливи, коли їхня інтенсивність значно перевищує пороги чутливості. Походження болю є ще не до кінця зрозумілим. Наприклад, тканина мозку болю не відчуває, а голова може боліти, безболісною є кісткова тканина, а окістя, навпаки, має високу больову чутливість. Відчуття болю може сприйматися не в місці пошкодження (серце «віддає» у руку), можуть виникати фантомні болі в ампутованих руках чи ногах. Це пов'язано з діяльністю нервової системи та кори головного мозку. На розвиток больових відчуттів впливає емоційний стан людини: страх їх підсилює, а агресивність – навпаки. Рідкісне спадкове генетичне захворювання, пов'язане з порушенням функціонування передавальної субстанції у нервових синапсах і втратою відчуття болю, називається **аналгезія**. Більшість хворих на уроджену аналгезію помирають у молодому віці.

В реальних умовах на аналізатори людини найчастіше діють кілька подразників, посилюючи чи знижуючи їх чутливість.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.

2. Температурний фактор є одним із найбільш значущих у природі. На рисунку зображений графік залежності чисельності особин певного виду від температури навколишнього середовища. Вказати та позначити на рисунку 5.2:

- температуру, оптимальну для даного виду _____;
- межі витривалості виду _____;
- діапазон температур зони нормальної життєдіяльності _____;
- діапазон температур для зон пригнічення _____;
- дві критичні (кардинальні) точки _____;
- діапазон витривалості (толерантності) _____;

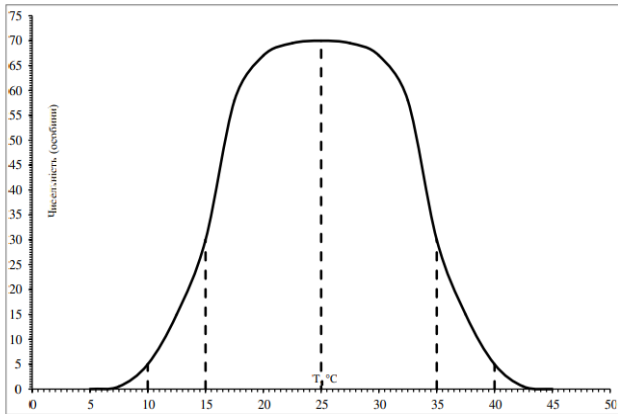


Рис. 5.2. Вплив температурного чинника на життєдіяльність організму.

Сутність якого екологічного закону графічно демонструє наведений рисунок?

3. Визначити власний індивідуальний добовий ритм: а) підрахувати у стані спокою (сидячи) частоту серцевих скорочень (ЧСС, пульс) за одну хвилину; б) полічити у стані спокою (сидячи) частоту дихальних рухів (ЧДР, вдих-видих) за одну хвилину; в) визначити свій хронобіологічний тип («сова», «голуб», «жайворонок»), враховуючи, що співвідношення даних параметрів (ЧСС:ЧДР) таке:

- у «сови» (того, кому зручніше працювати ввечері) - 3,5:1;
- у «жайворонка» (того, хто вранці віддає перевагу роботі та іншим заняттям) – 5 - 6:1;
- у «голуба» (того, хто займає проміжне становище) – 4 - 4,5:1;

г) враховуючи власний хронобіологічний тип, сплануйте свій день, якщо зміну занять в університеті можна було б обирати. Запишіть свій розклад, що відповідає добовому біоритму в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Розклад доби

1:00	9:00	17:00
2:00	10:00	18:00
3:00	11:00	19:00
4:00	12:00	20:00
5:00	13:00	21:00
6:00	14:00	22:00
7:00	15:00	23:00
8:00	16:00	24:00

4. Знайти рослини, які для свого розвитку вимагають різного ступеню освітлення та порівняти їх між собою (рис. 5.3). Результати занести в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3

Характеристика рослин різного ступеню геліофільності

Назва рослин (укр. / лат.)	Ознаки порівняння					
	Розмір рослини	Ступінь розвитку кореневої	Розмір листків	Колір листків	Забарвлення квіток	Висновок



А



Б



В

Рис. 5.3. А - світлолюбна рослина (Пеларгонія плющеподібна (калачики) (*Pelargonium peltatum*)); Б – тіньюлюбна рослина (Хлорофітум хохлатий (павучок) (*Chlorophytum comosum*)); В – тіньовитривала рослина (Бегонія королівська (*Begonia rex*)) [4].

5. Розв'язати тестові завдання.

5.1. Констеляція це - ...:

- А. Зворотній вплив екологічного фактору на організм;
- Б. Заміщення дії одного фактору на організм дією іншого;
- В. Сукупна взаємодія на організм декількох факторів середовища.

5.2. Вихід хребетних на суходіл у Девоні є класичним прикладом ...:

- А. Дизадаптації;
- Б. Передаптації;
- В. Постадаптації.

5.3. Карликовість рослин тундри, міграції птахів – це приклад такого шляху адаптації, як:

- А. Активний шлях;
- Б. Пасивний шлях;
- В. Активно-пасивний шлях.

5.4. Будь-які практично незворотні, генетично закріплені форми пристосувань, обумовлені добром, стійкі у часі та просторі називаються:

- А. Акомодація;
- Б. Фенотипічна адаптація;
- В. Еволюційна адаптація.

5.5. Повернення організму до вихідного до акомодації стану називається:

- А. Реадаптація;
- Б. Деадаптація;
- В. Конгруенція.

- 5.6. Хто і коли вперше вжив термін «стрес»?
- А. Ганс Сельє; а. 1932 рік;
 Б. Волтер Кеннон; б. 1946 рік;
 В. Карл Шретер. в. 1896 рік.
- 5.7. Активація системи «гіпоталамус-гіпофіз-кора наднирників», гіперглікемія властиві такій фазі адаптації:
- А. Аварійна фаза;
 Б. Перехідна фаза;
 В. Фаза резистентності.
- 5.8. Що таке межа витривалості (толерантності) організму?
- А. Ступінь витривалості організмів чи їхніх угруповань до впливу факторів середовища;
 Б. Ступінь витривалості організмів до несприятливого впливу інших факторів;
 В. Рубіж, за межами якого існування неможливе.
- 5.9. Відповідно до своєї природної сутності людина за пристосуванням до температурного фактору є:
- А. Евритермом;
 Б. Стенотермом;
 В. Пойкілотермом.
- 5.10. Які з перелічених ознак властиві тіньолюбним рослинам?
- А. Сильно розгалужена коренева система;
 Б. Листові пластинки темні, великі, м'які;
 В. Велика кількість жилок та дрібних продихів на листках.
6. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Які закони та правила екології описують вплив факторів навколишнього середовища на представників живої речовини планети?
2. Перелічити основні закономірності та характеристики дії екологічних факторів на організми.
3. Що таке адаптація? В чому полягає сутність морфологічної, фізіологічної, біохімічної, регуляторної, генетичної адаптацій? Навести приклади.
4. Які шляхи пристосування організмів до умов середовища Вам відомі? Навести приклади.
5. Які групи пристосувань виділяють у складі адаптацій?
6. Чому не вимирають більшість видів, яким властива вузька спеціалізація?
7. Які фази включає адаптація?
8. Які особливості має адаптація організму людини до впливу температурного чинника?
9. Що таке гіпоксія? Як реагує на неї організм людини?
10. Що таке гіподинамія? Які наслідки вона має для забезпечення життєдіяльності організму?
11. Що таке хронобіологія? Які ритми Вам відомі? Які вчені їх вивчали?
12. Що таке хронотип? Які хронотипи людини Вам відомі? Навести характеристику.
13. Яку роль відіграють аналізатори в адаптації внутрішнього середовища організму до зовнішніх впливів?
14. Що таке вікарування? Яке значення для людини має здатність до вікарування аналізаторів?

ТЕМА 6: СПЕЦИФІКА АУТЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Мета: поглиблення знань про аутекологію, її завдання та методи досліджень, засади кореляційного аналізу; формування вмінь та навичок аутекологічного опису організмів, об'єктів екологічних досліджень, визначення коефіцієнтів варіації та кореляції; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти, екологічної культури та свідомості.

План

1. **Визначити мету, завдання, програму аутекологічних досліджень.**
2. **Розглянути специфіку аутекологічних досліджень тварин.**
3. **Ознайомитися зі специфікою аутекологічних досліджень рослинних організмів.**
4. **Виявити особливості опису місцевості та техногенних об'єктів.**
5. **Ознайомитися з завданнями та методами дослідження екологічної морфології, основами кореляційного аналізу.**
6. **Розв'язати надані завдання.**

Література:

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології: навчальний посібник. Київ: Либідь, 1997. 160с.
2. Лабораторний та польовий практикум з екології / І.В. Бейко, В.М. Боголюбов, І.Г. Вишенська, Г.В. Вишневська, Я.П. Дідух, В.П. Замостян, С. Д. Ісаєв, В.І Карпенко: під ред. В.П. Замостяна та Я.П. Дідуха. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. С. 54-55.
3. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 77-82. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
4. Методичні рекомендації до проведення навчально-польової практики з систематики рослин для студентів спеціальності 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) / укладачі О.О. Кобрюшко, В.В. Перерва. Кривий Ріг: КДПУ, 2020. С. 46-52. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/4279>. (дата звернення: 21.08.2023).
5. Шанда В.І., Маленко Я.В., Гетманець Р.І. Загальна екологія (лабораторний практикум): Методичні вказівки до проведення лабораторно-практичних занять з курсів «Загальна екологія», «Основи екології» та навчальних і розвідувальних експериментальних досліджень зі студентами біологічних спеціальностей та вчителями біології, які підвищують свою кваліфікацію чи залучені до наукової діяльності кафедри чи працюють самостійно / Під ред. В.І. Шанди. Кривий Ріг: КДПУ, 2004. 82 с.

Матеріали та обладнання: зошит, ручка, доступ інтернет-мережі, посібники, лінійки, калькулятори, гербарій листків рослин.

Теоретичні відомості

Ауतेкологічне дослідження включає вивчення всіх екологічних факторів, що впливають на окремий вид рослин або тварин протягом їх життєвого циклу. Мета цього дослідження полягає в можливості якнайбільш деталізованого опису екологічної ніші виду. Обраний для вивчення вид повинен бути поширеним і доступним. На першій стадії дослідження потрібно як можна ширше ознайомитися з літературою про нього. Вивчаючи літературу, необхідно звертати увагу на всі аспекти біології виду, а також на риси, зручні для його практичного вивчення. Дослідження може включати в себе вже виконану іншими роботу або вирішувати нові завдання [2, 3, 5].

Корисніше за все скласти вичерпний перелік питань, для того щоб відповісти на них, виявити все, що відомо про види, які вивчаються. Літературу потрібно вивчати дуже уважно, а поставлені питання прийняти за програму дослідження. Програма частково повинна складатися з нових, досліджень, що не проводилися раніше, включати спостереження, вимірювання й експерименти. Вона не може уявляти собою простий перелік свідчень, почерпнутих із прочитаних монографій, журналів, сайтів. Свідчення про вид, який вивчається, бажано збирати системно протягом достатньо тривалого часу [1, 3]. Нижче наведений класичний зразок питань, які зазвичай висвітлюють в ході дослідження тварин.

1. **Систематичне положення.** Назва виду. Інші групи організмів найбільш схожі з ним. Які схожість та відмінності наявні між близькоспорідненими видами? Повний таксономічний опис.
2. **Місцеіснування.** Де воно знаходиться? Які особливості абіотичного середовища існування? Як змінюються абіотичні фактори протягом року?
3. **Морфологія.** Будова дорослої особини. Характерні зовнішні ознаки. Розміри та маса організму.
4. **Переміщення.** Як переміщується тварина? Які частини приймають участь в русі тварини та функції цих частин?
5. **Харчування.** Чим харчується організм? В який час? Скільки їжі з'їдає? Яким чином добуває та ковтає їжу? Які риси будови сприяють ковтанню та травленню? Які особливості має вид стосовно перетравлення та всмоктування їжі?
6. **Дихання.** Де знаходяться поверхні для газообміну? Як відбувається газообмін? Скільки кисню потребує організм?
7. **Виділення.** Які кінцеві продукти обміну? Яким чином вони виводяться з організму? Які спеціальні органи виділення має організм?
8. **Розмноження.** Чи є особини роздільностатевими? Які наявні зовнішні відмінності існують між статями? Форми у поведінці залицяння. Захищає чи ні тварина свою територію? Як проходить спарювання? Коли відбувається спарювання? Як часто тварини спарюються? Скільки утворюється статевих клітин? Де відбувається запліднення?
9. **Життєвий цикл.** Скільки часу триває розвиток організму? В якій мірі батьки піклуються про потомство? Чи є стадія личинки? Коли дорослі особини досягають стану статевої зрілості? Середня тривалість життя індивідуума даного виду?
10. **Поведінка.** Яким чином тварина сприймає подразнення? На які подразники головним чином реагує тварина? Як основні органи почуття пристосовані до образу життя тварини? В якій мірі тварина здатна до навчання? Як реагує тварина на несприятливі погодні умови? Особливості комунікації тварин між собою?
11. **Екологія.** Чисельність популяції. Які ще тварини мешкають у даному біоценозі? Яким чином різні види розміщені в межах місця існування? Як вид пов'язаний з іншими видами, які мешкають поруч, в харчових ланцюгах і трофічних сітках? Чи є тварина хазяїном, паразитом або симбіонтом? Специфіка екологічної ніші виду?

Зразок аналогічних питань, які повинен поставити перед собою дослідник при вивченні рослинного організму.

1. **Систематичне положення.** Назва виду. Які існують підвиди, різновиди та екотипи даного виду? Схожість та відмінності наявні між близькоспорідненими видами. Повний таксономічний опис виду?
2. **Місцевиростання.**
 - 2.1. **Едафічні фактори** (До якого типу належить материнська порода? До якого типу належить ґрунт? Товща різних горизонтів. Відсотковий вміст води у ґрунті (польова вологоємність). Відсотковий вміст органічної речовини у ґрунті. Мінеральний склад ґрунту. Рівень рН ґрунту. Як пов'язаний рівень ґрунтових вод та його сезонні коливання із життєвим циклом та поширенням особин виду?);
 - 2.2. **Кліматичні фактори.** (Екстремальні та середні температури місцевиростання. Середня відносна вологість повітря екотопу. Скільки опадів випадає щороку? Який напрям мають панівні вітри? Скільки світла отримує рослина?);
 - 2.3. **Топографічні фактори.** (На схилах якої експозиції зазвичай зустрічається вид? Де найчастіше зустрічається на відкритих або закритих ділянках, на схилових чи вирівняних? Впливає чи ні висота над рівнем моря на поширення виду?).
3. **Морфологія.** Наскільки розвинена коренева система? Тип кореневої системи. Тип розгалуження. Скільки листків на кожній гілці? Форма листків. В яких межах змінюється довжина та ширина листків? Висота рослини.
4. **Фізіологія.** Які пігменти містяться в листках і пелюстках? На якій поверхні листка транспірація йде інтенсивніше? Як темрява впливає на швидкість транспірації? Чи відбуваються зміни вмісту води у листках протягом доби?
5. **Розмноження:**
 - 5.1. Квітки. Скільки квіток в середньому утворюється на рослині? Скільки чашолистків, пелюсток, тичинок, плодолистків, або маточок, у квітці? Якої вони форми та розміру? В яких межах змінюється колір пелюсток? Які пігменти містяться у листках? Коли починається цвітіння? Як довго воно триває? Як відбувається запилення? Які існують пристосування для запилення?
 - 5.2. Плоди та насіння. Як утворюються плоди? Будова плодів. Скільки насіння утворюється в середньому на кожну квітку? Як поширюються плоди та насіння? На яку відстань розповсюджуються плоди та насіння?
 - 5.3. Вегетація. Як відбувається вегетативне розмноження? Які органи рослини зберігають життєздатність в несприятливий період? З якою швидкістю вид поширюється на території?
6. **Життєвий цикл.** Якого типу насіння утворюються в рослині? Які умови потрібні для проростання насіння? Коли проростає насіння? Який відсоток насіння проростає? Які форми проростання зустрічаються? З якою швидкістю розвиваються пагони? Скільки часу триває розвиток рослини і яких розмірів вона досягає? Чому частина проростків не стає дорослими?
7. **Екологія.** Виростають чи ні особини виду як окремі рослини або куртинами? Які розміри куртин? Які ще види виростають у даному місцевиростанні? Ступінь інтенсивності конкуренції між видом, що досліджується та іншими видами рослин? Чи є вид паразитом, хазяїном або симбіонтом? Як вид пов'язаний із тваринами з точки зору його положення в трофічному ланцюгу? Чи слугують рослини виду

захистом або притулком для тварин? Якщо так, то які тварини і як використовують рослину в якості притулку? Екологічна ніша виду?

Об'єктами аутоекологічного дослідження можуть бути також гриби, водорості, мохи, печіночники тощо. У цьому випадку наведені вище питання видозмінюють відповідно до природи досліджуваного виду.

Опис середовища дозволяє скласти цілісне уявлення про певну екосистему, краще розуміти організованість складу біоценозу, перспективи його подальшого існування та можливість змін. При складанні опису середовища дотримуються певної послідовності (правил), яка наведена нижче в орієнтовній схемі картки-протоколу опису.

Картка-протокол опису місцевості.

1. Дата опису. Виконавець опису.
2. Загальні відомості про район опису.
3. Назва населеного пункту, місцевості.
4. Карта-схема місцевості, населеного пункту. Розміри (площа) досліджуваного району.
5. Топографія: характер поверхні, рельєф, експозиція схилів, висота над рівнем моря, дренаж, рівень ґрунтових вод (високий, низький).
6. Кліматоп: температура повітря (середня, максимальна, мінімальна, діапазон коливань); освітленість (хмарність); відносна вологість повітря; опади (кількість загальна та за місяцями); вітер (напрями, сила).
7. Едафотоп: тип ґрунту, потужність горизонтів, температура (температурний профіль), вологість (гідрологічний профіль), рН.
8. Біоценоз: перелік домінантних видів рослин і тварин.
9. Екосистема: первинна продуктивність екосистеми (оцінка), трофічна мережа, розвиток (стадія розвитку, напрямок сукцесійного процесу).

Обстеження й опис техногенних об'єктів має деякі особливості. Загальна схема опису будь-якого техногенного об'єкта складається з таких основних елементів:

1. Точна назва об'єкта, адреса, галузь (міністерство).
2. Координати місця дослідження (об'єкта), Основні риси природного середовища: геолого-геоморфологічні, гідрологічні, техногенні особливості території розташування об'єкта дослідження.
3. Площа, яку займає елемент ландшафту, де розміщений об'єкт.
4. Використовувана сировина та продукція, що випускається (їх характеристики, кількісні показники).
5. Споживання енергії, води, повітря.
6. Шкідливі речовини, що викидаються в довкілля (кількість, площа забруднення). (Детально описуються наявні види забруднень природного середовища: дими (колір, напрям руху, щільність), запахи, колір вод у водоймах, мутність вод, стан рослин (квітучий, пригнічений), тварин тощо).
7. Площі, зайняті під відвалами, твердими відходами, допоміжними службами й підсобними приміщеннями;
8. Теплові, шумові, вібраційні та електромагнітні впливи об'єкта дослідження на довкілля (інтенсивність, неперервність чи періодичність, характер впливів).

9. Економічна користь для району (регіону) і соціально-економічне значення техногенного об'єкта, кількість робочих місць, думка працівників про еколого-економічні особливості підприємства.
10. Думка студента (після обстеження, опитування й вивчення екологічного паспорта об'єкта) про вплив об'єкта на навколишнє середовище.

Детальний опис місцевості або техногенного об'єкта повинен супроводжуватися картами та схемами розташування об'єктів дослідження та їхнього впливу на довкілля, фотографіями. Наприкінці екологічної характеристики об'єкта (місцевості) обов'язково проводять та записують дані опитування місцевого населення (їх свідчення щодо екологічної ситуації в районі, скарги, спостереження), а також дані місцевої санітарно-епідеміологічної служби про стан здоров'я населення (хвороби, смертність, народжуваність, особливості здоров'я дітей). На основі аналізу зібраного матеріалу робиться прогноз розвитку екологічної ситуації, пропонуються заходи для поліпшення та збереження природи певного району (регіону).

Загальна схема анкетних питань для опитування населення, що проводиться з метою встановлення тривалих змін рослинного і тваринного світу, кліматичних умов місцевості та впливу на них антропогенних факторів, може бути такою:

1. Прізвище, ім'я та по-батькові опитуваного?
2. Скільки років ви проживаєте у цій місцевості?
3. Які зміни клімату відбулися за цей час:
 - 3.1. Чи став клімат більш вологим або сухим, чи не змінився?
 - 3.2. Чи стали зими більш холодними і сніжними або м'якшими?
 - 3.3 Чи відбулися якісь помітні зміни рівня ґрунтових вод, рівня води у річці та ставках?
4. Які зміни рослинності відбулися? Які види дикорослих рослин зникли, а які з'явилися?
5. Які зміни відбулися у тваринному світі? Які види диких тварин тривалий час не зустрічаються, а які, можливо, з'явилися останнім часом?
6. Чи збільшилась кількість шкідників культурних рослин?
7. Які зміни відбулися у сільськогосподарському виробництві району?
8. Які стихійні лиха та їхні наслідки Ви можете пригадати (пожежі, повені, буревії, сильні морози, посухи, тощо)?
9. Чи можете Ви пригадати випадки масового розмноження якихось тварин (комах, птахів, гризунів) або рослин і які кліматичні явища їх супроводжували?
10. Які, на Вашу думку, заходи могли б поліпшити стан довкілля цієї місцевості?

Екологічна морфологія рослин - це гілка, як загальної екології так й ботаніки, що вивчає морфологічну мінливість рослин на фоні факторів середовища, використовуючи візуальні, графічні, метричні, математичні та статистичні методи досліджень. Всі внутрішні та зовнішні зміни будови та функціонування організмів у залежності від впливу факторів довкілля відбиваються фенотипічною нормою реакції, що характеризує популяцію або вид в певному середовищі. Загальна та спеціальна проблематика екологічної морфології рослин включає дослідження: 1) генетичної обумовленості форм тіл (габітусу) рослин, частин, органів, плодів; 2) спадкову та не спадкову індивідуальну, групову, популяційну мінливість цих форм

(поліморфізм); 3) модифікації форм на фоні окремих факторів і середовища (екотопу) загалом, включаючи екотонні ефекти, морфози, тератоми, генокопії, фасціації тощо [3, 5].

Важливу роль в екологічних дослідженнях впливу факторів середовища на організми має розрахунок коефіцієнтів варіації та кореляції. Коефіцієнт варіації (V або C) вказує на відмінності (розбіжності) показників: чим більші розходження показників, тим вище цей коефіцієнт. Коефіцієнт кореляції (R) вказує ступінь залежності показників двох спряжених рядів. Якщо зміни одного показника викликають зміни іншого, то кореляція позитивна (+), а якщо зміни одного показника не залежать від змін іншого, то кореляція негативна (-). Статистична обробка метричних показників дає повну й точну характеристику особливостей дисиметрії.

Алгоритм обчислення коефіцієнтів кореляції та варіації у найпростішому вигляді:

1. Встановити кількість об'єктів вимірювання.
2. Показники довжини утворюють ряд X , а довжина кожного конкретного об'єкта вимірювання позначається відповідно x_1, x_2, x_n .
3. Показники ширини об'єктів формують ряд Y , де ширині кожного об'єкту вимірювання відповідає значення $y_1, y_2 \dots y_n$.

4. Визначаємо суму (Σ) значень X ряду (ряду довжини) та Y ряду (ряду ширини):

$$\Sigma x = x_1 + x_2 + x_3 + \dots$$

$$\Sigma y = y_1 + y_2 + y_3 + \dots$$

5. Обчислюємо середнє арифметичне X ряду та Y ряду, шляхом сумації даних величин та ділення суми на число цих величин (n - число величин):

$$M_x = \frac{\Sigma x}{n}; \quad M_y = \frac{\Sigma y}{n}$$

6. Знаходимо відхилення (α - альфа) кожного з показників X ряду від середнього арифметичного M_x , а потім повторюємо цю процедуру для усіх показників Y ряду:

$$\alpha x = x - M_x$$

$$\alpha y = y - M_y$$

7. Визначаємо середнє квадратичне відхилення (σ - сигма) за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma \alpha x^2}{n}}$$

8. Розраховуємо коефіцієнт варіації згідно формулі:

$$C = \frac{\sigma}{M} \cdot 100\%$$

9. Обчислюємо коефіцієнт кореляції:

$$R = \frac{\alpha x_1 \cdot \alpha y_1 + \alpha x_2 \cdot \alpha y_2 + \dots}{n \cdot \sigma x \cdot \sigma y}; \text{ тобто } R = \frac{\Sigma \alpha x \cdot \alpha y}{n \cdot \sigma x \cdot \sigma y}$$

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Скласти екологічний опис одного виду рослин і тварин. Ознайомитися з загальними правилами виготовлення гербарію (додаток 3) [4]. Підготувати презентацію.
3. Скласти опис місцевості або техногенного об'єкту за вибором.
4. Провести статистичний аналіз, використовуючи елементарний алгоритм обчислення коефіцієнтів варіації та кореляції, листових пластинок перистоскладних листків акації білої (*Robinia pseudoacacia* L.) з різних екоотопів міста. Розрахунки можна проводити з використанням гербарних матеріалів кафедри.
5. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке аутоекологічне дослідження? З якою метою проводять такі дослідження?
2. Які характеристики необхідно висвітлювати при складанні екологічного опису рослини?
3. Які характеристики необхідно висвітлювати при складанні екологічного опису тварини?
4. Які ключові питання повинен містити екологічний опис місцевості?
5. Які дані повинен включати екологічний опис промислового об'єкта?
6. Що таке гербарій? Які етапи включає гербаризація рослин?
7. Які вимоги до збирання та виготовлення гербарію Вам відомі? Які відомості повинна містити гербарна етикетка?
8. Що таке кореляція?
9. Що дозволяє встановити визначення коефіцієнту варіації?
10. Про що свідчить позитивний коефіцієнт кореляції? В яких випадках доцільно використовувати кореляційний аналіз?

ТЕМА 7: ЖИТТЄВІ ФОРМИ ОРГАНІЗМІВ.

Мета: поглиблення та закріплення знань про пристосування організмів до дії факторів середовища, життєві форми організмів, підходи та критерії класифікації життєвих форм; формування практичних умінь та навичок визначення та аналізу життєвих форм організмів (рослин і тварин); розвиток екологічної та дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти.

План

1. З'ясувати особливості розвитку вчення про життєві форми організмів.
2. Вивчити життєві форми рослин, підходи до їх визначення та класифікації.
3. Розглянути життєві форми тварин, принципи та підходи до їхнього визначення й типології.
4. Ознайомитися з методикою вивчення життєвих форм рослин в польових умовах.
5. Розв'язати надані завдання.

Література:

1. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев: КГУ, 1950. 258 с.
2. Быков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука, 1988. 212 с.
3. Коренева І.М., Луценко О.І. Загальна екологія: практикум: навчально-метод. посібник. Черкаси: видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 99 с.
4. Лабораторний та польовий практикум з екології / І.В. Бейко, В.М. Боголюбов, І.Г. Вишенська, Г.В. Вишневська, Я.П. Дідух, В.П. Замостян, С. Д. Ісаєв, В.І. Карпенко: під ред В.П. Замостяна та Я.П. Дідуха. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 216 с.
5. Лук'янова Л. Б. Лабораторний практикум з екології: навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге змінене і доп. Київ: ТОВ «ДСК - Центр», 2016. С. 30-35.
6. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрушко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 65-76. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
7. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение. Полевая геоботаника. Москва; Ленинград: Наука, 1964. Т. 3. С. 146-205.
8. Шенников А.П. Экология растений. Москва: Советская наука. 1950. 375 с.

Матеріали та обладнання: зошит, ручка, доступ інтернет-мережі, посібники, гербарій рослин, колекція комах, рисунки та таблиці.

Теоретичні відомості

Комплексне вивчення будь-якого угруповання вимагає аналізу та знання не лише його таксономічної (систематичної) структури, але й екологічної. Екологічний аналіз угруповання базується на вивченні життєвих форм організмів, які його складають. Життєві форми – це систематичні одиниці в екології, аналогічні систематичним одиницям у флористиці, систематиці рослин і тварин. На відміну від таксонів, що встановлюють за генеративними органами, життєві форми визначають за вегетативними органами, що найбільш яскраво відбивають вплив середовища.

Життєві форми організмів визначають на основі їх пристосувальних властивостей, тобто різноманіття шляхів та способів пристосування організмів до одного й того ж середовища. При цьому, згідно О.П. Шеннікову, враховують та порівнюють різні види за різними показниками: 1) анатомо-морфологічні ознаки; 2) біологія росту, розвитку, розмноження; 3) екологія; 4) значенням у формуванні угруповання та його середовища; 5) філогенетичні зв'язки [8].

Життєві форми змінюються в онтогенезі та набувають властивих виду ознак лише у дорослому стані в певних умовах. Один і той же вид у різних частинах ареалу може мати різні життєві форми (*наприклад, клен та липа на Кольському півострові виростають як чагарники*).

Вчення про життєві форми відзначається тривалою періодизованою історією. Започатковане в стародавньому світі в працях давньогрецького природознавця і філософа **Феофраста** (Теофраста) (300 років до н.е.), який поділив рослини на дерева, чагарники, напівчагарники та трави, вчення відроджується на наукових засадах на початку XIX століття завдяки видатному німецькому ботаніку, засновнику ботанічної географії **Олександру Фрідріху фон Гумбульду**. Опублікованій вперше у 1806 р. його статті «Ідеї про фізіономічність рослин» призначено було стати історичною основою стрімкого розвитку сучасного вчення про життєві форми рослин. Термін «життєва форма» вперше запропонував в **1884 р.** датський ботанік **Йоганнес Еугеніус Вармінг**, який розумів життєву форму як форму в якій вегетативне тіло індивіду знаходиться в гармонії з зовнішнім середовищем протягом усього життя.

У сучасній екології є багато визначень терміну «життєва форма». Найчастіше за інші використовується таке визначення: ***Життєва форма – це зовнішній вигляд (габітус) рослин чи тварин, що відбиває їх історичну пристосованість до різноманітних умов середовища.*** На теперішній час поряд з поняттям життєва форма використовуються різні терміни.

Біоморфа – життєва форма, що визначається систематичним положенням видів, їх формами росту та біологічними ритмами (синонімами біоморфи є епіморфа, феноїд).

Екоморфа – життєва форма, яка характеризує пристосування виду до зовнішніх умов середовища (до фітоценозу загалом та до окремих структурних елементів екоотопу зокрема) [1]. Термін «екоморфа» запропонував в 1950 р. **Олександр Люціанович Бельгард**.

Екобіоморфа – певний тип пристосувальної структури рослин та пов'язані з нею фізіологічні особливості, існуючі в певних екологічних умовах. Термін запропонував в 1965 році **Євген Михайлович Лаврінко**. Б.О. Биков розуміє екобіоморфу як єдність біоморфи та екоморфи, як сукупність видів (іноді й внутрішньовидових таксонів), котрі мають схожі форми росту, біологічні ритми, а також еколого-морфологічні та середовищевірні (медіопативні) особливості, що виникли в процесі природного добору в певних умовах зовнішнього середовища [2].

На теперішній час самими відомими та широко поширеними в екологічному аналізі рослинних угруповань класифікаціями життєвих форм є:

1. Класифікація датського ботаніка Крістена Раункієра (1905-1918). В основу класифікації покладений критерій положення бруньок відновлення рослин при перенесенні рослиною несприятливого періоду, що викликаний зниженням температур або нестачею вологи, захищеність бруньок, наявність або відсутність листків протягом несприятливого періоду.
2. Класифікація біоморф Івана Григоровича Серебрякова (1962). В основі класифікації розбіжності у структурі пагонів і тривалість життєвого циклу наземних особин (для відділу деревних рослин) або рослин у цілому (для відділу наземних рослин) [7].

3. Класифікація біоморф Віталія Миколайовича Голубєва (1972). В основу лінійної класифікації покладені тип кореневої системи, структура пагонових надземних та підземних органів, темпи вегетативного розмноження.
4. Класифікація екоморф Олександра Люціановича Бельгарда (1950). В Основі класифікації розбіжності в пристосуванні рослинних видів до умов фітоценозу загалом і до структурних елементів екотопу зокрема (кліматопу, геліотропу, термотопу, трофотопу, гігротопу). (*Екотоп – місце існування біотичного угруповання*. Екотоп уявляє собою складне сполучення неорганічних факторів і може бути штучно поділений на *кліматоп* – ділянки з однаковим комплексом кліматичних умов и *едафотоп* – ґрунтові умови місцеіснування біотичного угруповання. Кліматоп можна поділяти на геліотоп і термотоп, а едафотоп - на трофотоп і гігротоп).

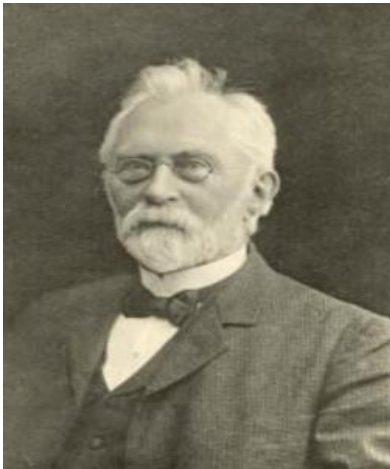


Рис. 7.1. Йоганнес Вармінг
(03.11.1841 - 2.04.1924) [6].



Рис. 7.2. Крістен Раункієр
(29.03.1860 - 11.03.1938) [6].



Рис. 7.3. Олександр Бельгард
(04.10.1902 – 22.08.1992) [6].

Система життєвих форм К. Раункієра.

Фанерофіти – життєва форма рослин, бруньки відновлення яких розташовані високо над землею (*дерева, кущі (чагарники), дерев'янисті багаторічні ліани*). За висотою фанерофіти поділяють на: мегафанерофіти – вище 30м; мезофанерофіти –8-30м; мікрофанерофіти – 2-8м; нанофанерофіти – нижче 2м.

Хамефіти – життєва форма рослин, бруньки відновлення яких захищені бруньковими лусками і знаходяться над поверхнею ґрунту (на висоті 20-30см) і зазвичай зимують під снігом (*чагарнички (лохина, брусниця, чорниця), напівкущики, трав'янисті багаторічні рослини (барвінок, вероніка лікарська, котячі лапки дводомні, полин гіркий), мохи, лишайники*).

Гемікриптофіти – життєва форма рослин, у яких бруньки відновлення в несприятливий період знаходяться над рівнем ґрунту (іноді трохи вище) та захищені лусками, обпалим листям, сніговим покривом (*багато трав'янистих багаторічних та дворічних рослин (види жовтець, конюшини, кульбаби, цикорію тощо)*).

Криптофіти – життєва форма рослин, у яких у несприятливий період року надземні органи відмирають, а бруньки відновлення розташовані на підземних органах, що знаходяться в ґрунті (*геофіти* (спаржа, осоки, пирій повзучий, картопля, топінамбур, цибуля, тюльпани, нарциси тощо)) або у воді (*гелофіти* (рослини, які виростають на ґрунтах насичених водою (*комиш, рогоз, частуха тощо*)) та *гідрофіти* (рослини, які живуть у воді (*кувшинка, елодея, рдест, тощо*))).

Терофіти – життєва форма рослин, що включає однорічні види, котрі переживають несприятливий період у вигляді насіння.

Система екоморф О.Л. Бельгарда.

Ценоморфи – екоморфи, які характеризують пристосування видів до умов фітоценозу загалом. Серед ценоморф виділяють: **сильванти** (лісові види) (*Sil*), **степанти** (степові види) (*St*), **пратанти** (лучні види) (*Pr*), **палютанти** (болотяні види) (*Pal*), **галофіти** (види, пов'язані з засоленими ґрунтами) (*Hal*), **рудеранти** (бур'янові види) (*Ru*).

Гігроморфи – екоморфи, які характеризують пристосування рослинних видів до умов ґрунтового зволоження (гігротопу). Серед гігроморф виділяють: **ксерофіти** (*Ks*) – рослини посушливих місцевиростань, поширені у степу, напівпустинях, пустинях (для типових ксерофітів властиві міцні жорсткі невеликі листя з товстою кутикулою, багат шаровим епідермісом, великою кількістю продихів, іноді вони сильно опушені або вкриті восковим налітом, мають дуже добре розвинуту водопровідну систему, стійкі до тривалого в'янення (*ковила, тупчак, астрагал тощо*)), **мезофіти** (*Ms*) – рослини помірно вологих місцевиростань, які характеризуються швидким обміном речовин, високими темпами росту, великими розмірами листків і рослини загалом, що сприяє формуванню в них значної біомаси та наявності високої врожайності; **гігрофіти** (*Hgr*) – вологолюбні рослини, що мешкають у середовищі з надмірною вологістю як ґрунту, так і повітря (на багнах, сирих луках, по берегах річок та озер, у сирому лісі) (для гігрофітів властиві слабо розвинені кореневі системи, наявність повітряноносних порожнин у коренях, стеблах та листях, надлишок води активно виділяється за допомогою гідатод (*рис, папірус тощо*)). Крім основних гігроморф виділяють проміжні: **еуксерофіти** або справжні ксерофіти (*FKs*) – жаростійкі рослини, які переносять значне обезводнювання й перегрів, мають густе опушення, неглибоку та сильно розгалужену кореневу систему, яка забезпечує ефективне поглинання води рідких літніх злив (*полін сизий, вероніка сива*); **ксеромезофіти** (*KsMs*) – перехідна група рослин між мезофітами та ксерофітами, що властива місцевиростанням із періодичною чи постійною (але невеликою) нестачею води (*багато рослин степів, піщаних місцезростань*); **мезоксерофіти** (*MsKs*) – перехідна група рослин між ксеромезофітами та еуксерофітами, які мають глибокі кореневі системи, відзначаються інтенсивною транспірацією та невисокою стійкістю до зневоднювання тканин; **мезогігрофіти** (*MsHgr*) – рослини, що займають проміжне положення між гігрофітами та мезофітами; **гігромезофіти** (*HgrMs*) – лучні мезофіти з підвищеними вимогами до водозабезпечення, які надають перевагу постійно сирим ділянкам, або таким, що тимчасово заливаються (*лисохвіст лучний, канаркова трава справжня*).

Геліоморфи – екоморфи, які характеризують пристосування рослинних видів до умов освітлення (геліотропу). Серед геліоморф виділяють: **геліофіти** або **облігатні світлові рослини, світлолюби** (*He*) – рослини, які віддають перевагу місцезростанням яскраво освітленим сонцем (*більшість рослин степів і пустель*); **сціогеліофіти** або **факультативні світлові рослини** (*ScHe*) – рослини, які віддають перевагу місцезростанням яскраво освітленим сонцем, але добре

адаптуються й до слабкої освітленості, та здатні вирости в затінку (*амброзія полинолиста, полин звичайний та гіркий, мати-й-мачуха тощо*); **геліосціофіти або факультативні тіньові рослини (HeSc)** – рослини, які віддають перевагу місцезростанням у затінку, але здатні вирости й при достатньо яскравому освітленні (*гравілат міський, підмаренник чіпкий, клен ясенolistий, собача кропива*); **сціофіти або облігатні тіньові рослини, умброфіти (Sc)** – рослини, які не виносять повного освітлення і нормально розвиваються лише при розсіяному світлі (*рослини нижніх ярусів лісу*).

Клімаморфи – екоморфи, які характеризують пристосування рослин до кліматичних умов місцевиростання (кліматопу). Під клімаморфами розуміють життєві форми Раункієра: **фанерофіти (Ph), хамефіти (Ch), гемікриптофіти (HKr), криптофіти (Kr) (геофіти (G), – наземні суходільні види, гелофіти (Hel) – болотяні види та гідрофіти (Hd) – водні рослини), терофіти (Th).**

Трофоморфи – екоморфи, які характеризують пристосування видів до умов родючості ґрунтів (трофотопу). До основних трофоморф фотосинтезуючих (автотрофних) рослин належать: **мегатрофи (MgTr)** – рослини, які виростають на ґрунтах високої родючості, **мезотрофи (MsTr)** – рослини, які виростають на ґрунтах середньої трофності, **оліготрофи (OgTr)** – рослини бідних ґрунтів. Серед трофоморф часто виділяють **нітрофіли** (рослини, пов'язані з ґрунтами збагаченими азотом, **ацидофіли** – рослини кислих ґрунтів, **кальцієфіли** – рослини ґрунтів збагачених кальцієм, **алкалітрофи** – рослини засолених ґрунтів. Гетеротрофні види за способом живлення поділяються на **сапрофіти (Spr), паразити (Par), напівпаразити (S/par).**

Термоморфи – екоморфи, які відбивають пристосування рослинних організмів до термічних (температурних) умов (термотопу). Серед термоморф виділяють: **оліготермофіти (OgT)** – холодостійкі рослини тайги та тундри, **мезотермофіти (MsT)** – помірно-холодостійкі види зони широколистяних лісів, **мегатермофіти (MgT)** теплолюбні рослини степу та пустель.

Класифікація життєвих форм (біоморф) І.Г. Серебрякова.

І.Г. Серебряков, класифікуючи життєві форми за еволюційним принципом, поділяв усі форми покритонасінних рослин на 4 відділи (деревні, напівдеревні рослини, водні та наземні трави), кожен з яких має типи, котрі, в свою чергу, членуються на більш дрібні одиниці (класи, підкласи, групи, підгрупи, секції). На жаль, система І.Г. Серебрякова не була опублікована за кордоном, і тому мало відома англомовним дослідникам (рис. 7.4).

В.М. Голубев в 1972 році, поєднуючи підходи Серебрякова та Раункієра, запропонував класифікувати життєві форми (біоморфи) за такими критеріями: 1) **загальний габітус та тривалість життєвого циклу:** дерева, кущі (чагарники) та кущики (чагарнички), напівкущі (напівчагарники) та напівкущики (напівчагарнички), трав'янисті полікарпики (або багаторічники), трав'янисті монокарпики (або малорічники: дворічники та однорічники); 2) **ступінь одерев'яніння пагонів:** деревні (дерева, кущі, кущики); напівдеревні (напівкущі і напівкущики), трав'янисті рослини; 3) **структура підземних пагонів:** каудексові, короткокореневищні, довгокореневищні, бульбоцибулині, без спеціалізованих підземних пагонів; 4) **структура кореневої системи:**

стрижньова, китицева, стрижньокитицева, без коренів; 5) *спосіб перезимування брунжок відновлення*, тобто їх положення в просторі відносно поверхні землі та спосіб захисту (система життєвих форм Раункієра).

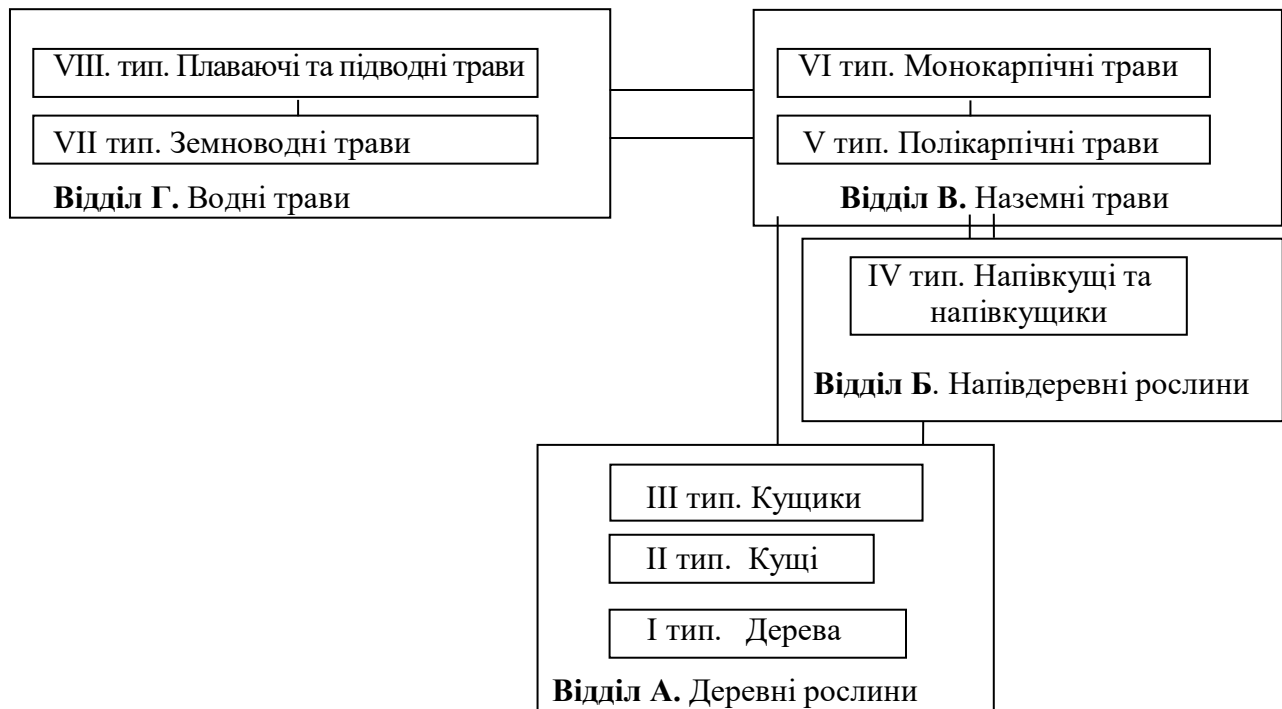


Рис. 7.4. Співвідношення та типи життєвих форм покритонасінних рослин [7].

Існує багато класифікацій життєвих форм тварин, що обумовлено різними підходами авторів, використанням вченими різних критеріїв для виділення життєвих форм. На теперішній час запропоновані три загальні системи життєвих форм, що охоплюють представників царств рослин і тварин. Це класифікація Гамса (1918), класифікація Фридерикса (1930), класифікація Алєєва (1980). Разом з тим на сьогодні не можна казати про наявність в екології єдиної загальноновизнаної класифікації життєвих форм рослин і тварин, так як кожна з перелічених класифікацій, якщо задовольняюча для рослин, то не зовсім задовольняюча для тварин і навпаки. В сучасних екологічних дослідженнях як правило використовуються часткові (окремі) класифікації. Так, в екології рослин класифікації Серебрякова, Голубєва, Раункієра, Бельгарда, в екології тварин - класифікація життєвих форм тварин Д.Н. Кашкарова (1935), класифікація комах В.В. Яхонтова (1964), класифікації розроблені для окремих родин комах (сарачових Г.Я. Бей-Бієнко, 1950, Стебаєва (1970)), жужелиць (І.Х. Шаровой, 1981), мурах (К.В. Арнольдї, 1937), жуків чорнотілок (В.Г. Мордкович, 1973), коллембол (Стебаєва, 1970) тощо [3, 4, 5, 6].

Класифікація життєвих форм тварин Д.Н. Кашкарова.

Пристосування до пересування.

І. Плаваючі форми:

1. Чисто водні (гідробіонти):

а) нектон - активно плаваючі пелагічні (які мешкають у воді) тварини, які здатні протистояти течії та долати значні відстані (*китоподібні, риби, головоногі,*

молюски, водні черепахи ластоногі, пінгвіни);

б) планктон -- організми, які мешкають в товщі води континентальних та морських водойм і не здатні до активного протистояння переносу течіями. Для організмів планктону характерні вертикальні міграції за порами року та часом доби (*креветки, медузи, криль тощо*);

в) бентос - організми, які мешкають на дні водойм у товщі донного ґрунту, які здатні прикріплюватися до поверхні підводного мулистого ґрунту (епіфауна), мешкати у мулі (інфауна) або повзати по ґрунту (онфауна) (*найпростіші, черви, п'явки, молюски, губки, ракоподібні, кишковопорожнинні, голкошкірі*);

2. Напівводині: а) пірнаючі; не пірнаючі; в) лише ті, які здобувають їжу з води;

II. Риючі форми:

1. Абсолютні землерії, які все життя проводять під землею (*кріт, сліпши*);

2. Відносні землерії, які виходять на поверхню землі;

III. Наземні форми:

1. Ті, що не роблять нір: а) бігаючі; б) стрибаючі; в) повзаючі;

2. Ті, що роблять нори: а) бігаючі; б) стрибаючі; в) повзаючі;

3. Тварини скель;

IV. Деревні, лазаючі форми:

а) тварини, що не злазять з дерев;

б) тварини, що лише лазять по деревах;

V. Повітряні форми:

а) тварини, що здобувають їжу в повітрі;

б) тварини, що видивляються їжу з повітря.

Пристосування до вологості повітря:

Гігрофіли - наземні організми, пристосовані до мешкання в умовах високої вологості субстрату (мешканці заболочених територій, вологих лісів, заплавл річок, берегів водойм (*стонога, дощові черви, молюски, жаби*);

Гідрофіли - організми, які пристосовані до життя у водному середовищі (риби тощо);

Мезофіли - організми, які віддають перевагу середнім умовам зволоження повітря та ґрунту з оптимальною температурою +20 -+30⁰С;

Ксерофіли - організми, які пристосовані до життя в умовах нестачі води, в яких добре розвинуті механізми регуляції водного обміну та пристосування до утримання води у тілі: відсутні кожні залози (*черепахи, які до того ж мають панцир*), іноді запасється вода у сечовому міхурі (*напівпустельні та пустельні плазуни*), часто мають жирові відкладення (при окисленні жирів утворюється метаболічна вода) (*сарана, верблюди, жирнохвості тушканчики, курдючні вівці*).

Пристосування до харчування та характеру пересування при здобуванні їжі:

Рослиноїдні чи травоїдні - організми, які харчуються рослинами (*копитні, гризуни, комахи тощо*);

Всеїдні - організми, які харчуються як рослинною, так і тваринною їжею;

Хижаци - плотоїдні організми (тварини або рослини), які живляться іншими тваринами.

Хижаків поділяють на хижаків першого порядку, які нападають та поїдають травоїдних та комахоїдних тварин (*лисиця, вовк, яструб*), і хижаків другого порядку, які полюють на більш слабких хижаків (наприклад, *щука* поїдає окунів, *котячі* тощо).

Хижаки можуть бути **наземними** та **водними**, які за способом здобування корму поділяють на: **фільтрувальників**, що випадково вловлюють здобич шляхом пропускання води через спеціальні пристосувальні устрої (наприклад, китовий вус) (*дрібні рачки, беззубка, кит*); **обшарювальників**, які шукають здобич у місцях її схованок; **засидників**, які чекають здобич і нападають на неї із засідки; **мисливців**, які помічають жертву здалека, а потім підкрадаються до неї та наздоганяють її на бігу (або при груповому полюванні) заганяють її до місця знаходження інших учасників полювання.

Могильники (труподіи, некрофаги) - організми, які харчуються падаллю (*гієни, грифи, жуки-труподіи, личинки мух*);

Паразити - організми, життя яких дуже тісно пов'язане з організмами інших видів, усередині або на поверхні котрих вони мешкають, живляться соками та тканинами і в більшості випадків певним чином наносять шкоду цим організмам. Розрізняють **факультативних паразитів** (здатних жити самостійно поза хазяїном напр., *міноги*) та **облігатних паразитів** (не здатних жити та розмножуватися самостійно). Паразитів поділяють також на такі групи: 1. **Стаціонарні паразити**: а) **постійні**, які все життя мешкають на одному або в одному хазяїні (*воші, чесоткові зудні*); б) **періодичні**, які розвиваються зі зміною хазяїв (*стрічкові черви, смоктальники*); 2. **Тимчасові паразити**, які паразитують лише періодично (*кровосмоктальні двокрилі комари, мошка, клопи*). Серед паразитів виділяють також **ектопаразитів** та **ендопаразитів**.

Пристосування до місця розмноження:

Тварини, що розмножуються під землею;

Тварини, що розмножуються на поверхні землі, у ярусі трав, у кущах;

Тварини, що розмножуються над землею (на деревах).

Відношення організмів до світла:

Геліобіонти (*геліофіти, фотофіли*) - організми, які віддають перевагу місцеіснуванню в яскраво освітлених сонячним світлом;

Сціобіонти (*геліофоби, фотофоби*) - організми, місце існування яких не мають яскравого сонячного світла, тобто тварини мешкають у темряві.

Класифікація життєвих форм комах В.В. Яхонтова (1964).

1. **Геобіонти** - мешканці ґрунтів:

а) **ризобіонти** - організми (комахи), які існують в прикореневій зоні рослин (*коренева тля, личинки жуків довгоносиків та златок* тощо);

б) **сапробіонти** («сапро» - гнилий) - мешканці органічних решток, що розкладаються (*личинки жуків бронзовок, багатьох мух* тощо);

в) **сирфетобіонти** або **копробіонти** - мешканці фекалій;

г) **ботробіонти** - мешканці нір (личинки жуків майок, які розвиваються у гніздах земляних бджіл за рахунок пилку та нектару квітів, які заготовлюють бджоли);

д) **планофіли** - комахи, яким властиве часте пересування (*хижі жуужелиці*). Виділення такої групи життєвих форм комах безумовно не означає нерухомість інших геобіонтів, але підкреслює типову властивість цієї групи як самої рухливої, що відрізняється специфічними морфо-біологічними особливостями.

2. **Епігеобіонти** - комахи, які мешкають на відкритих ділянках поверхні ґрунту:

- а) **псаммобіонти** - комахи, пристосовані до життя на піщаному субстраті (деякі види жуків чорнотілок, роди сарани);
- б) **петробіонти** - мешканці кам'янистих ділянок (деякі роди сарани);
- в) **галобіонти** - мешканці засолених ділянок ґрунту (личинки деяких пустельних жуків чорнотілок);
3. **Герпетобіонти** - комахи, які мешкають серед рослинних та інших органічних решток на поверхні ґрунту (наприклад, під опалим листям) (мешканців лісової підстилки зазвичай називають також **стратобіонтами**);
4. **Хортобіонти** - мешканці трав'яного покриву, серед яких виділяють такі групи:
- а) ектобіонти - комахи, що тримаються на поверхні рослин. Це дуже різнохарактерна та велика група, яка відповідно особливостям харчування поділяється на: фітофагів, що харчуються рослинною їжею, та ентомофагів, що ведуть паразитичний та хижий спосіб життя;
- б) ендобіонти - мешканці товщі листків, стебел, бутонів, плодів, розростань тканин рослин, викликаних комахами (галів) (наприклад, в товщі листків мешкають личинки ячмінної мухи, гусениці молі, всередині стебелів живуть личинки хлібних блошок - листоїдів, личинки хлібного пилитьщика, личинки кунжутної златки, є бутонах та плодах - гусениці біленої совки, личинки сафлорових слоників, личинки мух пестрокрилок). До ендобіонтів належать також личинки паразитичних комах, що мешкають всередині тіла інших тварин, в тому числі й комах;
5. **Тамнобіонти** - мешканці кущів та **Дендробіонти** - мешканці дерев (наприклад, мешканці кори личинки жуків короїдів, лубу - личинки жуків лубоїдів, живої деревини - жуки вусачі, дровосіки тощо). Обидві ці групи поєднують в єдину категорію життєвих форм, тому що комахи, які мешкають як на деревах так і в кущах, мають приблизно однакові риси пристосування до зовнішнього середовища. Організми цієї життєвої форми можуть буди поділені, як і хортобіонти, на **ендобіонтів** та **ектобіонтів**.
6. **Ксилобіонти** - мешканці відмерлої деревини (деякі види мурах, бджілки роду *Xylocopa*).
7. **Гідробіонти** - водні комахи:
- а) **ангонектобіонти** - мешканці короткотривалих скопищ води, калюж;
- б) **субнектон** - комахи, які активно плавають у воді (жуки плавуниці);
- в) **супранектон** - комахи, які тримаються на поверхні води (жуки вітрячки);
- г) **бентос** - мешканці дна водоймищ (личинки поденок);
- д) **планктон** - форми, що пасивно плавають у товщі води.

Усі життєві форми комах можна поділяти також за пристосуваннями до умов освітлення (**геліобіонти, сціобіонти**) та вологості (**ксерофіли, мезофіли, гігрофіли**).

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Визначити життєві форми рослин в польових умовах на ділянках рослинних угруповань прилеглої території закладу освіти (10 x 10 м) або паркової зони. Скласти спектри життєвих форм (біоморф, екоморф) рослин.
3. Проаналізувати зміни життєвої форми трав'янистих рослин та скласти відповідний опис.

Аналіз зміни життєвої форми трав'янистих рослин на прикладі чини лучної (*Lathyrus pratensis* L.). Проростки мають 2-3 лусковидні та 2-4 асимілюючі листки ювенільного типу. Сім'ядолі живі.

Головний корінь майже не розгалужений.

Ювенільні рослини мають 2-3 лусковидні та 4-5 асимілюючі листки перехідного типу, з достатньо розвинутим вусиком. Сім'ядолі відмирають. На головному корені інтенсивно формуються корені II порядку.

Ці два вікових стани тривають 1-2 вегетаційні сезони.

Іматурні рослини мають 1-2 ортотропні пагони 2-4 порядків, які вегетують. Утворюються перші кореневища з бруньок біля основи головного пагону. На головному корені формуються корені III порядку. Віковий стан триває 1-2 роки.

Середньовікова генеративна рослина уявляє собою систему довгокореневищних вегетативних і генеративних пагонів, кореневищ та придаткових коренів. Пагони інтенсивно розгалужуються.

Тривалість цього вікового стану 3-5 років (попереднього молодого генеративного 1-1,5 років, віргінільного – 1,5-2 роки). Загальна тривалість великого життєвого циклу рослини 12-19 років.

4. Порівняти гербарні зразки кульбаби лікарської з різних екоотопів. Зробити висновки щодо впливу умов місцевиростання на формування життєвої форми рослини.

(на придорожніх ділянках з ущільненим ґрунтом виростають стрижньокореневі рослини, а на затінених ділянках з пухким ґрунтом – коренепаростові рослини).

5. Використовуючи рисунок 7.5, заповнити таблицю 1. Пояснити, на які екологічні ознаки спирається класифікація життєвих форм рослин Х. Раункієра.

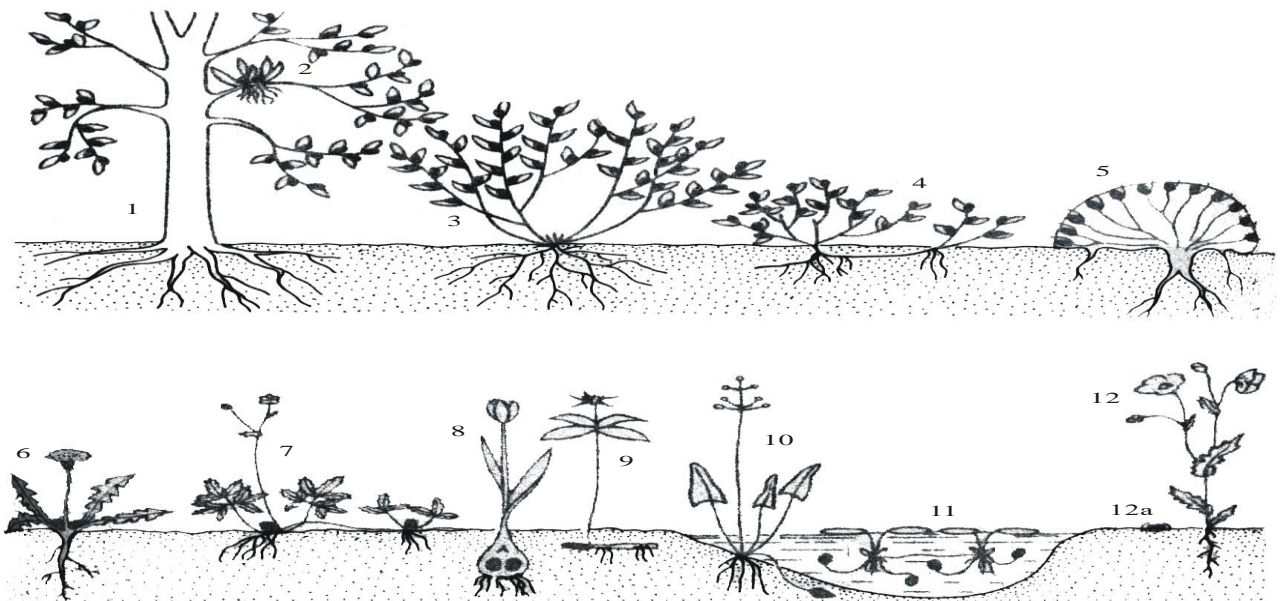


Рис.7.5. Життєві форми рослин за К. Раункієром [3, 6].

Таблиця 7.1

Життєві форми рослин К. Раункієра

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				

6. Визначити та навести характеристики життєвих форм рослин. Розглянути запропоновані гербарні зразки та живі рослинні організми, визначити їх належність до життєвих форм К. Раункієра, О.Л. Бельгарда. Заповнити таблицю 7.2.

Таблиця 7.2

Характеристика життєвих форм рослин за системами К. Раункієра та О.Л. Бельгарда

Вид рослини	Латинська назва	Класифікація Х. Раункієра	Класифікація О.Л. Бельгарда	Зовнішні ознаки
Береза повисла				
Суниця лісова				
Кульбаба лікарська				
Латаття біле				
Малина звичайна				
Бузок звичайний				
Амброзія полинолиста				
Алое Альфреда				
Пирій повзучий				
Щириця звичайна				

7. Розглянути колекції комах і таблиці з їхнім зображенням. Надати характеристику життєвих форм комах. Заповнити таблицю 7.3.

Таблиця 7.3

Життєві форми тварин за В.В. Яхонтовим

Назва життєвої форми тварин	Загальні ознаки життєвої форми тварин	Приклад (назва представників)	Латинська назва виду	Екологічне значення життєвої форми тварин
Геобіонти				
Епігеобіонти				
Герпетобіонти				
Хортобіонти				
Тамнобіонти				
Дендробіонти				
Гідробіонти				

8. Розв'язати тестові завдання:

8.1. Термін «життєва форма» вперше запропонував:

А. Олександр Гумбольдт; Б. Йоганнес Вармінг; В. Крістен Раункієр.

8.2. Автором терміну та класифікації екоморф є:

А. І.Г. Серебряков; Б. Ф.А. Брокгауз; В. О.Л. Бельгард.

8.3. Вченим, який поклав в основу класифікації життєвих форм положення бруньок відновлення рослин при перенесенні рослиною несприятливого періоду, є:

А. В.В. Кашкаров; Б. К. Раункієр; В. І.Г. Серебряков.

8.4. Життєві форми, які характеризують пристосування рослинних організмів до умов освітлення місцеіснувань – це:

A. Ценоморфи; Б. Термоморфи; В. Геліоморфи.

8.5. Життєва форма трав'янистих дворічних рослин, що мають вкорочений пагін (розетку), а бруньки відновлення знаходяться на рівні ґрунту:

A. Гемікриптофіти; Б. Криптофіти; В. Терофіти; Г. Хамефіти.

8.6. Встановити відповідність між видами рослин та їхніми геліоморфами:

A. Геліофіт; а) овес звичайний; в) ковила волосиста;
 Б. Сціофіт; б) подорожник ланцетолистий; г) липа серцелиста.

8.7. Встановити відповідність між видами рослин і гігроморфами, до яких вони належать:

A. Гідрофіти; а) ковила;
 Б. Гігрофіти; б) конюшина;
 В. Мезофіти; в) очерет;
 Г. Ксерофіти; г) будяк городній.

8.8. Встановити відповідність між назвами рослинних організмів і ценоморфами, до яких вони належать:

A. Гринделія розчепірена; а) сільвант;
 Б. Ковила волосиста; б) рудерант;
 В. Тонконіг лучний; в) степант;
 Г. Береза повисла; г) пратант.

8.9. Встановити відповідність між видами тварин та їхніми життєвими формами:

A. Кіт свійський; а) хижак, мисливець; г) нектон;
 Б. Кит синій; б) ектопаразит тимчасовий; д) повітряні;
 В. Клоп постільний; в) хижак, фільтрувальник; е) наземні.

8.10. Встановити відповідність між видами комах та їхніми життєвими формами:

A. Гідробіонти; а) вуховертка звичайна;
 Б. Тамнобіонти; б) жук вусач;
 В. Геобіонти; в) жук плавунець.

9. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Дати визначення поняттям «життєва форма», «біоморфа», «екоморфа». Хто і коли запропонував ці терміни?
2. Класифікація життєвих форм К. Раункієра. Які критерії покладені в основу цієї класифікації?
3. Класифікація життєвих форм І. Г. Серебрякова. Які критерії покладені в основу цієї класифікації?
4. Що таке екоморфа? Які критерії покладені в основу класифікації життєвих форм О. Л. Бельгарда?
5. Які критерії покладені в основу класифікації життєвих форм Д. Н. Кашкарова?
6. Яка відмінність між поняттями «екологічна група» та «життєва форма»?
7. Що таке дерево, чагарник, трава? Дайте визначення цим поняттям.
8. Чи можуть організми змінювати життєву форму в онтогенезі?
9. Чи можуть представники одного виду рослин, які виростають в різних екологічних умовах, мати різні біоморфи?
10. Обґрунтувати зв'язок понять «адаптація» та «життєва форма».

ТЕМА 8: ЕКОЛОГІЯ ПОПУЛЯЦІЙ.

Мета: закріплення та поглиблення знань про демекологію, популяцію та її властивості, структуру, динаміку; формування вмінь на навичок опису й аналізу структури та динаміки, дослідження видів поліморфізму популяцій, системного аналізу, інтерпретації та узагальнення інформації; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів вищої освіти.

План

1. Розглянути вікові стани та морфоекологічну різноякісність популяцій рослин.
2. Визначити специфіку вікової періодизації онтогенезу людини.
3. Ознайомитися з модифікацією та механізмами регуляції чисельності популяцій.
4. З'ясувати що таке гомеостаз популяцій.
5. Проаналізувати неоднорідність популяцій та вивчити види (типи) поліморфізму популяцій організмів.
6. Розв'язати надані завдання.

Література:

1. Дідух Я.П. Популяційна екологія. Київ: Фітосоціоцентр, 1998. 192 с.
2. Димань Т.М. Екологія людини: підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2009. 376 с.
3. Клименко М.О., Прищепя А.М., Борщевська І.М., Михальчук М.А., Буднік З.М. Лабораторний практикум із загальної екології (та неоекології). Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2017. С. 31-34.
4. Лабораторний та польовий практикум з екології / ІВ. Бейко, В.М. Боголюбов, І.Г. Вишневська, Г.В. Вишневська, Я.П. Дідух. В.П. Замостян, С. Д. Ісаєв, В.І. Карпенко: Під ред В.П. Замостяна та Я.П. Дідуха. - К.: Фітосоціоцентр, 2000. - 216 с.
5. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрушко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 83-102. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
6. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Знання, 2002. 550 с.
7. Шанда В.І., Маленко Я.В., Гетманець Р.І. Загальна екологія (лабораторний практикум): Методичні вказівки до проведення лабораторно-практичних занять з курсів «Загальна екологія», «Основи екології» та навчальних і розвідувальних експериментальних досліджень зі студентами біологічних спеціальностей та вчителями біології, які підвищують свою кваліфікацію чи залучені до наукової діяльності кафедри чи працюють самостійно/ Під ред. В.І.Шанди. Кривий Ріг: КДПУ, 2004. 82 с.

Матеріали та обладнання: зошит, ручка, олівці, доступ інтернет-мережі, посібники, гербарій рослин, колекція комах «Стадії індивідуального розвитку комах», «Метаморфоз метеликів», визначники, довідникова література, таблиці.

Теоретичні відомості

Морфоекологічна різноякісність організмів в межах однієї популяції є важливим механізмом підтримки стійкості популяцій у середовищі, що постійно змінюється. Важливим кроком її вивчення є аналіз статевої та вікової структури популяцій.

Вікова структура може бути виражена декількома способами: 1) співвідношення груп особин різного абсолютного віку («вікові піраміди»); 2) співвідношення різних поколінь, приплодів та вікових груп; 3) співвідношення тривалості (предрепродукційного та пострепродукційного періодів); 4) характер росту особин. Вивчення вікової структури популяції пов'язано з поняттями віковий стан, вікова група, покоління, когорта тощо.

Віковий стан - певний етап розвитку (етап онтогенезу) особини, який характеризується рядом однакових індикаторних ознак і певними відношеннями з

середовищем. Абсолютний або календарний вік і віковий стан - поняття не тотожні. Організми одного календарного віку можуть знаходитися в різних вікових станах.

Вікова група, стадія - сукупність особин одного вікового стану (астрономічного або фізіологічного віку). Співвідношення цих категорій відбиває характер розвитку популяцій.

Покоління (генерація) – це безпосередні нащадки особин минулого покоління, які одночасно перебувають у генеративній фазі. Тривалість покоління відповідає середньому репродуктивному віку (може поєднувати організми протягом декількох годин (популяції мікроорганізмів) або сотень років (популяції дерев)).

Когорта, приплід, посів - особини, що народилися у батьків різних поколінь, але в один період.

Популяція може існувати як одне покоління, що народилося від особин одного приплоду (*наприклад, європейські вугрі, лососеві, горбуша, кета, нерпа, агава, морква, буряки*), які розмножуються лише один раз на життя та гинуть, залишаючи після себе нащадків. Одне покоління може формуватися з різних приплідів (*землерийка дає навесні 2-3 приплоди, після чого гине, а молоді особини вже восени дають приплід і доживши до весни гинуть, тобто «осінь-весна» - це одна вікова група, а «весна-осінь-весна» - друга (одне покоління складається з двох приплідів)*). Один приплід з різних поколінь характерний для більшості тварин, що живуть та розмножуються тривалий час, а нащадки встигають досягти генеративної фази, в якій знаходиться батьківське покоління (*полівка дає три приплоди, а весняний приплід восени теж дає нащадків, тобто осінній приплід складається з різних поколінь*).

Вікова структура популяції найчастіше розглядається як кількісне співвідношення організмів різних вікових стадій (груп). Розподіл особин популяції по вікових групах називають віковим спектром або віковою пірамідою популяції. Співвідношення вікових станів особин визначає **життєвість** популяції.

Періодизація онтогенезу вищих рослин, відображена в таблиці 8.1, дозволяє виділяти 4 основні вікові стадії, в межах яких виділяють ще декілька вікових (станів) етапів. У спорових рослин за вікові стадії приймають чергування поколінь гаметофіта та спорофіта. У метеликів виділяють такі вікові стадії: яйця - личинка (гусінь) - лялечка – доросла особина (імаго).

Існує декілька варіантів періодизації онтогенезу людини. В 1965 р. на VII Всесоюзній конференції по проблемах вікової морфології, фізіології та біохімії була прийнята періодизація постнатального розвитку (тобто після народження), що знайшла широке застосування у вітчизняній антропології, педіатрії та педагогіці (табл. 8.2). Що стосується пренатального онтогенезу, то він у різних схемах періодизації зазвичай поділяється на два періоди - ембріональний (0-8 тижнів). У якому відбувається дроблення зиготи, формування зародкових листків та закладення усіх тканин, органів та частин тіла), і фетальний (плідний) (з 4-го по 10-й місяці), коли головним чином збільшуються розміри та завершується органоутворення. Іноді між цими періодами виділяють перехідний період (8-16 тижні). Один із широко визнаних варіантів періодизації онтогенезу належить відомому американському антропологу й ауксологу Б. Богіну (1999), який виділив стадії, що мають особливе значення з точки зору еволюційної антропології, - дитинство, ювенільний та підлітковий періоди (табл. 8.3) [5].

Особливостями, що відрізняють онтогенез людини від онтогенезу інших організмів), в тому числі й людиноподібних приматів, є:

1. *Загальна тривалість життя*, яка у людини вдвічі більша, ніж у ссавців схожого розміру.
2. *Значне подовження періоду дитинства*. Час від народження до пубертату в людини самий тривалий серед усіх ссавців, включаючи слонів і китів. Така тривалість відповідає потребі формування вищих відділів мозку та вищої нервової діяльності, що відрізняють людину від тварин. Крім того, тривалість дитинства стимулює прояв батьківських почуттів з боку дорослих, подовжує час догляду за нащадками та час його утримання.

Таблиця 8.1

Характеристика вікових стадій популяцій рослин

Вікові стадії (періоди)	Вікові етапи (стани)	Позначення	Характеристика
Латентна або стадія первинного спокою	Насіння у стані спокою	se або l	Знаходиться в стані спокою, (обмін речовин зведений до мінімуму)
Віргінільна або прегенеративна	Проросток	p	Зберігають зв'язок з насінною, мають зародкові корінці та перші листки, живляться за рахунок мобілізації запасних поживних речовин насіння та фотосинтезу
	Ювенільна рослина	j	Втрачають (зв'язок з насінною, повністю переходять до самостійного живлення, розвивається головний пагін і корінь. Листки іншої форми, ніж у дорослої особини, частіше дрібніші, менш розчленовані, з'являються бічні корені. Мають більш просту організацію та несформовані ознаки дорослих рослин
	Іматурна рослина	im	Мають ознаки переходу від ювенільних до дорослих, ускладнюється коренева система, розвиваються кореневища, столони, цибулини, бульби, починається розгалуження
	Віргінільна рослина	v	Генеративних органів ще немає, але пагони і кореневі системи дорослого типу, тобто мають всі риси будови, притаманні даному виду, але не здатні до розмноження. Завершується становлення життєвої форми, типової для виду
Генеративна	Генеративні молоді рослини	g1	Поява перших генеративних пагонів. Процеси новоутворення пагонів і коренів переважають над відмиранням
	Генеративні зрілі (середньовікові) рослини	g2	Процеси новоутворення і відмирання врівноважені. Максимальний приріст біомаси і максимальна насіннева продуктивність
	Генеративні старі рослини	g3	Квітконосних пагонів мало. Корене- та пагоноутворення уповільнено, рослини переважають процеси (відмирання іноді спрощується загальна структура системи пагонів
Сенільна або постгенеративна	Субсенільні рослини	ss	Поступово припиняється формування генеративних структур, вегетативне відростання послаблене, система пагонів продовжує спрощуватися, коренеутворення послаблюється, з'являються листки, пагони схожі на ювенільні
	Сенільні рослини	s	Вегетативне розмноження відсутнє, граничне спрощення життєвої форми, втрата здатності до галуження, а інколи до утворення бруньок відновлення
	Відмираючі рослини	sc	Найбільше спрощення структури живої частини рослини, максимальне руйнування і накопичення відмерлих частин, відсутність живих пагонів

Таблиця 8.2

Вікова періодизація постнатального онтогенезу людини

№	Період	Межі
1	Новонароджені	1-10 діб
2	Грудний вік	10 діб - 1 рік
3	Раннє дитинство	1-3 роки
4	Перше дитинство	4-7 років
5	Друге дитинство	8 – 12 (хлопчики); 8 - 11 (дівчатка)
6	Підлітковий вік	13 - 16 (хлопці); 12 - 15 (дівчата)
7	Юнацький вік	17-21 (юнаки); 16 - 10 (дівчини)
8	Зрілий вік I період	22 - 35 (чоловіки); 21 - 35 (жінки)
9	Похилий вік	61 - 74 (чоловіки); 56 - 74 (жінки)
10	Старість (старечий вік)	74 - 90 (чоловіки та жінки)
11	Довгожителі	90 років та більше

Таблиця 8.3

Стадії життєвого циклу людини (Б. Богін, 1999)

<p>Пренатальний період</p> <p>Запліднення</p> <p>Перший триместр - від запліднення до 12-го тижня: ембріогенез.</p> <p>Другий триместр - 4-й - 6-й місяці місяця «швидкий зріст у довжину»</p> <p>Третій триместр - з 7-го місяця до народження: швидкий ріст маси тіла та дозрівання органів</p> <p>Народження</p> <p>Постнатальний період</p> <p>Період новонародженості - від народження до 28 діб: адаптація до зовнішніх умов життя, самі швидкі для усього періоду постнатального розвитку швидкості збільшення росту та дозрівання.</p> <p>Період немовля - 2-й місяць життя до кінця грудного вигодовування (у середньому до 3 років): поступове зменшення швидкостей зростання, прорізування молочних зубів, засвоєння багатьох ключових стадій розвитку у психологічному та поведінковому аспектах (ходіння, мова).</p> <p>Дитинство - з 3 до 7 років: помірні швидкості зросту, напівростковий стрибок, прорізування перших молярів та різців, закінчення зросту мозку у кінці цієї стадії.</p> <p>Ювенільна стадія - дівчинки - 7-10 років; хлопчики - 7-12 років: уповільнення швидкостей зростання, здатність до самостійного харчування, перехід до оволодіння соціальними навичками.</p> <p>Пубертат - починається відразу після закінчення ювенільної стадії і триває лише кілька діб чи тижнем. Реактивація механізмів центральної нервової системи, що запускає механізм статевого дозрівання, різке збільшення секреції статевих гормонів.</p> <p>Підлітковий період - від 3 до 8 років після початку пубертату: підлітковий стрибок зросту довжини та маси тіла, завершення прорізування постійних зубів, розвиток вторинних статевих ознак, соціосексуальна зрілість, ріст інтересу та перехід до соціального, економічного та сексуального життя дорослих.</p> <p>Дорослість</p> <p>Зрілість та перехідний період - від 20 років до закінчення періоду дітонародження: гомеостаз фізіологічних, поведінкових, інтелектуальних функцій, менопауза у жінок у віці близько 50 років.</p> <p>Похилий вік та старість - з закінченням періоду дітонародження до смерті: затухання функцій багатьох тканин, органів та систем організму.</p>

3. **Наявність своєрідної кривої зросту:** різке падіння швидкості зросту в перші 3 роки життя, «напівростковий стрибок» у 6-7 років та різкий підлітковий стрибок зросту у 12-14 років. За цими відхиленнями дівчинки в середньому на 1,5 років випереджають хлопчиків, причому менархе ніколи не випереджує ростовий

стрибок, як це спостерігається у більшості приматів. Більшість ссавців характеризує поступовий повільний перехід від дитинства до дорослого стану [2, 5].

4. **Наявність в онтогенезі людини суттєвих гетерохроній** - часових розходжень формування різних морфологічних та фізіологічних ознак. Для онтогенезу людини найбільш характерні ознаки педоморфоза або неотенії (затягування дитинства), коли відстрочений час статевої зрілості і коли здатність до розмноження, що контролюється добром, настає на більш пізній стадії онтогенезу. Ця особливість накладає відбиток на значну частину онтогенезу і виявляється в інфантильності, дитячості багатьох рис біології та поведінки людини. Таке тривале, ніким не зрозуміле дитинство охоплює більшу частину життя людини (особливо чоловіків).

За останні 100-150 років спостерігається прискорення розвитку та фізіологічного дозрівання дітей та підлітків - **акселерація**. Це виявляється у збільшенні маси та довжини тіла новонароджених та немовлят, у збільшенні на 10-15 см довжини тіла дітей шкільного віку, ранньому початку статевого дозрівання. Подібна вікова тенденція («*секулярний тренд*»), або «*епохальний зсув*») стосується й дорослих. Зареєстровано збільшення розмірів тіла, подовження репродуктивного періоду, збереження працездатності у більш похилому віці, подовження тривалості життя. Численні гіпотези вбачають причини акселерації у сполученні впливу глобальних епохальних змін сонячної та геомагнітної активності, загального покращення умов життя, в тому числі харчування та медичного обслуговування населення, змін середовища, обумовлених індустріалізацією, урбанізацією та інформатизацією, а також генетичних причин, пов'язаних з явищами гетерозису при метисації.

Будь-якій популяції в конкретних умовах властивий певний середній рівень чисельності, навколо якого відбуваються коливання [1, 3, 4, 5]. Фактори, що викликають коливання чисельності можна умовно поділити на 2 групи:

- фактори, які не залежать від щільності популяції;
- фактори, котрі залежать від щільності популяції.

Дія інших факторів породжує дві принципово різні сторони популяційної динаміки: модифікації та регуляцію.

Модифікація - це випадкові відхилення факторів, які не залежать від щільності популяції. До модифікуючих факторів належать всі абіотичні впливи (кліматичні, едафічні, топографічні), кількість і якість їжі, активність ворогів. Сприятливі погодні умови можуть бути причиною масового розмноження виду, а негативний вплив модифікуючих факторів, навпаки, знижує чисельність популяції іноді до повного її зникнення. Модифікуючі фактори, викликаючи зміни чисельності популяцій, самі не зазнають впливу цих змін. Зміни модифікуючих факторів викликають зміни підтримуючої ємності середовища чи верхньої асимптоти росту чисельності популяцій. Вивчення модифікуючих факторів є важливим для з'ясування причин коливань чисельності та їх прогнозування.

Регуляція - це повернення популяції після відхилення до початкового стану, що відбувається під впливом факторів, які залежать від щільності популяції. Регулюючі фактори не просто змінюють чисельність популяції, а й згладжують її коливання, призводячи після чергового оптимуму до попереднього стану. Ефект їхньої дії тим сильніший, чим вище щільність популяції. В якості регулюючих факторів виступають міжвидові та внутрішньовидові взаємовідношення організмів

(біотичні фактори). Виділяють 2 механізми дії регулюючих факторів (регуляції чисельності популяції):

1. **Інерційні механізми регуляції** - механізми регуляції чисельності популяцій, які залежать головним чином від щільності попередніх поколінь. Інерційний характер має розвиток епізоотій, діяльність ентомофагів - комахоїдних організмів.
2. **Безінерційні (неінерційні) механізми регуляції** - це механізми, які залежать від щільності теперішніх наявних поколінь. Конкуренція, канібалізм, зміни плодючості, міграції досягають ефекту в одному поколінні та мало залежать від щільності попередніх.

Природна регуляція чисельності має дві особливості:

1. Більшість регуляційних механізмів діє у відповідь на зміни чисельності популяції, які вже відбулися і регуляційний ефект досягається з деякою затримкою. Тобто, популяціям властивий тип регуляції, який управляється помилкою: механізми регуляції починають діяти лише тоді, коли чисельність виходить за певні межі;
2. Регуляція відзначається односторонньою дією та сприяє лише активному обмеженню росту популяції, тоді як ріст чисельності після її сильного зниження можливий у випадку зменшення сили впливу регуляторів.

Коливання чисельності популяцій у межах будь-якої середньої величини називають динамічною рівновагою популяцій.

Вивчення регуляції, регуляційних механізмів є важливим для обмеження амплітуди коливань чисельності та її максимально можливої стабілізації.

Популяція - це система, здатна до саморегуляції.

Гомеостаз популяції - це здатність популяції підтримувати внутрішню сталість (певну чисельність) за допомогою власних внутрішньопопуляційних регулюючих механізмів, тобто завдяки саморегуляції.

Як відмічав видатний теоретик еволюційного вчення Іван Іванович Шмальгаузен, усі біологічні системи характеризуються більшою або меншою здатністю до саморегуляції, тобто гомеостазом [1, 5, 7]. За допомогою гомеостазу підтримується існування кожної системи – її склад, структура, внутрішні зв'язки, перетворення у просторі та часі. Механізми популяційного гомеостазу залежать від екологічної специфіки виду, його рухливості, ступеню впливу хижаків і паразитів. У одних видів вони можуть виявлятися в жорсткій формі, що призводить до загибелі «надлишку» особин, а в інших - у пом'якшеній формі, яка виявляється в змінах якості особин.

До жорстких форм саморегуляції щільності популяції належать такі явища:

- **самозріджування у рослин** (при великій гуштині сходів частина рослин неминуче гине в результаті пригнічення фізіологічно більш сильними сусідами);
- **регуляція вегетативної потужності**, що, як правило, виникає в період тривалого голодування. (Наприклад, у невеликих прісноводних водоймищах, де немає інших видів риб, саморегуляція щільності популяції окуня відбувається за рахунок харчування дорослих особин молоддю. У личинок першого віку паразитоїдних перетинчастокрилих, які розвиваються в яйцях або личинках інших комах, є щелпи, пристосовані для знищення личинок того ж виду. Після знищення конкурента личинка линяє і її гострі щелпи змінюються м'якими, пристосованими до харчування вмістом яйця личинки);
- **виділення в навколишнє середовище продуктів, затримуючих ріст особин того ж виду** (хімічна взаємодія тварин та рослин (алелопатія)). Так, вода в акваріумі, в

якому утримувалися дафнії, здатна затримувати ріст представників того ж виду протягом декількох діб. Пуголовки виділяють у воду частинки білкової природи, які затримують ріст інших пуголовок і чим крупніша особина, тим сильніше вона впливає на більш дрібних.

До більш м'яких форм саморегуляції чисельності та щільності популяцій належать:

- **прояв інстинктів масової міграції при збільшенні чисельності популяції**, внаслідок чого відбувається виселення частини популяції за межі території, що займається в осідлий період. Особливо ярко це виявляється у комах, яким властива фазовість - різко різноякісний стан особин у залежності від щільності популяції (*сарана, попелиця, амеби*). Цю форму саморегуляції чисельності популяції називають також генотипічною, так як вона пов'язана з наявністю в популяції різних генотипів, виникаючих у результаті рекомбінації генів.

- **нашесть (навала)** - масові переміщення, які виникають у роки спалахів розмноження і не мають постійного напрямку. В основі цих переміщень лежить стрес-реакція тваринних організмів до умов скупченості, яка характеризується підвищенням агресивності, змінами реакції на протилежну стать та молодняк, гальмуванням функцій статевої системи, згасанням інстинкту піклування про нащадків. Серед емігрантів при нашестях переважають молоді особини (гризуни, білки). Цю форму саморегуляції чисельності популяції називають фенотипічною, так як внаслідок стрес-реакції, викликаної неприродньо великим скупченням особин, виникають фізіологічні зміни в організмах та формуються різні фенотипи (Фенотип - сукупність усіх ознак та властивостей організму, сформованих в процесі онтогенезу на основі даного генотипу);

- **територіальна поведінка** - одна з ефективних форм м'якої саморегуляції чисельності популяції. Мічення та охорона ділянок запобігає розмноженню «чужаків» на певній території та їх виселенню.

Таким чином, гомеостаз (саморегуляція) популяцій забезпечується механізмами гальмування зросту чисельності, сутність яких зводиться до трьох положень:

1. При збільшенні щільності та частоти контактів між особинами виникає стресовий стан, зменшується народжуваність та підвищується смертність;
2. При збільшенні щільності підсилюється міграція в нові місця існування, крайові зони, де умови менш сприятливі та підвищується смертність;
3. При збільшенні щільності відбуваються зміни генетичного складу популяції – заміна особин, які швидко розмножуються, на особин, що повільно розмножуються.

Як правило, популяції тією чи іншою мірою неоднорідні, тобто характеризуються поліморфізмом. **Поліморфізм** (від грец. «poly» – багато, «morfa» – форма) - **це неоднорідність популяції, виду, що виявляється в існуванні в її складі груп особин з різко відмінними ознаками.** Поліморфізм можна назвати проявом дискретності в межах популяції. Він має величезне біологічне та екологічне значення, оскільки дозволяє популяції та виду існувати у відмінних, а часто й контрастних, умовах середовища та займати різні екологічні ніші, зменшує конкуренцію. Поліморфізм дає матеріал для видоутворення шляхом дивергенції ознак різних груп особин, які складають популяції, вид.

Залежно від ознак, за якими виділяють внутрішньопопуляційні групи розрізняють віковий, статевий, функціональний, фазовий, сезонний, генетичний поліморфізм.

Віковий поліморфізм – неоднорідність, яка обумовлена наявністю вікових внутрішньопопуляційних груп, що існують в багатьох видів окремо. Такі групи виділяють в усіх тварин, оскільки з віком змінюються тип і характер харчування, водний та тепловий обмін із середовищем, а в залежності від цього – образ життя і взагалі біологічні особливості. Найбільш яскраво виражений віковий поліморфізм у прохідних риб, що нерестяться один раз на життя та у комах, які розвиваються з метаморфозом. Так, кета, горбуша утворюють різновікові популяції, які не змішуються одна з одною, а в камбалових різні вікові групи завжди займають лише певні зони в морських глибинах. У багатьох комах личинки мешкають у воді або ґрунті, а дорослі особини є типовими наземними організмами. Гусінь харчується в основному тканинами рослин, а метелики – нектаром квітів тощо.

Статевий поліморфізм – це неоднорідність, що обумовлена особливостями статевої структури, відмінностями самок і самців. Він торкається не тільки будови та функцій статевої системи, але й морфології, екології, характеру живлення. Так, самці багатьох тварин мають роги, бивні та інші придатки, більш яскраве оперення, забарвлення, ніж самки. У багатьох комах, птахів, риб, ссавців відрізняються раціони харчування самців і самок. У багатьох комарів самці добувають нектар або сік рослин, а самки – типові кровопивці (кровосмокотальні паразити). У деяких перелітних птахів самці і самки зимують окремо. Найбільш яскраво та складно виявляється статевий поліморфізм в колоніях суспільних комах (бджіл (робочі бджоли, матки, трутні), мурах, термітів (матки, робітники, солдати)).

Функціональний поліморфізм – функціональна неоднорідність особин популяції. Найбільш чіткі функціональні внутрішньопопуляційні групи існують у тварин, які розвиваються з метаморфозом. Так, мальки риб, личинки земноводних (пуголовки), комах функціонально нерівноцінні дорослим особинам.

Фазовий поліморфізм – неоднорідність заснована на фазовій мінливості, яку вперше виявив і дослідив у 1921 році Уваров спочатку в сарани, а потім у твердокрилих та лускокрилих комах. Фазова мінливість є важливим показником ефекту групи і полягає в чергуванні одиночної та стадної фаз. Перехід до стадної фази виникає в результаті великої скупченості особин, тобто збільшення щільності популяції. При цьому, особини обох фаз відрізняються забарвленням, поведінкою, швидкістю розвитку, будовою. У стадній фазі особини дуже рухливі і тяжіють до міграцій, мають низьку плодючість, високе виживання, підвищену збудливість, прожерливість, загальну життєздатність. Для розвитку особин стадної фази сприятливі умови створюються у посушливі роки.

Сезонний поліморфізм – неоднорідність, що відбиває варіабельність особин послідовних поколінь протягом року. Сезонні внутрішньопопуляційні групи властиві багатьом рослинам і тваринам (літнє та зимове забарвлення хутра зайця), але вищого розвитку досягають у комах. Наприклад, весняні та осінні форми дзвоників, літні та осінні форми деяких метеликів (у метелика пестокрильниці з лялечок, які перезимували виходять метелики з червоно-коричневим кольором крил, а з літніх лялечок – з чорними крилами з білим малюнком на них). У попелиці сезонний поліморфізм полягає у зміні в популяції двостатевих поколінь безкрилих особин

крилатими партогенетичними самками. У період року, коли у ґрунті достатньо вологи, деякі чагарники пустель в Ізраїлі (зокрема, *Teucrium polium* L.) утворюють сильно розсічені листки з тонкою кутикулою. Коли ж настає посушливий сезон, ці листки змінюють інші – більш дрібні, шкірясті й нерозсічені, з меншими фотосинтетичною активністю та водопроникністю, які, в свою чергу, опадаючи, часто-густо залишають після себе лише зелені колючки та шпичаки.

Генетичний поліморфізм – неоднорідність, яка полягає у зміні частоти мутацій в просторі та часі (у різні роки або сезони). Дослідженням генетичного поліморфізму займається генетика. Природні популяції за своєю генетичною гетерогенністю можна поділити на мономорфні та поліморфні (рис. 8.1). **Мономорфні популяції** – це популяції, що складаються з особин з типовими для даного виду ознаками, а змінені особини трапляються у їхньому складі лише зрідка, бо рецесивні мутації внаслідок низької частоти трапляння ніколи не переходять у гомозиготний стан, а домінантні – низькопенетрантні та з’являються тільки у невеликій частини носіїв.



А



Б

Рис. 8.1. Поліморфізм популяцій: А - світла морфа ягуара (типова); Б - темна або меланістична морфа ягуара (близько 6% південно-американської популяції) [5].

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Розглянути рисунок 8.2 та описати особливості вікових станів рослин різних життєвих форм.

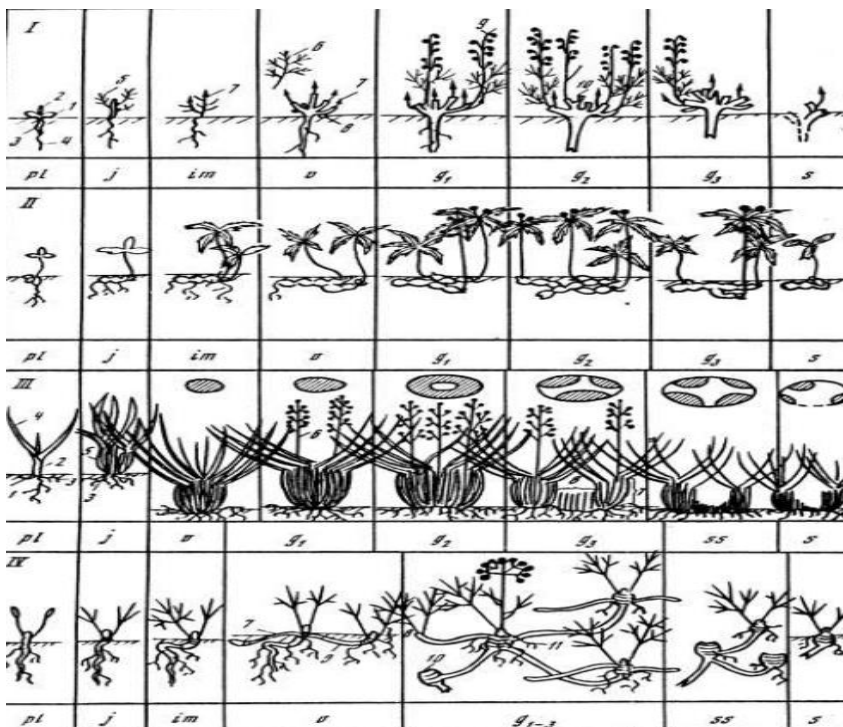


Рис. 8.2. Схема вікових станів рослин різних життєвих форм: I - стрижнекореневий багаторічник полин польовий (*Artemisia campestris* L.), II - короткореневищний багаторічник анемона лісова (*Anemone sylvestris* L.), III - щільнокущовий багаторічник щучник дернистий (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.), IV - довгкореневищний багаторічник яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.).

3. Розрахувати швидкість росту популяції міста (r), якщо народжуваність (b) становить 150 особин, а смертність (d) - 150 особин. Як можна характеризувати таку популяцію?
4. Розглянути ентомологічні колекції агропопуляцій колорадських жуків. Описати та замалювати вікові стадії розвитку колорадського жука. Схематично замалювати фени А та Е передньоспинки 20 особин колорадських жуків (рис. 8.3).

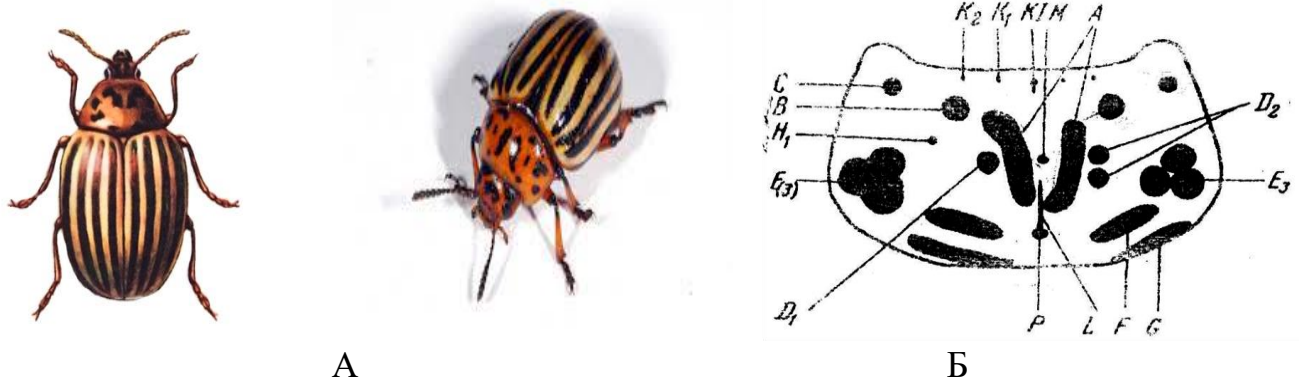


Рис. 8.3. Загальний вигляд колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (А) та схематичне зображення його передньоспинки (Б).

5. Розв'язати тестові завдання.

5.1. Автором терміна «популяція» був:

- А. Фриц Швердтфегер;
- Б. Вільгельм Йогансен;
- В. Карл Шретер.

5.2. Термін «демекологія» запропонував..... в році:

- А. Ернест Геккель; а) 1903 р.;
- Б. Фриц Швердтфегер; б) 1866 р.;
- В. Карл Шретер в) 1963 р.

5.3. До основних критеріїв виділення популяцій належать:

- А. Наявність ареалу та відповідної чисельності;
- Б. Адаптабельність та цілісність;
- В. Можливість самовідтворення;
- Г. Унікальність та динамічність;
- Д. Наявність та характер бар'єрів.

5.4. Основними параметрами популяцій є:

- А. Чисельність;
- Б. Константність;
- В. Народжуваність;
- Г. Просторовість.

5.5. Основними показниками динаміки популяцій є:

- А. Трапляння;
- Б. Народжуваність;
- В. Константність;
- Г. Смертність.

5.6. Для характеристики статевої структури популяцій використовують такі поняття:

- А. Прайд;

- Б. Когорта;
- В. Покоління;
- Г. Колонія.

5.7. Для характеристики вікової структури популяцій використовують такі поняття:

- А. Колонія;
- Б. Когорта;
- В. Генерація;
- Г. Родина.

5.8. Покоління – це:

- А. Безпосередні нащадки особин минулого покоління, які одночасно перебувають у генеративній фазі;
- Б. Сукупність особин одного астрономічного або фізіологічного віку.
- В. Особини, що народилися у батьків різних поколінь, але в один період.

5.9. Регуляція чисельності популяцій – це:

- А. Випадкові відхилення факторів, які не залежать від щільності популяції.
- Б. Здатність популяції підтримувати певну чисельність за допомогою власних внутрішньопопуляційних регулюючих механізмів;
- В. Повернення популяції після відхилення до початкового стану, що відбувається під впливом факторів, які залежать від щільності популяції

5.10. До жорстких форм саморегуляції щільності популяцій належать:

- А. Територіальна поведінка;
- Б. Масові міграції;
- В. Самозріджування;
- Г. Алелопатія.

6. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке демекологія? Хто і коли запропонував цей термін?
2. Що таке популяція? Хто і коли запропонував цей термін?
3. Які основні критерії виділення популяцій?
4. Перелічити властивості та параметри популяції?
5. Що таке структура популяції? Які основні аспекти вивчення структури популяції?
6. Що таке статеві структура популяції? Перелічити основні типи статевої структури.
7. Які поняття використовують для характеристики вікової структури популяції?
8. Які особливості відрізняють онтогенез людини від онтогенезу інших організмів?
9. Що таке модифікація чисельності популяції? Які особливості мають модифікуючі фактори?
10. Що таке регуляція чисельності популяції? Які відомі механізми дії факторів регуляції чисельності популяції?
11. Що таке гомеостаз популяції? Яке значення має процес саморегуляції популяцій?
12. Які форми саморегуляції щільності популяцій Вам відомі?
13. Що таке виживання? Яким чином розраховують цей показник? Дайте визначення поняття «крива виживання». Які типи кривих виживання Вам відомі?
14. Що таке поліморфізм? Яке значення в природі має поліморфізм?

ТЕМА 9: СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ.

Мета: поглиблення знань про синекологію, сучасні підходи до вивчення та методи дослідження структури угруповань організмів; формування вмінь та навичок проведення досліджень складу та будови рослинних угруповань, аналізу й інтерпретації отриманої інформації; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів вищої освіти.

План

1. Розглянути підходи до вивчення структури угруповань.
2. Проаналізувати засади та методи дослідження структури як складу угруповань організмів.
3. Ознайомитися з вихідними положеннями теорії еколого-таксономічних спектрів (ЕТС) угруповань.
4. З'ясувати специфіку дослідження структури як будови угруповань.
5. Вивчити особливості дослідження структури угруповань як сукупності зв'язків (функціональної структури).
6. Визначити кількісні співвідношення видів на ділянці фітоценозу ботанічного саду КДПУ, паркового культурфітоценозу, техногенного урочища тощо.
7. Оцінити флористичну схожість угруповань.
8. Розв'язати надані завдання.

Література:

1. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. Київ: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1950. 263 с.
2. Бьков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука, 1988. 212 с.
3. Мазинг В.В. Что такое структура биогеоценоза? Проблемы биогеоценологии. Москва: Наука, 1973. С. 148-187.
4. Маленко Я.В. Особливості таксономічного та екологічного складу рослинних угруповань відвалів південно-західної зони Кривбасу: дис. к.б.н.: спец. 03.00.16: захищена 25.04.2001; затв. 13.06.2001. Дніпропетровський національний університет. Дніпропетровськ, 2001. 357 с.
5. Маленко Я.В., Хижняк О.Я. Екоморфи – втілення адаптивних властивостей біосистем // European scientific discussions. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. Potere della ragione Editore. Rome, Italy. 2021. Pp. 40-46. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdu-narodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-european-scientific-discussions-25-27-aprelya-2021-goda-rim-italiya-arhiv/> (дата звернення: 01.12.2022).
6. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 83-102. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
7. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів: Монографія. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. 276 с.
8. Таран М.А., Нестор О.О. Екологічний практикум. 2-е вид. перероб. і допов. Кривий Ріг: Діоніс (ФОП Чернявський Д.О.), 2012. 297 с.
9. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В.І. Шанда, Е.О. Євтушенко, Н.В. Ворошилова, Л.В. Шанда, Я.В. Маленко, О.О. Кобрюшко; наук. ред. Н.А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с.
10. Шанда В.І., Маленко Я.В., Гетманець Р.І. Загальна екологія (лабораторний практикум): Методичні вказівки до проведення лабораторно-практичних занять з курсів «Загальна екологія», «Основи екології» та навчальних і розвідувальних експериментальних досліджень зі студентами біологічних спеціальностей та вчителями біології, які підвищують свою кваліфікацію чи залучені до наукової діяльності кафедри чи працюють самостійно/ Під ред. В.І. Шанди. Кривий Ріг: КДПУ, 2004. С. 27-72.
11. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Ленинград: ЛГУ, 1964. 448 с.

Матеріали та обладнання: гербарій; кільце Раункієра, визначники вищих рослин, зошит, ручка.

Теоретичні відомості

В науках про природу поняття структури має величезне значення. **Структура – це поділ єдиного цілого на пов'язані в певному порядку частини.** Структура угруповання багатопланова і при вивченні її виділяють різні аспекти. Як відмічав В.В. Мазінг в 1973 році в біоценології, фітоценології, біогеоценології сформувалися **три основні підходи до трактування поняття «структура біоценозу»:** 1) структура як склад; 2) структура як будова; 3) структура як сукупність зв'язків [3].

Перший підхід пов'язаний з розумінням структури як синоніму складу. З цієї позиції важливіше значення набуває вивчення видової структури біоценозу або фітоценозу - якісної та кількісної характеристики його видового складу. Без видів не може бути угруповань, а кожне угруповання має специфічний видовий склад.

Видовий склад (структура) угруповання – це сукупність усіх складаючих його видів. Видовий склад рослинних угруповань залежить від специфіки середовища існування, обумовленої абіотичними та біотичними факторами, тривалістю існування або віком угруповання, його історією, впливом діяльності людини. Найбільш бідний видовий склад мають угруповання пустель, високогір'я, піонерних стадій самозаростання відвалів, а найбагатший – угруповання тропічних лісів. Багатий видовий склад властивий **екотонам** – перехідним зонам між біогеоценозами, що обумовлено сполученням різноманітних екологічних умов (*наприклад, лісу та луки*), завдяки чому на узліссі лісу можуть вирости як лісові, так й лучні види, а також види, притаманні самому узліссю. Тенденція збільшення видового різноманіття та щільності живих організмів на межах угруповань (в екотонах) отримала назву **крайового ефекту** або **ефекту узлісся**.

Видова структура фітоценозу характеризується видовим багатством, видовим різноманіттям і кількісним співвідношенням видів в угрупованні.

Видове багатство – це кількість видів певного угруповання, тобто кількісний показник видового складу. Як правило, аналіз видового багатства проводиться за окремими систематичними групами (голонасінні, покритонасінні рослини з наступним виділенням більш дрібних таксонів (родин, родів)).

Показник, за яким оцінюють видове багатство, як в одному угрупованні, так й в межах цілого ландшафту, називають видовим різноманіттям. Існує декілька показників різноманіття.

Альфа-різноманіття (α) або видова насиченість – це видове багатство угруповання, що визначається у найбільш простому варіанті числом видів на одиницю площі (1 м^2 (ділянки 1×1), а частіше 100 м^2 ($10 \times 10\text{ м}$)). Для визначення альфа – різноманіття часто використовують також **індекс Шеннона**. Видова насиченість відбиває екологічну ємність місцевиростання.

Крім альфа-різноманіття в екології та фітоценології оперують такими показниками як: бета-, гамма-, дельта-, омега-, епсилон-різноманіття.

Бета-різноманіття (β) – різноманіття угруповань, найбільш простою мірою оцінки якого є визначення відношення числа видів у всіх угрупованнях до числа видів у середньому на одне угруповання.

Гамма-різноманіття (γ) – видове (флористичне) багатство району, що складається з альфа та бета-різноманіття. Практично це добуток середнього числа видів в угрупованні на число типів угруповань.

При вивченні видової структури фітоценозу важно враховувати не тільки число видів, але й їхні кількісні співвідношення. Так, якщо припустити, що два угруповання складаються з 100 особин, то в одному з них 1 вид може бути наведений 96 особинами, а 4 інші види – лише однією особою кожний, в той час як друге угруповання може включати по 20 особин кожного виду (так званий ефект «Ноева ковчега» або «чашки Петрі»). **Кількісні співвідношення видів є специфічною рисою угруповання.** Для оцінки кількісних співвідношень видів в біоценозах сучасна екологія та фітоценологія використовують багато показників, до яких передусім належать перелічені нижче.

Ряснота або рясність виду – число особин кожного виду на певній одиниці площі угруповання. Для підрахунку рясноти використовують суб'єктивні та об'єктивні методи. З суб'єктивних найбільш поширеним є **метод Оскара Друде (1913)**, який запропонував використовувати для оцінки рясноти рослинних видів в фітоценозах наступну шкалу:

- Soc** (socialis) – рослини змикаються надземними частинами, утворюють фон, переважають над усіма іншими видами, що виростають на ділянці;
Cop (copiosus) - особини зустрічаються рясно, їх багато, але немає суцільного змикання особин;
Sp (sparsus) - рослини зустрічаються розсіяно у відносно невеликій кількості (не більше 10 на 100м²);
Sol (solitarius) - рослини зустрічаються одинично, їх дуже мало;
Un (unicus) - вид наведений однією рослиною (особиною) на площі виявлення.

Оцінка рясності за шкалою Друде є приблизною, тому на практиці частіше використовують універсальну синтетичну шкалу рясності видів, яка побудована на основі поєднання її зі шкалою рясноти Комарова (1934) та визначеннями В.М. Сукачова, що дозволяє отримувати більш об'єктивні результати (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Шкала рясності (рясноти) видів рослин

Шкала Друде	Пояснення В.М. Сукачова	Шкала Н.Ф. Комарова	Бали
Soc рясно	Рослини майже суцільно покривають пробну ділянку, змикаючись надземними частинами	Більше 100 на 1м ²	1
Cop ₃ дуже багато	Рослини зустрічаються дуже рясно, але немає суцільного змикання особин	Від 100 до 10 на 1м ²	2
Cop ₂ багато	Рослини зустрічаються рясно	Не більше 10 на 1 м ²	3
Cop ₁ досить багато	Рослини зустрічаються досить рясно	Від 100 до 10 на 1ар	4
Sp мало	Рослини зустрічаються розсіяно у відносно невеликій кількості	Не більше 10 на 100ар	5
Sol одинично	Рослини зустрічаються одинично	Від 10 до 100 на 1 га	6
Un одна особина	Рослини зустрічаються в одному екземплярі		

Чим більша ряснота виду у фітоценозі, тим частіше його можна знайти.

Трапляння – імовірність знайти той чи інший вид на будь-якій ділянці фітоценозу, що характеризує рівномірність чи нерівномірність розташування виду в угрупованні. Трапляння визначають на основі підрахунку коефіцієнту трапляння – проценту ділянок, на яких трапився даний вид, від загальної кількості ділянок:

$$K = \frac{n \cdot 100}{N} \quad \text{де } K - \text{коефіцієнт трапляння; } n - \text{число ділянок, на яких даний вид був зареєстрований; } N - \text{загальна кількість дослідних ділянок.}$$

Метод обліку трапляння був запропонований **Крістеном Раункієром**. Сутність його полягає в тому, що на різних ділянках досліджуваного фітоценозу закидають

кільця визначеної площі та реєструють види рослин, які знаходяться в них. Види, які трапляються на 50% ділянок і більше називають константними (*константами*).

Ступінь домінування – відношення (зазвичай у відсотках) числа особин даного виду до загального числа особин угруповання. Види, котрі переважають за чисельністю називають *домінантами* або *превалідами* даного угруповання. Домінанти визначають зовнішність, фізіономічність угруповання, котру називають *аспектом*. Деякі домінанти є *едифікаторами* (будівниками) – видами, що відзначаються яскраво вираженою середоутворюючою здатністю, без яких існування більшості інших видів стає неможливим. Видалення виду-едифікатора з фітоценозу зазвичай призводить до змін фізичного середовища, і в першу чергу мікроклімату біотопу (*в природних степових угрупованнях видом-едифікатором є ковила*). Крім домінантів до складу угруповань входять другорядні види, малочислені або навіть рідкі. Чим більше цих видів, тим більш стійким є угруповання, так як вище імовірність того, що за будь-яких змін середовища, серед другорядних видів знайдуться такі, що зможуть виконати роль домінанта. Чим бідніший видовий склад, нижче різноманіття, тим більше домінантів (віолентів), а чим багатше видовий склад, вище різноманіття угруповання, тим більше число другорядних, малочисельних видів (патієнтів та експлерентів) (*в багатих біоценозах тропічних лісів практично всі види малочислені та зрідка може траплятися поряд декілька дерев однієї породи*).

Проективне покриття – одна з характерних ознак рослинного угруповання, що визначає кількісні та якісні співвідношення між видами, загальну зімкнутість рослинності, відображує геометричну структуру (архітектоніку) угруповань, дозволяє судити про характер розміщення рослин, повноту використання ними простору, їх чисельність тощо. **Проективне покриття – це площа проєкцій надземних частин однієї рослини або усіх рослин угруповання на поверхню ґрунту.** Існують декілька показників проективного покриття: загальне проективне покриття, ярусне покриття, справжнє покриття (площа основ рослин), питоме покриття (доля, частіше у % покриття виду від загального покриття угруповання). В ході польових досліджень найчастіше визначається **загальне проективне покриття – сумарна площа горизонтальних проєкцій окремих рослин, всієї популяції виду або всього рослинного покриву на поверхню ґрунту.** Загальне проективне покриття виражається у відсотках (%) від поверхні дослідної ділянки. Для його оцінки використовують шкали проективного покриття, розроблені Хультом, Раменським, Браун-Бланке, Міркіним та ін. Загальні методи оцінки проективного покриття розроблені Л.Г. Раменським у 1929 р. Для визначення проективного покриття використовують методи непрямого обліку: метод визначення проективного покриття за допомогою сітки Л.Г. Раменського, метод дзеркальної сіточки, метод масштабної сіточки, крапчастий метод оцінки проективного покриття (додаток 4).

Для оцінки флористичної схожості (спільності) фітоценозів найчастіше використовують **коефіцієнт флористичної схожості** угруповань чи коефіцієнт **Жаккара**, запропонований в 1901 році:

$$K = \frac{C}{(A+B) - C}$$

де **K** – коефіцієнт флористичної схожості (спільності) (%);
A – число видів у першому фітоценозі;
B – число видів у другому фітоценозі;
C – число видів, спільних для обох фітоценозів.

Деталізований аналіз структури угруповань передбачає дослідження не тільки їхнього таксономічного, але й екологічного складу. Це визначає актуальність та важливість теорії таксономічних та екологічних спектрів угруповань рослинних організмів. Засади цієї теорії обґрунтував видатний український вчений, професор, ботанік, еколог Криворіжжя **Володимир Іванович Шанда**, який у 90-х роках ХХ ст. разом зі своїми учнями розвивав еколого-таксономічний аналіз складу рослинних угруповань. Вихідними постулатами розробки теорії еколого-таксономічних спектрів є те, що ці спектри є оптимальним варіантом виразу: 1) стану угруповання або його окремих компонентів; 2) стану таксономічної та екологічної структурованості угруповання; 3) взаємодій в угрупованні в кожний момент його існування; 4) середовищевірних функцій видів і угруповання; 5) ролі угруповання в зональному ландшафті; 6) можливих змін угруповання; 7) потенційних можливостей угруповання при змінах абіотичного середовища; 8) можливостей угруповання протистояти натиску мігруючих видів або тих видів, які інтенсивно розмножуються та поширюються [4, 5, 6, 9, 10].



Рис. 9.1. Володимир Іванович Шанда
(23.05.1935 – 20.04.2021)

Таксономічні та екологічні спектри угруповань можуть бути загальними і захоплювати організми різних царств живої природи, насамперед, рослин і тварин, та частковими.

Таксономічні спектри - це спектри, що характеризують склад (фонд) видів, родів, родин, класів рослин певного угруповання.

Екологічні спектри - це спектри, що відбивають склад життєвих форм того чи іншого угруповання рослинних організмів.

Розбіжність критеріїв, чисельність принципів виділення та класифікації життєвих форм зумовлює різноманітність та багатоваріантність екологічних спектрів (спектри біоморф, екоморф, екобіоморф) рослинних угруповань порівняно із таксономічними, які обмежені в наборі компонентів (таксонів різної величини).

У теоретичному та практичному відношенні для поглиблення аналізу складу рослинного угруповання на різних етапах розвитку правомірно та доцільно визначати еколого-таксономічні спектри, а саме:

- **екологічну ємність (ємність, фонд, об'єм) таксонів і спектри екологічної ємності таксонів** - співвідношення життєвих форм (екоморф, біоморф, екобіоморф) тих таксонів, які складають рослинне угруповання;
- **таксономічний об'єм (набір, фонд) життєвих форм та спектри таксономічного об'єму життєвих форм** - співвідношення таксонів (родин, родів, видів) певних життєвих форм, і зокрема екоморф, що входять до складу угруповання рослин.

Спектри екологічної ємності таксонів та таксономічного об'єму життєвих форм рослинних угруповань - це складні системи, спряжені ряди, що в словесній, числовій та графічній формі демонструють співвідношення компонентів угруповань рослин (таксонів і специфічних за принципом визначення життєвих форм). Вони можуть будуватися на основі різних показників трапляння, чисельності,

щільності, покриття, індексів різноманітності, коефіцієнтів розмноження, біомас, енергії, певних речовин та хімічних елементів, що накопичені в біомасі. **Зображення цих спектрів може мати складні конфігурації** (графи деревовидної форми, кругові та паралелепіпедовидні діаграми (гістограми), схеми тощо), **в тому числі імітувати екологічні піраміди чисел, біомас, енергії**, коли дотримується принцип послідовного зменшення чи наростання певних кількостей.

Екологічні ємкості та спектри екологічної ємкості видів, родів, родин, класів рослин дають порівняльну картину екологічних можливостей, потенціалу різних таксонів, які містить угруповання.

Еколого-таксономічні спектри можна розглядати як: 1) природні, не жорстоко детерміновані системи характеристики угруповань; 2) дискретні форми виразу екологічної суті угруповань; 3) співвідношення компонентів угруповань, тому що в якості його елементів слід розуміти окремі організми. Зміст будь-якого з них є похідним середовища й угруповання. Розчленування спектрів екологічної ємкості таксонів та таксономічного об'єму екоморф угруповань організмів як подвійних рядів, що має сенс в деяких випадках, дозволяє виділяти таксономічні та екологічні спектри цих угруповань.

Динаміка спектрів екологічної ємкості таксонів та таксономічного об'єму екоморф угруповань рослин здатна відбивати: 1) гомологічні неспецифічні та специфічні реакції угруповань на зовнішні впливи; 2) стан автогенезу угруповання.

Отже, спектри таксономічного об'єму екоморф та екоморфічної ємкості таксонів угруповань характеризують:

- 1) угруповання загалом;
- 2) екологічне середовище;
- 3) в цілому окремі таксони;
- 4) екологічні потенції таксонів і життєвих форм;
- 5) можливості змін угруповання.

Здатність спектрів таксономічного об'єму екоморф та екоморфічної ємкості таксонів (еколого-таксономічних спектрів) досить повно і чітко відбивати особливості таксономічного та екологічного складу угруповань рослинних організмів дозволяє використовувати їх у цілях геоботанічної індикації та її провідних напрямів (клімаіндикації, педоіндикації, гідроіндикації, літоіндикації, індикації природних та антропоно обумовлених процесів). Суттєве значення флористичних, фізіологічних, фітоценотичних, сукцесійних індикаторних ознак рослинності, визначених на основі таксонів, життєвих форм, біоморф, екоморф, екобіоморф, екологічних груп, екотипів, відмічають в своїх працях багато вчених.

Другий підхід до тлумачення структури біогеоценозу, біоценозу пов'язаний з розумінням структури як синоніму будови. Таке трактування передбачає вивчення **просторової** або, як її ще називають, **морфологічної структури угруповань (синморфології)**.

Просторова структура біоценозу визначається перед усім складанням його рослинної частини – фітоценозу. Класичний погляд на будь-яке рослинне угруповання дозволяє виділити два види його просторової структури – вертикальну та горизонтальну.

Вертикальна структура біоценозу – це його будова у вертикальному вимірі. Різновисотність рослин та «різноглибинність» (*різниця у розподілі корневих систем різних видів у ґрунтового профілі*) (надземна та підземна ярусність) – важливі осі диференціації екологічних ніш у фітоценозі.

Основним елементом вертикальної структури є ярус. **Ярус – це частина шару рослинного угруповання, в якому розміщені асимілюючі органи (надземна ярусність, різновисотність) або корені та запасуючі підземні органи (підземна ярусність, різноглибинність).** А.П. Шенніков визначає ярус як «структурну частину фітоценозу, відмежовану від інших ярусів не тільки морфологічно, флористично та екологічно, але й фітоценологічно, так як у кожному ярусі є своя система взаємовідношень між компонентами та з тією частиною середовища фітоценозу, у якій вони існують» [11]. Ярусність, як явище вертикального розшарування біоценозів на різновисокі та різноглибинні структурні частини, є його невід’ємною структурною ознакою.

Вперше класифікацію ярусів здійснив у **1921 році Дю Рі (Du Rietz)**, поділяючи їх на деревний ярус, чагарниковий ярус, трав’янистий та мохово–лишайниковий. Першим називають верхній ярус. Основна причина розподілу рослин при надземній ярусності – кількість світла, яка обумовлює особливості температурного режиму та режиму вологості на різних рівнях над поверхнею ґрунту у фітоценозі. Головною причиною підземної ярусності є ступінь зволоження ґрунту та багатство його поживними речовинами, а також зміни аерації ґрунтів з глибиною. Найбільш чітко яруси помітні в лісах помірного та тропічного поясів. Так, у широколистяних лісах можна виділити 5-6 ярусів: **1 ярус** – ярус, утворений деревами першої величини (дуб, в’яз, клен тощо); **2 ярус** (підпологовий) – ярус, утворений деревами другої величини (горобина звичайна, дикі яблуні та груші, черемшина тощо); **3 ярус** – ярус, складений з підліску, що утворений (кущами) чагарниками (ліщина, крушина ламка, жимолость лісова, бересклет європейський тощо); **4 ярус** – ярус, складений з високих трав (чистець лісовий тощо); **5 ярус** – ярус, складений з низьких трав; **6 ярус** – приземний ярус, складений мохами та лишайниками. Ярусність виражена й в трав’янистих степових угрупованнях, але вона розмита і не така чітка як у лісових. В лісах завжди є й позаярусні (між’ярусні) рослини – це водорості та лишайники на стовбурах та гілках дерев, ліани, епіфіти, рослини-паразити. Підземна ярусність, як правило, є дзеркальним відбитком надземної стратифікації (ярусності): корені дерев йдуть глибше, ніж корені чагарників, а корені чагарників розташовані нижче за корені трав, безпосередньо на поверхні ґрунту розташовані ризоїди мохів. Різна глибина проникнення коренів – яскравий приклад диференціації екологічних ніш. Яруси мають різну протяжність (наприклад, деревний ярус може бути декілька метрів, а приземний моховий – лише декілька сантиметрів). Чим більше ярусів, тим більше видів уживається на одиниці площі. Кожний ярус характеризується певним мікрокліматом і складається, як правило, екологічно однорідних рослин, що мають схожі вимоги до умов середовища.

Рослини, що утворюють один ярус, впливають на рослини, котрі складають інші яруси. Ярусність дозволяє рослинам більш повно використовувати світовий потік – у верхніх ярусах розташовані рослини-світлолюбіві, в нижніх – тіньовитривалі, а в самих нижчих – тіньолюбіві. Ярусність зменшує конкуренцію між рослинами. Кожний ярус фітоценозу доповнює інший в сенсі використання умов середовища існування. Тому ярусне розташування надземних та підземних органів називають ярусним доповненням (Л.Г. Раменський).

Ярусність – це відбиток континуальності та дискретності вертикальної структури угруповань. Дискретність будови фітоценозу спостерігається за можливості візуально відносно чіткого виділення ярусів (характерна для лісів помірної зони). Коли яруси в фітоценозі не можливо візуально чітко виділити (наприклад, у тропічних

лісах, луках та луково-степових фітоценозах) говорять про вертикальний континуум. Вертикальний континуум може поділятися на умовні шари – фітоценотичні горизонти, за аналогією з біогеоценотичними горизонтами Ю.П. Бялловича.

Ярусність фітоценозів обумовлює ярусну будову біоценозу та біогеоценозу загалом, так, як правило, тварини, птахи, комахи та інші організми обирають для існування той чи інший ярус. Наприклад, серед птахів є види, що будують гнізда тільки на землі (*курині, тетерева*), тільки у чагарниковому ярусі (*снігурі, славки, співучі дрозди*) або тільки у кронах дерев (*зяблики, щиглі, крупні хижакі*). Серед комах виділяють наступні групи: мешканці ґрунтів *геобій*, наземного, поверхневого шару – *герпетобій*, мохового ярусу – *бріобій*, травостану – *філлобій*, більш високих ярусів – *аеробій*. Ярусність властива й біоценозам морів та океанів. Різні види планктону дотримуються різної глибини в залежності від освітлення. Різні види риб мешкають на різній глибині в залежності від того, де вони знаходять їжу.

Суміщення в одному посіві рослин з різною висотою та глибиною кореневих систем використовується у сільському господарстві. Наприклад, сидеральні культури (*види з родини Бобові, Хрестоцвіті*) з більш глибокими, ніж у зернових злаків кореневими системами можуть повертати у горизонт поширення коренів пшениці або кукурудзи елементи мінерального живлення добрив, вмитих у глибину ґрунту. Подібну функцію у посівах виконують бур'янові рослини, тому, якщо кількість бур'янів не перевищує порогу шкідливості (тобто рівня, з якого спостерігається суттєве зниження врожаю), їх наявність в агрофітоценозі корисна. Вони не тільки повертають в орний горизонт вмиті в глибину ґрунту добрива, а й накопичують в своїх запасуючих органах добрива, які вносять. В ході перегнивання їх запасуючих органів елементи мінерального живлення повертаються до ґрунтового розчину.

У просторовому відношенні, крім вертикальної стратифікації, угруповання характеризуються *горизонтальною неоднорідністю або гетерогенністю, що визначає особливості горизонтальної структури* біоценозів. *Ценотично обумовлена горизонтальна неоднорідність (гетерогенність) угруповань називається мозаїчністю.*

Мозаїчність рослинних угруповань виявляється мозаїчним чергуванням невеликих ділянок, що відрізняються видовим складом, кількісним співвідношенням різних видів, будовою, зімкненістю, продуктивністю та особливостями середовища, котрі називають *мікроугрупованнями* (А.П. Шенніков, 1921, Б.А. Биков, 1953, П.Д. Ярошенко, 1953), *мікроценозами* (Л.Г. Раменський, О.О. Гроссгейм, 1929) чи *парцелями* (В.М. Диліс, 1969) [2, 4, 6].

Мікроугруповання – це просторово гомогенні та гомотонні плями (невеликі угруповання, мікроценози) рослин, що закономірно повторюються і характеризуються певним складом видів або їх кількісними співвідношеннями, пов'язаними з фітоценотичними причинами. Мікроугруповання, мікроценози біоценотичного змісту називають парцелями.

Парцела – це структурна частина горизонтального розчленування біогеоценозу, що відрізняється складом, структурою, властивостями своїх компонентів, специфікою їх зв'язків та матеріально-енергетичного обміну. Парцела – це комплексна одиниця, так як на правах учасників обміну речовин та енергії до неї входять рослини, тварини, мікроорганізми, ґрунт, атмосфера. Термін «парцела» запропонував М.В. Диліс у 1969 р.

Мозаїчність може бути обумовлена біологічними, фітоценотичними та випадковими причинами. Вона може бути пов'язаною з біологією розмноження, формами росту

(купини, грудки, куртини) наявністю та впливом сильного середоутворюючого виду (затінення, хімізм та фізичні особливості опаду, відмінності нанорельєфу).

Різноманіття причин дозволяє виділяти такі форми мозаїчності:

- **епізодична (або регенераційна, за Т.О. Роботновим, 1984) мозаїчність**, обумовлена випадковими, стохастичними ефектами. Найчастіше вона пов'язана з відновлюваним процесом, коли спостерігається почергове перебування в одній екологічній ніші декількох видів (наприклад, при загибелі дерев у лісі утворюються «вікна» (гепи), які заростають спеціально пристосованими до такого «ремонту» деревостану видами. Так у тайзі «вікна» заростають березою, вільхою та вербою, що відіграють роль рослин-«нянь» для ялини);
- **морфологічна або фітогенна (клонова, за Т.О. Роботновим, 1984, біоморфологічна, за В. Кершоу, 1974) мозаїчність**, пов'язана з біоморфологічними особливостями розмноження та росту рослин (наприклад, папороті виростають круглою плямою, усереднені якої поступово втрачають свою міцність із-за старіння, внаслідок чого середину заповнюють злаки);
- **фітоценотична мозаїчність (фітоенвайроментальна, за Т.О. Роботновим, 1984)**, обумовлена взаємовідношеннями популяцій в фітоценозах і пов'язана зі змінами середовища одним з видів та реагуванням на ці зміни інших видів (Як правило, основним фактором формування цієї мозаїчності є бобові рослини. Так, навколо плям конюшини - центру - густим колом розростаються злаки, котрі за рахунок латерально орієнтованих коренів, заходять у пляму конюшини, користуються азотом, не відчують сильної конкуренції за світло та вологу);
- **зоогенна мозаїчність** формується під впливом тварин (наприклад, рослинність на плямах екскрементів крупних фітофагів);
- **антропогенна мозаїчність** – це неоднорідність, обумовлена характером використання рослинності людиною.

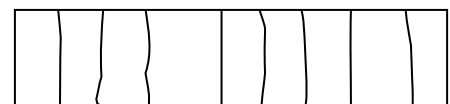
На основі просторового розташування парцел (мікрогруповань (П.Д. Ярошенко, 1961), мікроценозів (П.Д. Ярошенко, 1937)) виділяють наступні **ідеальні або модельні типи горизонтальної структури** (рис. 9.2) [3, 6]:

Радіальна структура, при якій парцели в угрупованні розташовані кільцеподібно навколо деякого центру. Ця структура відрізняється високим ступенем впорядкованості



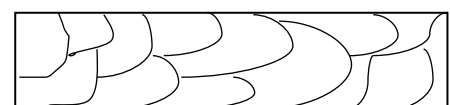
Радіальна структура

Смугаста структура, при якій парцели розташовуються паралельними рядами. Така структура може розглядатися як межовий варіант радіальної при нескінченно великому радіусі



Смугаста структура

Коміркувата структура, що складається з неорієнтованих парцел

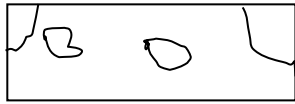


Коміркувата структура

Рис. 9.2. Модельні типи горизонтальної структури угруповань.

Ці основні модельні типи структури у різних сполученнях можуть утворювати більш складні типи структури (**острівкові** (сполучення радіальної та коміркуватої

структур), *деревовидну* (пов'язані під різним кутом елементи смугастої структури), *комплексну*) (рис. 9.3.). Врахування типів структур визначає спосіб розміщення пробних ділянок, трансект в процесі екологічного дослідження. Вивчення просторової структури угруповань проводиться на основі *аналізу розподілу* (без урахування конкретного положення пробних ділянок на місцевості) та *аналізу розміщення* (з урахуванням конкретного положення пробних ділянок на місцевості).



Острівкова структура



Деревовидна структура



Комплексна структура

Рис. 9.3. Складні типи горизонтальної структури угруповань.

Загалом вважають, що радіальна будова є свідченням високої цілісності системи, в той час як коміркувата пов'язана з її низьким ступенем або взагалі відсутністю.

Мозаїчність, як і ярусність, динамічна: відбуваються зміни одних парцел іншими, розростання або скорочення їх у розмірах.

В фітоценології крім вертикальної та горизонтальної вивчають й *геометричну структуру (будову)*, тобто просторове розташування (архітектоніку) листків рослин фітоценозів у зв'язку з їх пристосованістю до умов місцевиростання. Перші дослідження геометричної структури фітоценозів провів в *1880 році Візнер (Wiesner)*. *Геометрична будова фітоценозу характеризується площею листків в одиниці об'єму фітоценозу на певній висоті та просторовою орієнтацією листків*. Для вивчення геометричної будови фітоценозу часто використовують *індекс листової поверхні (ІЛП)* – відношення площі поверхні листків до площі поверхні ґрунту, над яким вони знаходяться. *В угрупованнях пустель ІЛП становить доли одиниці, у більшості лучних фітоценозів 4-6, в смерековому (ялиновому) лісі - 12, тобто на 1 га лісу приходить 12 га листової поверхні*.

Третій підхід до трактування поняття «структура угруповань» пов'язаний з розуміння структури як сукупності зв'язків, тобто вивченням функціональної структури угруповань. *Функціональна структура* – це структура форм організації угруповання на основі взаємовідношень його компонентів та елементів. Функціональна структура біоценозу отримала назву «*біоценотичний коннекс*» або просто «*коннекс*».

Численність та різноманіття зв'язків та відношень елементів та компонентів біоценозу, що складають основу функціональної структури, обумовлюють існування різних підходів до її вивчення, а саме:

- вивчення взаємозв'язків між організмами та середовищем (*аутекологічний підхід*);
- вивчення взаємозв'язків між особинами одного виду (*демекологічний підхід*);
- вивчення взаємовідношень між різними видами (*біоценотичний підхід*);
- вивчення взаємовідношень між різними життєвими формами (*біоценотичний, біогеоценотичний підхід*);
- вивчення взаємозв'язків між різними трофічними рівнями (*біогеоценотичний, екосистемний підхід*).

Дослідження взаємозв'язків між організмами та середовищем базуються на класичних принципах взаємозв'язку «*біоценоз-біотоп*», які екстраполюють також на систему «*фітоценоз – екотоп*».

1. **Принцип різноманіття** (сформулював німецький гідробіолог *Август Тінеман в 1918 р.*): чим різноманітніші умови біотопу (екотопу), тим більше видів в біоценозі (фітоценозі). *Наприклад, тропічні фітоценози в умовах сприятливого середовища складає велика кількість видів і важко зустріти місце, де виростили б поряд дві особини одного виду.*
2. **Принцип відхилення умов** (сформулював *Август Тінеман в 1918 р.*): чим вище відхилення умов біотопу (екотопу) від норми, тим бідніше видами і специфічніше біоценоз (фітоценоз), а чисельність особин окремих видів, які складають його вище. *Найчастіше цей принцип яскраво виявляється в екстремальних біотопах (екотопах), де завжди мало видів, але число особин в них зазвичай велике, спостерігаються спалахи масового розмноження організмів.*
3. **Принцип повільності змін середовища** (сформулював *Ранц в 1952 р.*): чим повільніше змінюються умови середовища в біотопі (екотопі) і чим триваліше він залишається незмінним, тим багатше видами (біоценоз) фітоценоз і тим більше він урівноважений та сталий. Цей принцип називають також еволюційно-динамічним. *Його практичне значення полягає у тому, що чим швидше проходять перетворення природи (екотопів, біотопів), тим важче видам поспісти пристосуватися до цих перетворень (змін), а тому склад угруповань організмів збіднюється.*
4. **Принцип видо-родового представництва** (сформулював *Іллієс в 1973 р.*): оскільки два види навіть близькоспоріднені не можуть займати однакові екологічні ніші в одному біотопі, багаті видами роди зазвичай наведені в біоценозі (фітоценозі) одним своїм представником. *Цей принцип за суттю є наслідком принципу конкурентного виключення Гаузе.*

Крім вивчення структури біоценозу як єдності складу, будови та функцій важливе значення має аналіз часової (хорологічної) структури угруповань, тобто їх добових, сезонних, різнорічних змін і динаміки.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичний матеріал теми.
 2. Обрати дослідні ділянки фітоценозів (парку, степу, лісопосадки тощо) 10x10 м (мінімум дві). Ознайомитися з правилами геоботанічного опису (додаток 4).
 3. Встановити за допомогою визначників вищих рослин і записати видовий склад рослин ділянок.
 4. Визначити рясноту рослинних видів з використанням методу Друде.
 5. Визначити трапляння рослин різних видів на площі фітоценозу за допомогою метода Раункієра (для цього візьміть кільця і довільно кидайте їх у різні боки, фіксуючи трапляння кожного виду в межах кільця (число особин значення не має)).
 6. Визначити і записати домінантні види трав'янистого ярусу ділянок фітоценозів.
 7. Обрахувати коефіцієнт флористичної схожості досліджуваних угруповань.
 8. Скласти спектри таксонів (родин, родів); екоморф (ценоморф, гігроморф, геліоморф та клімаморф), спектри екоморфічної (цено-, гігро-, геліо, клімаморфічної) ємкості таксонів (родин), спектри таксономічного об'єму екоморф (ценоморф, гігроморф, геліоморф, клімаморф) піонерного угруповання, до складу якого входять види покритонасінних рослин перелік яких наданий нижче у додатковій інформації [6, 7]. Заповнити таблиці 9.2, 9.3, 9.4.
- Амброзія полинолиста* - представник родини Айстрові (Складноцвіті), *Asteraceae (Compositae)*, однорічник, рослина із стрижневою структурою кореневої системи, бур'ян, ксеромезофіт,

облігатна світлова рослина (світлолюб), терофіт, мезотроф, космополітний вид північно-американського походження, запилюється вітром, насіння поширюється з насіннєвим матеріалом, за допомогою механічного розкидання, сили тяжіння, вітру, води, людини, транспорту, сільськогосподарських знарядь, тварин, іноді птахів, насіннєва продуктивність в середньому становить 87 900. На Україні амброзія полинолиста з'явилася на початку ХХ ст. (1914-1925рр.). Рослина завдає шкоди сільському господарству, оскільки висушує ґрунт, засмічує ґрунт (до 26 млн. сім'янок на 1га) та урожай і, виростаючи до 2м заввишки, утруднює збирання врожаю. Насіння зберігає схожість до 4-5 років. Тварини цю рослину не їдять, для силосу вона непридатна. Велика кількість пилку в період цвітіння спричиняє «сінну лихоманку» (поліноз) людей і тварин. Амброзія полинолиста, стебла і листки якої містять гіркі речовини і малоцінну олію із запахом деревини, має незначне застосування в медицині (засіб проти лихоманки і як тонізуючий засіб).

Гринделія розчепірена - представник родини Айстрові (Складноцвіті)(Asteraceae (Compositae)), трав'янистий багаторічник, стрижньокоренева рослина, рудерант, ксеромезофіт, світлолюб, гемікриптофіт, мезотроф, рослина північно-американського походження, що має європейсько-американський ареал, основними способами поширення є зоохорія (липки, смолисті кошики чіпляються до тварин і заплутуються в їх вовні), гідрохорія, антропохорія та анемохорія. Одна рослина дає в середньому від 7 200 до 260 000 насінин. Насіннєва врожайність - понад 439 000 на 1м². Вважають, що ця рослина занесена на Україну під час Великої Вітчизняної війни по залізниці, яка зв'язує Миколаїв з ст. Знам'янка, тому що первинний осередок її розміщений на цій залізниці між станціями Явкіне і Нова Полтавка. Бур'ян. Гринделія розчепірена має також корисні властивості та використовується як лікарська й технічна рослина. Містить гіркі речовини і збуджує апетит.

Гірчак звичайний - представник родини Гречкові (Polygonaceae), однорічник із стрижневою структурою кореневої системи, рудерант, ксеромезофіт, геліофіт (світлолюб), терофіт, мезотроф, космополіт, самозапильовач, зоохор, анемохор, антропохор, насіннєва продуктивність складає понад 2 000 сім'янок. Бур'ян, який найчастіше засмічує озимі хліба. Харчова і медоносна рослина. Молоді пагони гірчака містять багато аскорбінової кислоти. Вони придатні для приготування салатів, овочевих супів та приправ до рибних і м'ясних страв. Рослина має високі кормові властивості, тому цінується як пасовищна та сінокісна. Її споживають велика рогата худоба, свині, вівці, кролі та домашня птиця. Спориси використовується і як фарбувальна рослина. Рослина має лікарські властивості і використовується в науковій і народній медицині як кровоспинний, сечогінний і відхаркувальний засіб.

Лобода біла - представник родини Лободові (Chenopodiaceae), стрижнекореневий однорічник, рудерант, ксеромезофіт, геліофіт, терофіт, мезотроф, космополіт, запилюється вітром (анемофіл), поширюється за допомогою сили тяжіння, тварин, людини, насіннєва продуктивність - 600. Злісний бур'ян. Харчова, кормова, технічна рослина. Надземна частина лободи білої містить каротин, білок, ефірну олію. Молоді ніжні листки використовуються для супів, борщів, салатів.

Курай іберійський - представник родини Лободові (Chenopodiaceae), однорічна, стрижнекоренева, світлолюбна рослина, рудеральний степант, ксерофіт, терофіт, мезотроф, анемофіл, автохор, анемохор, насіннєва продуктивність - 200 000. Восени утворює життєву форму перекотиполе. Бур'ян. Рослина має кормові властивості.

Пирій повзучий – представник родини Злакові (Poaceae), трав'янистий полікарпик, рудерант, кореневищний, геліофіт, мезофіт, геофіт, мезотроф, баряхор, зоохор, бур'ян, має лікарське та кормове значення.

Таблиця 9.2

Таксономічний спектр піонерного угруповання

Родина	Кількість			
	родів		видів	
	абсолютна	%	абсолютна	%
Разом	n	100,00	n	100,00

Таблиця 9.3

Спектр екоморф піонерного угруповання

Екоморфи	Кількість	
	абсолютна	%
Разом	n	100,00

Таблиця 9.4

Спектри таксономічного об'єму екоморф та екоморфічної ємності таксонів піонерного угруповання

Екоморфи	Таксономічний об'єм												Разом	
	родина (назва)			родина (назва)			родина (назва)			родина (назва)			1	3
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	3
Разом	n	100,0	-	n	100,0	-	n	100,0	-	n	100,0	-	-	-

Примітка: 1 – кількість видів; 2 – екоморфічна ємність таксону (родини) (%); 3 – таксономічний об'єм екоморф (%).

9. Розв'язати тестові завдання:

9.1. Будь-яка сукупність популяцій, що займає певну територію та характеризується певними відносинами між собою називається -

- А. Біоценоз;
- Б. Біогеоценоз;
- В. Біотоп.

9.2. Перехідна зона між двома чітко фізіономічно відмінними угрупованнями називається:

- А. Екотоп;
- Б. Ефатоп;
- В. Екотон.

9.3. Термін «біоценоз» запропонував.....в..... році:

- А. Віктор Мазинг; а) 1877 р.;
- Б. Карл Мебіус; б) 1973 р.;
- В. Томас Мальтус; в) 1940 р.

9.4. Хто і коли вперше використав термін «фітоценоз» для чистих заростей, утворених одним видом?

- А. Йосип Пачоський; а) 1916 р.;
- Б. Георгій Висоцький; б) 1918 р.;
- В. Хельмут Гамс; в) 1915 р.

9.5. Показник внутрішнього видового різноманіття угруповань називається:

- А. α -різноманіття;
- Б. β -різноманіття;
- В. σ -різноманіття.

9.6. Метод визначення рясноти видів у рослинних угрупованнях запропонував:

- А. Крістен Раункієр;
- Б. Оскар Друде;

В. Леонтій Раменський.

9.7. Види, що одинично трапляються в угрупованні, позначають символом:

- А. Sol (solitarius);
- Б. Sp (sparsus);
- В. Soc (socialis).

9.8. Показник, що відбиває імовірність знайти той чи інший вид на будь-якій ділянці досліджуваного фітоценозу та характеризує рівномірність чи нерівномірність розподілу виду в угрупованні -:

- А. Покриття;
- Б. Ряснота;
- В. Трапляння;
- Г. Домінування.

9.9. Дослідження вертикальної стратифікації угруповань передбачає вивчення:

- А. Ярусності;
- Б. Мозаїчності;
- В. Комплексності.

9.10. Горизонтальна неоднорідність угруповань, обумовлена характером використання рослинності людиною, називається:

- А. Фітоценотична;
- Б. Епізодична;
- В. Антропогенна.

10. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке структура угруповання? Які підходи до її вивчення Вам відомі?
2. Що таке видове різноманіття? Які показники використовують для його оцінки?
3. Які методи дослідження використовують для оцінки кількісних співвідношень видів в угрупованнях рослинних організмів?
4. Дати визначення поняттям «екологічний спектр», «таксономічний спектр», «спектр таксономічного об'єму екоморф», «спектр екоморфічної ємності таксонів».
5. Перелічити вихідні постулати теорії еколого-таксономічних спектрів та окреслити значущість цих спектрів у дослідженнях складу угруповань організмів.
6. Які характеристики властиві показникам шкали оцінки рясноти?
7. Які існують підходи до вивчення будови угруповань?
8. Що таке ярус, ярусність? В чому полягає її значення? Хто вперше почав її досліджувати?
9. Які існують форми мозаїчності?
10. Які модельні типи горизонтальної структури угруповань Вам відомі?
11. Що таке біоценотичний коннекс?
12. Перелічити підходи та принципи вивчення функціональної структури угруповань.
13. Який коефіцієнт застосовується для встановлення схожості (подібності) двох фітоценозів?
14. Які обов'язкові складові включає геоботанічний опис?
15. Що таке пробна ділянка? Яку форму та площу вона може мати?

ТЕМА 10: ЕКОЛОГІЯ УГРУПОВАНЬ.

Мета: поглиблення та закріплення знань про біоценоз, біогеоценоз, структурні та функціональні одиниці угруповань; формування вмінь та навичок аналізу й опису синузальної структури, консорцій, специфіки екологічної ніші; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів вищої освіти.

План

1. Розглянути синузії як основні структурні елементи угруповань.
2. Вивчити поняття «консорція», будову, типологію та значення консорцій.
3. Ознайомитися із засадами теорії екологічної ніші.
4. Розв'язати надані завдання.

Література:

1. Беклемишев В. Н. О классификации биогеоценологических (симфизиологических) связей. Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1951. Т. 65, вып. 2. С. 3-30.
2. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. Ленинград: Наука, 1983. С. 59 - 63.
3. Мазинг В.В. Что такое структура биогеоценоза? Проблемы биогеоценологии. Москва: Наука, 1973. С. 148-187.
4. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 119 - 127. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
5. Одум Ю. Экология; пер с англ. В 2т. Москва: Мир, 1986. Т.1. 328 с.; Т.2. 376 с.
6. Раменский Л. Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники. Ботан. журн. 1952. Т. 37, № 2. С. 181-202.
7. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В.І. Шанда, Е.О. Євтушенко, Н.В. Ворошилова, Л.В. Шанда, Я.В. Маленко, О.О. Кобрюшко; наук. ред. Н.А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с.
8. Шанда В.І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології: монографія. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2013. 247 с.

Матеріали та обладнання: зошит, ручка, посібники, таблиці.

Теоретичні відомості

Синузія – це структурна частина фітоценозу, що характеризується певним видовим та екологічним складом, просторовою або часовою відокремленістю, особливим мікросередовищем, яке створюють рослини синузії і є частиною середовища (екотопу). Термін «синузія» вперше використав у своїх лекціях у **1917** році шведський геоботанік **Едуард Рюбель**, а в **1918** році вперше опублікував та ввів у науку австрійський геоботанік **Хельмут Гамс**. Подальший розвиток концепції синузії пов'язано з діяльністю естонського геоботаніка початку ХХ століття **Теодора Лінмаа** [4].

Як свідчить визначення, синузія – це поняття екологічне (охоплює рослини однієї життєвої форми в угрупованні) та поняття структурне (ценотичне). Синузія характеризується фітоценотичною, морфологічною, флористичною та біологічною виокремленістю. Синузальне складання рослинного угруповання відбиває стратифікацію або розчленування його середовища. Складні ярусно диференційовані угруповання, утворені різними життєвими формами (наприклад, ліс) називають **полісинузальними**. В фітоценозі можна виділити горизонтальні, вертикальні, сезонні синузії. Просторово (вертикально) синузія може співпадати з ярусом. Синузію можна називати рослинною складовою парцели, що, як структурна частина горизонтального розчленування біогеоценозів крім рослин включає мікроорганізми, тварин, ґрунт, атмосферу тощо. Так, синузією називають дерева верхнього ярусу діброви, які запилюються вітром і розмножуються, як правило, за допомогою вітру. Рослини чагарникового ярусу, які

виростають в умовах затінення, запилюються вітром та поширюються птахами, утворюють свою синузю. Великі синузії, які здатні повністю домінувати в певному ярусі, утворюють рослини, що в тій чи іншій формі поширюються клонуванням: *чорниця, конвалії, осика, орляк, ожина*. Сезонні синузії існують лише певну частину вегетаційного періоду. Синузії можна вважати ефемерів (*фіалка польова, крупка дібровна тощо*) та ефемероїдів (*тюльпан, проліски тощо*) степів, які розвиваються на початку весни при особливих умовах освітлення, температури, вологості.

В процесі вивчення екології та функціональної структури угруповань організмів важливе значення має дослідження взаємозв'язків між різними видами. З цих позицій не можна залишити поза увагою вчення про консорції.

Консорція – це одиниця структури біоценозу, основна комірка трансформації енергії в екосистемі, що включає окрему особину або популяцію автотрофного чи гетеротрофного організму та популяції видів, пов'язаних з нею переважно прямими трофічними, облігатними (обов'язковими, неконкурентними) топічними і фабричними зв'язками. Інакше кажучи, **консорція** – це сукупність різнорідних організмів, що оселяються на тілі або в тілі особини якогось певного виду, здатного утворювати навколо себе певне мікросередовище. Найважливішою рисою консорції є не тільки зв'язок консортів з центральним членом, але й спільність їх еволюційної долі, взаємоприспосовування один до одного в процесі еволюції (коадаптації). На думку В.І. Василевича [2] трофічні ланцюги на відміну від консорцій характеризуються як безпосередніми, так й опосередкованими трофічними зв'язками. Харчові або трофічні ланцюги охоплюють організми усіх трофічних рівнів від автотрофних рослин до хижаків вищого порядку, паразитів вищого порядку і до останніх ланок розкладання органічної речовини у харчових ланцюгах редуцентів. Члени більш високих трофічних рівнів у трофічному ланцюгу звичайно не пов'язані з конкретною особиною більш низького трофічного рівня, виключаючи харчові ланцюги паразитів.

Термін «консорція» вперше запропонували та використали у науці **Володимир Миколайович Беклемішев у 1951 році** [1] та **Леонтій Григорович Раменський у 1952 році** [6].

Види, що входять до консорції, називають **консортами**. Життєдіяльність консорції залежить від центрального члену консорції – ядра консорції, консорта-детермінанта, з яким пов'язані всі інші консорти. Найчастіше центральними членами консорцій виступають автотрофні організми – зелені рослини. Консорції – це основні канали трансформації енергії в екосистемах, це своєрідні так звані «кристали життя», де поглинена хлорофілом сонячна енергія розтікається по іншим трофічним рівням.

Якщо ядром або центральним членом консорції є одна будь-яка особина, то консорцію називають **індивідуальною**. Фактично будь-яка особина є індивідуальною консорцією, так як не може жити в стерильному середовищі без симбіонтів (рис. 10.1). *Так, будь-яке дерево можна вважати ядром консорції, консортами якого є мікоризні гриби на його коренях, мохи та лишайники на стовбурі та гілках, комахи, котрі харчуються листям і корою дерева, комахи – запилювачі, птахи, які мешкають на ньому та харчуються його плодами та комахами, тварин-споживачів гілкового корму та плодів тощо. Консорцією можна вважати й мишу польову з її ектопаразитами, ендопаразитами (гельмінтами та простішими бактеріями, що оселяються у її внутрішніх органах) тощо.*

Якщо ядром консорції виступає популяція, то консорцію називають **популяційною**. Якщо ядром консорції є вид в цілому в межах біогеоценозу, який розглядається, то таку консорцію називають **видовою**. Якщо ядром консорції є види однієї екобіоморфи (наприклад, група мезофільних темнохвойних дерев), то формується **синузіальна консорція**. Слід зауважити, що в основі виокремлення цих та інших груп лежить організм-детермінант, або ядро консорції, тому всі види консорцій є похідними від елементарної, надалі неподільної одиниці - індивідуальної консорції. Таким чином, популяційна консорція за своєю суттю - сукупність індивідуальних консорцій детермінанта на території його популяції. Відповідно, видова консорція представляється як сукупність популяційних консорцій на видовому ареалі її детермінанта.

Значних успіхів як у теоретичному плані, так і в дослідженнях окремих об'єктів у консорціях останнім часом досягли українські екологи. Завдяки їх численним працям сформувався сучасне розуміння поняття консорції. Дослідження консорцій Дніпропетровської екологічної школи представлені у працях О.Л. Бельгарда, А.П. Травлєєва, Н.А. Білової, В.М. Зверковського, Н.М. Цветкової, Львівської школи екологів - у роботах М.А. Голубця, Й.В. Царика, Ю. М. Чернобая.

Схематично будова консорції відображена на рисунку 10.2.

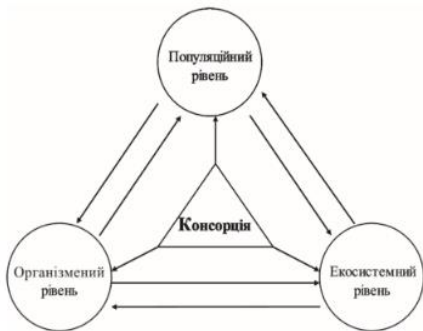


Рис. 10.1. Положення індивідуальної консорції відносно систем різного рівня інтеграції життя.

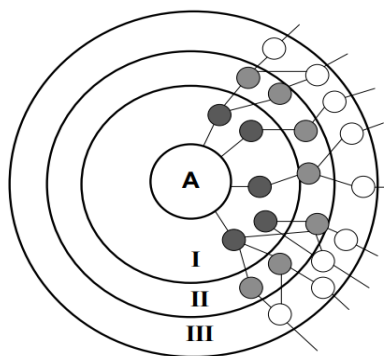


Рис. 10.2. Схема консорції (за В.В. Мазингом) [3]: А – детермінант (ядро); I, II, III - найближчі центри (консорти різних порядків); чорні кола (фітофаги, симбіонати, паразити); сірі кола - зоофаги; білі кола - зоопаразити.

- В залежності від того які види утворюють ядро консорції вони поділяються на:
- **автотрофні консорції**, центральним членом яких є зелені рослини. Енергія у таких консорціях концентрується автотрофами і розсіюється гетеротрофними організмами;
 - **геміавтотрофні консорції**, ядром яких є зелені рослини здатні до харчування комахами. В таких консорціях відбувається розсіювання енергії, накопиченої в процесі фотосинтезу та концентрація енергії, накопиченої гетеротрофними організмами (комахами);

- **біотрофні або гетеротрофні консорції**, ядром яких є гетеротрофні тваринні організми. Енергія, отримана від автотрофів та гетеротрофів, концентрується та розсіюється гетеротрофами.

Між детермінантом та консортами існують різноманітні зв'язки, які можна поєднати в певні групи (табл. 10.1).

Таблиця 10.1

Класифікація консортивних зв'язків рослин

Характер зв'язків	Інтерпретація
<i>Вплив детермінанта консорції на консортів</i>	
Фабричні	Дають консортам або опору (для ліан), або матеріал для влаштування гнізд
Трофічні	Постачає консортам енергію чи речовини, джерелом яких можуть бути живі органи детермінанта, його діаспори і пилок, прижиттєві виділення, відмерлі органи тощо
Форичні	Запилення квітів і поширення діаспор детермінанта консорції
Дефензивні	Забезпечення захисту консортів від їх ворогів
Атрактивні й репелентні	Виділення речовин, які приваблюють або відлякують консортів
Поліпшення умов проростання	Участь в утворенні загальних умов існування (мікроклімат, мікрогрунтові особливості тощо)
<i>Вплив консортів на детермінанта консорції</i>	
Фабричні	Використання детермінанта як місця і матеріала для побудови гнізд
Трофічні	Використання детермінанта як джерела енергії та елементів мінерального живлення. Поліпшення забезпечення детермінанта елементами мінерального живлення (фосфором – мікоризоутворювальні гриби, азотом – азотфіксуючі симбіонти); забезпечення елементами мінерального живлення і частково енергією комахоїдних рослин-детермінантів
Контактні	Травмування надземних і підземних органів (обгризання листя, обламування гілок, пошкодження кореневої системи тощо); інколи це супроводжується вегетативним розмноженням детермінантів
Асоціативні	Забезпечення детермінанта елементами мінерального живлення внаслідок розкладання та мінералізації його відмерлих органів сапрофітними консортами
Форичні	Перенесення консортами пилку та діаспор
Патогенні	Виділення консортами-ендобіонтами токсичних метаболітів у тканини детермінанта
Едифікуючі	Зміна середовища існування детермінанта внаслідок діяльності консортів-тварин
Дефензивні	Захист детермінанта (яблуня – мурахі – тля)
Ареалографічні	Вплив консортів-запилювачів на межі поширення детермінант

Біоценоз функціонує як система пов'язаних між собою суміжними ланцюгами консорцій. За значенням консорцій в біоценозі можна виділити:

- **едифікаторні або основні консорції**, консорції першого порядку, в яких центральний вид є едифікатором – середоутворюючим видом угруповання;
- **домінантні консорції** – консорції, центром яких є доміант – переважаючий за фітомасою вид угруповання;

- **похідні консорції** – консорції, в яких центральний вид є підлеглим едифікаторній консорції;
- **залежні консорції** – консорції несаможитливих автотрофних організмів (*епіфітів* – рослин, які мешкають на інших рослинах (*форофітах*), використовуючи їх як місце прикріплення та отримуючих поживні речовини з навколишнього середовища, напівпаразитів тощо).

Консорції динамічні. Виділяють п'ять форм змін консорцій (Т.О. Роботнов):

- **сезонні**, пов'язані з сезонними змінами компонентів консорції;
- **флуктуаційні**, пов'язані з різнорічними змінами чисельності та життєвого стану консортів;
- **сукцесійні**, обумовлені сукцесіями самих рослинних угруповань;
- **онтогенетичні**, обумовлені онтогенетичним розвитком центрального члена (ядра) консорції;
- **еволюційні**, що здійснюються в процесі еволюції фітоценозів [4].

Вивчення консорцій дозволяє більш глибоко зрозуміти функціональну структуру (будову), особливості видової та просторової структури угруповань.

Екологічна ніша виду – це положення виду в біогеоценозі, що включає не тільки місце виду у просторі, але й його функціональну роль в угрупованні, відношення до абіотичних умов існування (до температури, вологості тощо).

Екологічна ніша – це місце і структурно-функціональна роль виду в екосистемі.

Концепція екологічної ніші є фундаментальною в теорії екології. Вона покриває усе поле екологічної науки та специфічно окреслює теорії існування індивіду, популяції, виду, угруповання, біосфери, їхньої структури, функцій, розвитку, адаптацій та еволюції [4, 7, 8]. Екологічна ніша – складне, неоднозначне поняття поліфункціонального та поліфундаментального характеру. Термін «ніша» вперше використав в екології в 1917 році американський еколог **Джозеф Гріннелл**. Суттєвий внесок у розвиток уявлень про екологічну нішу внесли Чарльз Елтон, Джордж Хатчинсон, Пол Джиллер, Роберт Рікелфс, Ерік Піанка, Роберт Мак Артур, Олексій Меркурійович Гиляров, Роберт Уїттекер, Борис Михайлович Міркін. У класичному розумінні поняття «екологічна ніша» охоплює всі прояви та етапи життєдіяльності, варіації розвитку, адаптацій та еволюції виду. Проте воно може бути вживаним і до угруповань, і до таких внутрішньо біогеоценозичних виділів, як парцели, до біосфери, окремо до людини, людства в біосфері планети Земля, а в майбутньому і поза нею.

Екологічна ніша це не тільки фізичний простір, що займає організм, але й його місце в угрупованні, котре визначається екологічними функціями. Екологічна ніша визначається сукупністю усіх складних факторів середовища, які роблять можливим саме існування виду в екосистемі. Екологічна ніша характеризує ступінь біологічної спеціалізації даного виду, відбиває функцію організму в харчових ланцюгах. Відомий еколог Юджин Одум [5] вважав, що поняття «екологічна ніша» характеризує роль, яку відіграє організм в екосистемі, наголошуючи, що місцевиростання – це «адреса», тоді як «ніша» – це «професія» виду. Для того щоб охарактеризувати екологічну нішу виду, потрібно знати чим він харчується і хто його поїдає, здатність виду до пересування, його вплив на інші організми і на неживі елементи біогеоценозу. Складність виявлення сукупності взаємозв'язків виду з елементами абіотичного та біотичного середовища надає поняттю «екологічна ніша» абстрактний характер, який

досить часто не дозволяє визначити в природних умовах конкретні параметри ніші, хоча й не зменшує загальнотеоретичної значущості цього поняття в екології.

Екологічна ніша характеризується: 1) складністю; 2) специфічністю; 3) об'ємністю; 4) певною відчленованістю в екологічному просторі угруповання; 5) багатозначною обумовленістю. **Властивостями екологічної ніші є:** 1) дискретність; 2) значна різноякісність складових; 3) зовнішнє та внутрішнє середовищотворення; 3) динамічність складових; 4) здатність до зміни об'єму та стереобудови. Еволюційно екологічні ніші в угрупованнях сформувалися так, що біологічні види примножували б: 1) здатність максимально використовувати ресурси та фактори угруповання; 2) адаптованість та витривалість; 3) можливості утримувати свої екологічні позиції; 4) розвиватися в напрямку реалізації екологічного та генетичного потенціалів.

У сучасній екології прийнято виділяти фундаментальну та реалізовану ніші.

Фундаментальна або потенціальна екологічна ніша визначається тільки фізіологічними особливостями організмів. Використовуючи алегорію, фундаментальну нішу можна назвати бажанням виду, яке може реалізуватися за умов відсутності конкуренції з боку інших видів. Фундаментальну нішу можуть мати види, яких вирощують за відсутності конкуренції в ботанічних садах;

Реалізована (фактична, реальна) екологічна ніша відбиває можливості виду, популяції та є часткою фундаментальної ніші, яку займає вид або популяція при наявності конкуренції з іншими видами і в межах якої реально зустрічається у природі.

Співвідношення фундаментальної та реалізованої екологічних ніш виду графічно відображує рисунок 10.3.

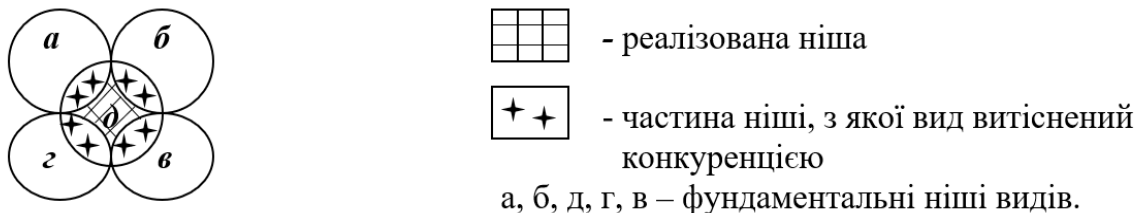


Рис. 10.3. Співвідношення фундаментальної та реалізованої екологічних ніш виду.

Різниця в об'ємах фундаментальної та реалізованої ніші – найважливіша характеристика еколого-фітоценотичних стратегій рослин. У видів, що пристосовані до співіснування з партнерами та володіють високою конкурентоспроможністю (*віолентів і ценотичних патієнтів*), різниця між фундаментальною та реалізованою нішами порівняно мала, а в експлерентів (*рудералів*), навпаки, дуже велика.

Регенераційна ніша – набір умов, що дозволяють увійти до фітоценозу новому виду. Саме регенераційні ніші створює людина, коли здійснює обробку ґрунту перед посівом культурних рослин.

Процес еволюції, формування угруповань зведений у сутності до процесу диференціації ніш, який Роберт Віттекер умовно назвав «пакуванням» ніш [4]. Диференціація ніш – це результат генетичних передумов, їх фенотипічної реалізації під впливом умов середовища та наслідок взаємовідносин виду з іншими компонентами екосистеми. **Диференціація ніш відбувається згідно принципу чи закону конкурентного виключення радянського вченого Георгія Францевича Гаузе**, що свідчить:

- 1) якщо два види в угрупованні займають одну й ту ж екологічну нішу, то один з них повинен зникнути або виробити нову екологічну нішу;
- 2) диференціація ніш зменшує конкуренцію між видами.

Крім міжвидової в природі відбувається й **внутрішньовидова диференціація ніш**, що йде за рахунок фенотипічного та фенотипічного різноманіття ценопопуляцій та підвищує повноту використання ресурсів і стабільність видів при коливанні умов. Це сприяє формуванню **мозаїчних** рослинних угруповань за рахунок добору «комплементарних» генетичних варіантів форм різних ценопопуляцій.

В ході еволюції, як й при сукцесіях угруповань, конкуренція не підсилюється, а навпаки, стає слабкішою саме завдяки диференціації ніш. В піонерних угрупованнях диференціація ніш видів слабка, але різко зростає в угрупованнях наступних стадій сукцесій. **Факторами диференціації екологічних ніш видів в рослинних угрупованнях можуть бути:** 1) відношення до світла; 2) відношення до ґрунтових умов (гігротопу); 3) різночасове цвітіння рослин; 4) різне відношення рослин до кліматичних коливань; 5) різна потреба видів до елементів живлення; 6) відношення до запилювачів тощо.

Екологічні ніші динамічні та змінюються в часі та у просторі. Їх межі зазнають флуктуацій і не зберігаються однаковими в різні роки і на різних стадіях онтогенезу. **Підсилення міжвидової конкуренції звужує екологічну нішу виду, а внутрішньовидової, навпаки, розширює її.**

Екологічна ніша як явище характеризує структурну та функціональну роль біологічного виду в біогеоценозі, а як процес вона визначає рухомість його функцій, активності, адаптацій, розмноження тощо.

Популяції видів зі схожими екологічними нішами, які ділять один градієнт ресурсу називають **гільдіями**.

Як вже зазначалося, поняттю «екологічна ніша» притаманний в деякій мірі абстрактний характер, що пов'язане зі складністю з'ясування на практиці сукупності всіх взаємозв'язків виду з елементами абіотичного та біотичного середовища. Застосування цього поняття до людини ще більш умовне, ніж по відношенню до видів рослин та тварин. Екологічна ніша людини нерозривно пов'язана з її розумовою діяльністю. Специфічність екологічної ніші визначається поведінковим статусом людини, що виявляється у переважній значущості в її формуванні соціальних умов, ніж біологічних. Відмінною особливістю екологічної ніші людини є те, що залежно від цілей людина здатна свідомо та несвідомо змінювати екологічні ніші, може послабляти, компенсувати, регулювати або усувати ті фактори середовища, що ускладнюють, лімітують або негативно діють на її існування. **Серед актуальних проблем екологічної ніші людини, що потребують фундаментальних розробок можна виділити такі:** 1) недостатня обґрунтованість впливу людини на живу природу в минулому і в сучасний період; 2) ненадійність моніторингових досліджень, довготривалих екологічних та географічних прогнозів; 3) інтеграція природних та антропогенних факторів в екологічному просторі людини; 4) розробка надійних стратегій покращення середовища існування; 5) вивчення локальних і регіональних порушень природного середовища та їх зональних і глобальних наслідків.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичний матеріал теми.

2. Описати склад і зв'язки організмів консорції дубу, яка зображена на рисунку 10.4. Визначити детермінанта, консортів I, II, III порядків, консортивні зв'язки.



Рис. 10.4. Консорція дубу.

3. Визначити наявність та характер конкуренції видів, екологічні ніші яких зображені на рисунку 10.5.

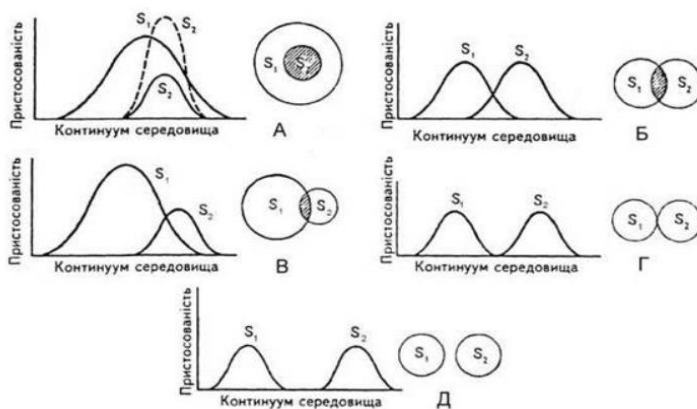


Рис. 10.5. Екологічні ніші двох видів, проілюстровані за допомогою поняття щільності та пристосованості (зліва) і моделей теорії множин (справа): А - ніша всередині ніші; Б - перекривання ніш однакової ширини; В - перекривання ніш неоднакової ширини; Г - прилягання ніш; Д - повний розділ ніш.

4. Розв'язати тестові завдання:

- 4.1. Термін «синузія» вперше використав у своїх лекціях _____ у _____ році:
- А. Хельмут Гамс; а) у 1918 р.;
- Б. Едуард Рюбель; б) в 1917 р.;
- В. Теодора Ліппмаа; в) в 1926 р.
- 4.2. Проліски пониклі здатні утворювати в природних угрупованнях рослин синузії:
- А. Вертикальні;
- Б. Континуальні;
- В. Сезонні.
- 4.3. Синузії є відображенням:
- А. Континуальності рослинного покриву в горизонтальному вимірі;
- Б. Дискретності рослинного покриву в горизонтальному і вертикальному вимірах;
- В. Масштабності рослинного угруповання у вертикальному вимірі.
- 4.4. Автором терміна «консорція» є :
- А. Володимир Миколайович Беклемішев;
- Б. Леонтій Григорович Раменський;
- В. Віктор Вікторович Мазінг.

- 4.5. Вид, який є центральним членом консорції називається:
 - А. Домінант;
 - Б. Детермінант;
 - В. Консорт першого порядку.
 - 4.6. Консорція, центром якої є домінуючий за фітомасою вид угруповання називається:
 - А. Едифікаторна;
 - Б. Похідна;
 - В. Домінантна.
 - 4.7. Консорцію, ядром якої є зелені рослини здатні до харчування комахами називають:
 - А. Гетеротрофна;
 - Б. Біотрофна;
 - В. Геміавтотрофна.
 - 4.8. Різничні зміни чисельності та життєвого стану консортів пов'язані з:
 - А. Сукцесіями;
 - Б. Флуктуаціями;
 - В. Сезонністю.
 - 4.9. Термін «ніша» вперше використав в екології _____ у _____ році:
 - А. Джозеф Гріннелл; а) у 1917 році;
 - Б. Чарльз Елтон; б) у 1927 році;
 - В. Джордж Хатчинсон; в) у 1935 році.
 - 4.10. Екологічну нішу, що визначається фізіологічними особливостями організмів називають:
 - А. Реалізованою;
 - Б. Фундаментальною;
 - В. Регенераційною.
 - 4.11. Екологічна ніша виду Людина розумна характеризує його, як:
 - А. Гіпереврїбїонтий вид;
 - Б. Панейкуменний вид;
 - В. Розумний вид.
5. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке синузїя? Праці яких вчених суттєво вплинули на становлення вчення про синузїї?
2. Які типи синузїй можна виділити в угрупованнях? Навести приклади.
3. Що таке консорція? Хто запропонував цей термін? Чому консорції називають «кристалами життя»?
4. Яку будову має консорція?
5. Які критерії застосовують для типології консорцій?
6. Що таке екологічна ніша? Хто і коли ввів це поняття в науку?
7. Типологія екологічних ніш видів.
8. Що таке «пакування ніш»? Які принципи (закони) описують цей процес?
9. Які фактори можуть впливати на процес диференціації екологічних ніш видів у біогеоценозі? Що таке гільдія з точки зору теорії екологічної ніші?
10. Які особливості властиві екологічній ніші виду *Homo sapiens L.*

ТЕМА 11: ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ.

Мета: розвиток та поглиблення знань про функціональну структуру екосистем, трофічні рівні та ланцюги, сіткову структуру життя; формування вмінь та навичок дослідження трофічних зв'язків, побудови екологічних пірамід, визначення продуктивності угруповань; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів вищої освіти.

План

1. Розглянути особливості руху речовин та енергії в екосистемах.
2. Ознайомитися з сучасними уявленнями про сіткову структуру життя (трофічні сітки, ланцюги, рівні, зв'язки).
3. Визначити сутність та значення закону концентрування речовин у трофічних ланцюгах.
4. Вивчити сутність понять «біологічна продуктивність» екосистем, «первинна продукція», «вторинна продукція», «запас фітомаси».
5. Розв'язати запропоновані завдання.

Література:

1. Вінічук М.М. Загальна екологія: Навчальний посібник, видання друге, виправлене та доповнене. Житомир: Видавництво Державного університету «Житомирська політехніка», 2021. 184 с.
2. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ: Лібра, 1998 248 с.
3. Екологія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. С. Пахомова. Харків: Фоліо. 2014. 666 с.
4. Коренева І.М., Луценко О.І. Загальна екологія: практикум: навчально-методичний посібник. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 99 с.
5. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрушко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 128 - 136. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
6. Одум Ю. Экология. пер с англ. В 2т. Москва: Мир, 1986. Т.1. 328 с.; Т.2. 376 с.
7. Соломенко Л.І., Боголюбов В.М., Волох А.М. Загальна екологія: підручник. вид. друге випр. і доп. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 352 с.
8. Чарльз Сазерленд Елтон. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%80%D0%BB%D1%8C%D0%B7_%D0%A1%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B4_%D0%95%D0%BB%D1%82%D0%BE%D0%BD (дата звернення: 21.12.2022).
9. Раймонд Ліндеман. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%80%D0%BB%D1%8C%D0%B7_%D0%A1%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B4_%D0%95%D0%BB%D1%82%D0%BE%D0%BD (дата звернення: 21.12.2022).

Матеріали та обладнання: методичні рекомендації, посібник, довідники, зошит, ручка.

Теоретичні відомості

Енергія (від грець. «ἐνέργεια» – дія, діяльність) - це загальна кількісна міра руху та взаємодії усіх видів матерії. **Відповідно до закону збереження енергії** вона не зникає та не виникає з нічого, а тільки переходить з однієї форми в іншу. В живій природі енергія – це фундамент життєдіяльності організмів. **Потік енергії** на Земній кулі має **три джерела**: 1) **кінетична енергія оберт**у Землі та її супутника Місяця як космічних тіл, що виявляється у морських припливах, енергія яких недоступна живим організмам, але може використовуватися людиною; 2) **енергія земних надр**, яка підтримується ядерним розпадом урану і торію та виділяється у формі геотермічного тепла, яке може бути використаним для опалення оранжерей і басейнів; 3) **сонячна**

енергія, завдяки якій можлива життєдіяльність живих організмів. В принципі на Землі не існує інших джерел енергії, окрім сонячної, так як і енергія атомного розпаду, і енергія хімічних реакцій в кінцевому підсумку детерміновані космогонічними чинниками, і тільки специфіка їх формотворення дає підставу розглядати їх відносно незалежними від Сонця.

Фактично життя на Землі існує за рахунок сонячної енергії. Світло єдиний на Землі харчовий ресурс, енергія якого у поєднанні з вуглекислим газом та водою породжує процес фотосинтезу. Фотосинтезуючі рослини створюють органічну речовину, якою харчуються травоядні та інші тварини. У кінцевому результаті рослини «кормлять» весь інший живий світ, **тобто сонячна енергія через рослини передається всім живим істотам.**

Життя вже протягом мільярдів років знаходиться в постійному розвитку. Це відбувається завдяки тому, що елементи живої речовини, надходять з навколишнього середовища, проходячи через ряд організмів, знову й знову повертаються до складу живої речовини. Тобто, кожен елемент використовується живою речовиною багатократно. Саме колообіг елементів й обумовлює необмежене часом існування та постійний розвиток та удосконалення життя на Землі. Отже, виникнення життя на планеті спричинило появу нової форми руху хімічних елементів – біогенної. За рахунок біологічної міграції на **великий** колообіг (геологічний) наклався **малий** (біогенний) кругообіг. У малому біологічному кругообігу переміщуються в основному **вуглець** (карбон) (10^{11} тон на рік), **азот** (нітроген) ($2 \cdot 10^{11}$ тон на рік), **фосфор** (10^8 тон на рік) та **сірка** (сульфур). Обидва колообіги протікають одночасно й тісно пов'язані між собою. **Біогенний кругообіг – найважливіша функція будь-якого біогеоценозу.**

Потік енергії в екосистемі та біосфері загалом забезпечується трьома функціонально відмінними групами організмів (функціональними блоками):

- 1. Продуценти** – автотрофні та хемотрофні організми, здатні будувати свої тіла за рахунок неорганічних речовин, тобто продукувати органічні речовини з неорганічних. Продуценти – найважливіша частина біоценозу, тому що практично вся решта організмів, яка входить до його складу, прямо чи опосередковано залежать від постачання енергії, якою запасилися рослини. Продуцентами є хлорофіловмісні рослини (їх близько 350 тис. видів, а за масою вони становлять $2,4 \times 10^{12}$ тон), синьо-зелені водорості та деякі бактерії.
- 2. Консументи** – гетеротрофні організми, які споживають органічну речовину (консументи першого порядку – травоядні тварини (**фітофаги**), другого, третього і т. д. порядків (**зоофаги**). До них належать хижаки і паразити, а також рослини- та гриби-хижаки. Їх близько 1,5 млн. видів, за масою складають близько $2,3 \times 10^{10}$ тон.
- 3. Редуценти чи деструктори** – організми, переважно бактерії та гриби, які в ході своєї життєдіяльності мінералізують мертву органічну речовину (трупі, рослинний опад), тобто перетворюють її на прості неорганічні сполуки, які після цього використовуються продуцентами. Їх налічується 75 тис. видів, а сумарна маса орієнтовно дорівнює $1,8 \times 10^8$ тон.

Ці функціональні групи організмів є основними ланками ланцюгів живлення (трофічних ланцюгів). **Трофічні, харчові ланцюги або ланцюги живлення – це**

ланцюги взаємопов'язаних харчовими відносинами видів, які утворюють певну послідовність передачі речовини й енергії від одних груп організмів до інших: кожна попередня ланка є їжею для наступної. Ці ланцюги формуються в процесі розвитку органічного світу і характеризують взаємоприспосованість організмів у природі.

Термін «ланцюг живлення» запропонував відомий британський еколог і біолог **Чарльз Елтон у 1934 році** (рис. 11.1).

Місце кожної ланки, складеної певною функціональною групою організмів, у ланцюгу живлення називають **трофічним рівнем**. Перший трофічний рівень (основа кожного ланцюгу живлення) – це **продуценти** (автотрофи та хемотрофи, утворювачі органічної речовини). Другий рівень – **консументи**, який розпадається на порядки: **консументи першого порядку** (первинні консументи, фітофаги, другий трофічний рівень) – травоядні консументи, **консументи другого порядку** (вторинні консументи, хижі звірі, третій трофічний рівень) – м'ясоїдні консументи, що живляться рослино- чи травоядними консументами (первинні хижаки); **консументи третього порядку** (хижаки, четвертий трофічний рівень) – хижаки, які споживають вторинних м'ясоїдних хижаків. Кінцеву ланку харчового ланцюгу утворюють **редуценти (п'ятий трофічний рівень)**. **Є види, які споживають й рослинну їжу й м'ясо (людина, ведмідь тощо), тобто здатні включатися у харчові ланцюги на будь-якому рівні.**

Відповідно до **закону Ліндемана (закону або правила 10%)** при переході від одного трофічного рівня до іншого зберігається лише 10% потенційної енергії, а решта 90% розсіюється у вигляді тепла та незасвоєної їжі, йде на життєдіяльність, активність, розмноження (рис. 1.2). В зв'язку з цим харчові ланцюги складаються зазвичай в середньому з 3-5 ланок.



Рис. 11.1. Чарльз Сазерленд Елтон
(29.03.1900 – 01.05.1991) [8].



Рис. 11.2. Раймонд Ліндеман
(24.07.1915 – 29.06.1942) [9].

Харчові ланцюги, що починаються з автотрофних фотосинтезуючих організмів називають **ланцюгами виїдання або пасовищними ланцюгами**. Наприклад, *хвоя сосни – гусінь соснового шовкопряду – велика синиця – яструб – пухойд*. Харчові ланцюги, що починаються з відмерлих решток рослин, трупів та екскрементів тварин називають **ланцюгами розкладу чи детритними ланцюгами**. Наприклад, *лісова підстилка – дощовий черв'як – чорний дрозд – пухойд або мертва тварина – личинка мух – трав'яна жаба – вуж*. Серед харчових (кормових) ланцюгів, що починаються

з живих автотрофних рослин можна виділити *ланцюги хижаків* і *ланцюги паразитів*. Харчові ланцюги хижаків починаються з продуцентів, продовжуються травоядними консументами, яких поїдають дрібні м'ясоїдні, а останні, в свою чергу, поїдаються крупними хижаками. В міру пересування ланцюгом хижаків тварини в більшості випадків збільшуються в розмірах і зменшуються чисельно. Наприклад, *сосна звичайна – попелиця – сонечко – павуки – комахоїдні птахи – хижі птахи*. Харчові ланцюги паразитів на відміну від попередніх ведуть до організмів, які зменшуються у розмірах і збільшуються чисельно. Наприклад, *трава – травоядні ссавці – блохи – джгутикові*.

Харчові ланцюги екосистем складно переплітаються, так як до складу їжі кожного виду зазвичай входить не один, а декілька видів, які в свою чергу можуть бути їжею інших видів. Таким чином, переплетіння харчових або трофічних ланцюгів в реальних екосистемах утворюють трофічні сітки або сітки харчування. **Трофічні сітки** – це переплетіння трофічних ланцюгів, що відбивають трофоенергетичні відношення в угрупованнях, при яких різні компоненти споживають різні об'єкти й самі слугують їжею різним членам екосистеми.

Трофічні ланцюги та сітки визначають трофічну структуру угруповання (екосистеми). Відображенням трофічної структури угруповань, функціональних взаємозв'язків організмів, співвідношення різних трофічних рівнів є екологічні піраміди. Екологічні піраміди можна трактувати як схеми накопичення енергії, біомаси або чисельності організмів на різних рівнях трансформації й акумуляції сонячної енергії. Екологічні піраміди можуть бути трьох типів.

Піраміда чисел – відображення чисельності організмів на кожному трофічному рівні трофічних ланцюгів, де передача енергії проходить в основному через зв'язки хижак-жертва. Піраміда чисел відбиває щільність особин на кожному трофічному рівні. **Правило піраміди чисел: загальне число особин, що беруть участь у ланцюгах живлення з кожною ланкою зменшується**. Це пов'язане з тим, що хижаки, як правило, більші за об'єкт свого харчування і для підтримки біомаси одного хижака потрібно кілька чи багато жертв. З цього правила є й виключення – ті рідкісні випадки, коли більш дрібні хижаки живуть за рахунок групового полювання на інших тварин. Відхилення від класичної піраміди чисел можна спостерігати у біоценозі водойм та за умов включення у ланцюги живлення паразитів. **Вперше правило піраміди чисел сформулював у 1927 році** один з засновників популяційної екології **Чарльз Елтон**, який також відмітив, що це правило не можна застосовувати до ланцюгів живлення паразитів, розміри яких у кожній ланці зменшуються. *Людина є єдиним видом, що може використовувати в їжу тварин будь-якої величини – від кита до креветки*. Піраміда чисел як екологічний метод не дає змоги глибоко проаналізувати енергетичний потенціал біоценозу, оскільки величина особини не дає повного уявлення про енергетичні можливості виду. Тому вчені дійшли висновку, що слід будувати не лише піраміди чисел, а й піраміди біомас.

Піраміда біомаси – співвідношення між продуцентами, консументами різних порядків та редуцентами в екосистемі, виражене в їхній масі та відображене у вигляді графічної моделі (екологічної піраміди). **Правило піраміди біомаси: сумарна маса рослин більша, ніж біомаса фітофагів і травоядних, а їх маса, в свою чергу, більша маси хижаків**. У деяких випадках (для океану) піраміда біомаси може мати перевернутий

вигляд, за рахунок того, що на вищих трофічних рівнях переважає тенденція до накопичення біомаси, так як тривалість життєвого циклу крупних хижаків велика, швидкість обороту їх генерацій навпаки мала, а в їх тілах затримується значна частина речовини, котра надходить по трофічних ланцюгах (*маса фітопланктону значно менша маси зоопланктону*).

Піраміда енергії або піраміда продукції – піраміда, що характеризує кількість енергії, що проходить через кожний трофічний рівень або продуктивність кожного трофічного рівня за певний період часу. **Правило піраміди енергії: при переході на вищий трофічний рівень втрачається близько 90% енергії.** Піраміди енергії мають фундаментальний характер і найбільш правильно відбивають взаємозв'язки між живими організмами різних трофічних рівнів. Ці піраміди мають **ряд переваг**: 1) відбивають швидкість утворення біомаси на відміну від пірамід чисельності та біомаси, які описують динамічний стан організмів в окремо взятий проміжок часу. Кожен щабель піраміди енергії відбиває кількість енергії (на одиницю площі або об'єму), яка пройшла через кожний трофічний рівень за певний період; 2) дають можливість порівнювати не тільки різні екосистеми, але й відносну значимість популяцій в середині однієї екосистеми. На відміну від пірамід чисел та енергії, які можуть бути оберненими (або частково оберненими) (тобто основа може бути меншою, ніж один або кілька верхніх рівнів), **екологічні піраміди енергії завжди звужуються догори за умови, що будуть враховані всі джерела енергії живлення в системі.**

Класичний приклад, який дозволяє розглянути три типи пірамід (чисел, біомас, енергії) наводить Юджин Одум (1986) (рис. 11.3) [6].



Рис. 11.3. Екологічні піраміди: А – піраміда чисел; Б – піраміда біомаси; В – піраміда енергії.

Біомаса люцернового поля площею 4га (продуцента) $2 \cdot 10^7$ особин рослин згодовується 4,5 телятам (консументам I порядку), які потрібні для харчування протягом року 12-річного хлопчика (консумента II порядку). Безумовно, що ці моделі не є ідеальними, оскільки людина споживає не лише м'ясо, але вони дають уявлення про енергетичну продуктивність екосистем. Піраміда енергії може бути побудована й в калоріях: люцерна ($1,49 \cdot 10^7$ кал) – телята ($1,19 \cdot 10^6$ кал) – хлопчик ($8,3 \cdot 10^3$ кал) (Злобін, 1998) [2].

У трофічних ланцюгах усі хімічні елементи послідовно переходять від одного організму до іншого. Органічні речовини в цьому процесі перетворюються в специфічну для кожного виду рослин і тварин форму. Так, білки рослин у процесі живлення фітофагів, які їх споживають, розщеплюються до амінокислот, і вже з них в організмі тварини синтезуються свої специфічні білки. Інша доля притаманна окремим хімічним речовинам, зокрема так званим **ксенобіотикам** – речовинам, що в природі спочатку були відсутніми, а потім синтезовані людиною. Такі речовини проходять через трофічні ланцюги незмінними. **В силу того, що розмір біомаси в**

екологічних пірамідах закономірно знижується при переході на кожний новий трофічний рівень, концентрація ксенобіотиків у розрахунку на одиницю біомаси зростає. Цей ефект називається законом концентрування речовин у трофічних ланцюгах. Наприклад, за даними Н. Гріна (1990), в США в трофічному ланцюгу з чотирьох ланок концентрація ДДТ, що застосовували для знищення комарів, зростала таким чином: у тілі водяних рослин концентрація становила 0,04мг на один кг біомаси, у риб, що харчуються водяними рослинами – 10мг на один кг біомаси, у хижих великих риб – 5мг на один кг ваги тіла, а у птахів, що харчуються рибою – 75мг на один кг біомаси. Отже, всього за 4 ланки трофічного ланцюга концентрація ДДТ в тканинах зростає в 1 875 разів [2, 5, 7]. Аналогічним чином йде концентрація у трофічних ланцюгах радіоактивних речовин (зокрема цезію), важких металів (свинцю, кадмію тощо), а також будь-яких ксенобіотиків. Концентрування речовин у трофічних ланцюгах має важливі наслідки для всієї практики господарювання людини в природних системах.

Найважливішими характеристиками рослинного угруповання як автотрофного блоку екосистеми є біологічна продуктивність, біологічна продукція, чиста первинна біологічна продукція, запас фітомаси.

Біологічна продуктивність – це здатність живих організмів утворювати, консервувати і трансформувати органічну речовину. Біологічна продуктивність визначається як відтворення біомаси на 1м² площі (чи в 1м³ об'єму) за одиницю часу і виражається частіше в грамах вуглецю чи сухої органічної речовини. Сукупність процесів утворення й трансформації живої речовини, поглинання та проходження енергії крізь біо- та екосистеми різних рівнів організації називають **продукційним процесом**.

Біологічна продукція – інтенсивність (швидкість) з якою променева енергія засвоюється організмами продуцентами (головним чином, зеленими рослинами) в процесі фото- або хемосинтезу, накопичується у формі органічних речовин, котрі потім можуть бути використані в якості їжі консументами або редуцентами. В сучасній науці виділяють 4 класи угруповань за біологічною продукцією: 1) **фітоценози дуже високої біологічної продукції** (понад 2 кг/м² на рік) (високі та густі зарості очерету, фітоценози тропічних вологих лісів); 2) **фітоценози високої біологічної продукції** (1-2 кг/м² на рік) (прибережні зарості рогазу та очерету на озерах); 3) **фітоценози помірної біологічної продукції** (0,25-1 кг/м² на рік) (соснові та березові ліси, сінокісні луки, степи); 4) **фітоценози низької біологічної продукції** (менше 0,25 кг/м² на рік) (степові пасовища, угруповання техногенних екоотів початкових етапів самозаростання, степові пасовища).

Загальна первинна продукція або бруто-продукція (валовий фотосинтез, продукція чи загальна асиміляція) – це органічна маса, яка створена рослинами за одиницю часу (добу, вегетаційний період, рік тощо) на одиниці площі (м², га), включаючи речовину, витрачену на дихання та процеси росту, а також кількість речовини опадів й екскретів гетеротрофних організмів.

Чиста первинна біологічна продукція або нетто-продукція рослинного угруповання – це фактичний приріст фітомаси за певний проміжок часу на одиниці площі, тобто кількість органічної речовини, акумульованої рослинами після часткового використання її на дихання (кг/м² на рік). **Вторинна продукція** – швидкість

накопичення органічної речовини на рівні гетеротрофних організмів (рис. 11.4).

Запас фітомаси – маса рослин, віднесена до одиниці площі ($\text{кг}/\text{м}^2$). Запас фітомаси – це «капітал» угруповання, він може у десятки разів перевищувати біологічну продукцію (у лісах), а може дорівнюватися їй (угруповання однорічників). Важливою екологічною характеристикою фітомаси є співвідношення її надземної та підземної частин. У степу запас підземної фітомаси може в 5 і більше разів перевищувати її надземний запас, а в широколистяних лісах - навпаки.

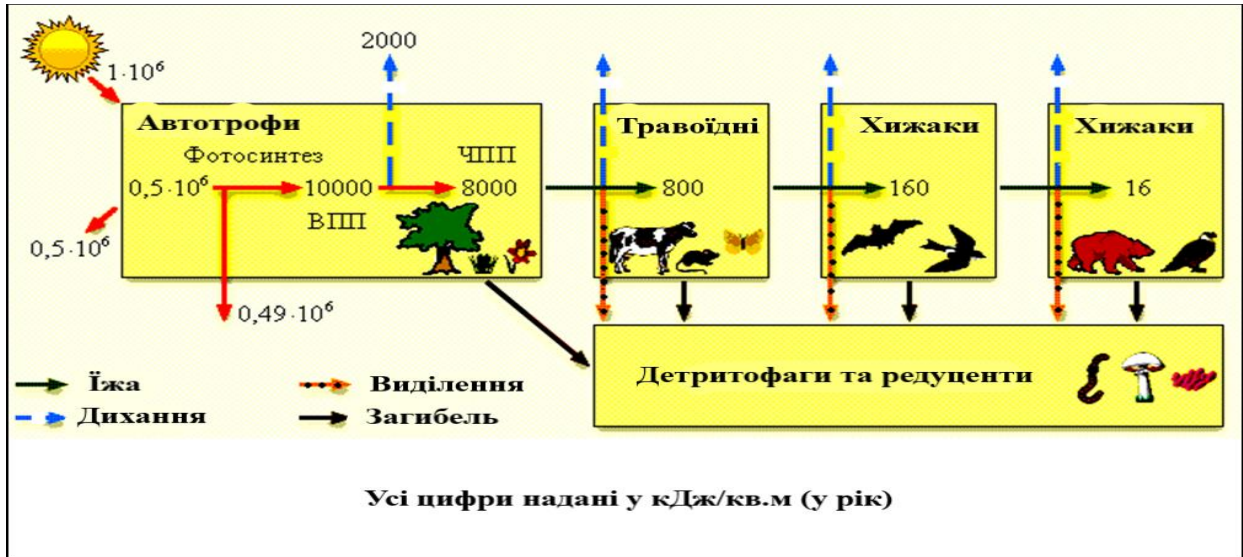


Рис. 11.4. Потік енергії через пасовищний харчовий ланцюг: ВПП - валова первинна продукція, ЧПП - чиста первинна продукція. (Кількість речовини, створеної рослинами за одиницю часу при даній швидкості фотосинтезу - це валова первинна продукція. Частина цієї продукції йде на підтримку життєдіяльності самих рослин (витрати на дихання) - від 20 до 70% валової продукції. Частина органічної маси, що залишилася - це чиста первинна продукція (фактично, це приріст рослин). Кількість органічної речовини, накопиченої гетеротрофами (консументами) - це вторинна продукція угруповання. Вторинну продукцію обчислюють відносно для кожного трофічного рівня. Оскільки гетеротрофи дихають і виділяють непереважені залишки, в кожній ланці частина енергії втрачається. Середня ефективність переносу енергії від рослини до тварини становить 10%, а від тварини до тварини - 20%) [3, 5].

Хід роботи

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Дати відповіді на тестові питання. Обрати правильну відповідь.
 - 2.1. Термін «ланцюг живлення» запропонував вчений _____ у _____ році:
 - А. Артур Генслі в 1935 році;
 - Б. Ернст Геккель в 1866 році;
 - В. Чарльз Елтон у 1934 році;
 - Г. Володимир Беклімешев у 1951 році.
 - 2.2. Лінійна послідовність організмів, по якій відбувається передача речовин та енергії від однієї ланки до іншої, називається:
 - А. Трофічний ланцюг;
 - Б. Екологічна піраміда;
 - В. Трофічна піраміда;
 - Г. Трофічний рівень.

2.3. Сукупність харчових ланцюгів біоценозу, які пов'язані між собою спільними трофічними ланками, називається:

- А. Трофічна сітка;
- Б. Трофічний рівень;
- В. Трофічна піраміда;
- Г. Трофічний ярус.

2.4. Пасовищний ланцюг іншими словами це - :

- А. Ланцюг виїдання;
- Б. Ланцюг розкладання;
- В. Ланцюг випасання;
- Г. Ланцюг поїдання.

2.5. Швидкість з якою променева енергія засвоюється організмами продуцентами в процесі фото- або хемосинтезу, накопичується у формі органічних речовин, котрі потім можуть бути використані в якості їжі консументами або редуцентами, - це:

- А. Біомаса;
- Б. Біологічна продуктивність;
- В. Біологічна продукція;
- Г. Запас фітомаси.

3. Виконати запропоновані завдання.

3.1. Заповнити таблицю 11.1, використовуючи інформаційні джерела.

Функціональна група організмів	Роль в колообігу речовин екосистеми	Організми представника (приклад)
Продуценти		
Консументи		
Редуценти		

3.2. Побудувати ланцюги живлення різних типів з наступних елементів:

- 1) озима пшениця; 2) гельмінти; 3) комахоїдні птахи; 4) дощовий черв'як; 5) яструб; 6) личинки мух; 7) сонечко; 8) людина; 9) мертва тварина; 10) липа широколиста; 11) вуж; 12) бактерії; 13) гусінь; 14) трав'яна жаба; 15) листовий опад.

3.3. Встановити відповідність між організмом і трофічним рівнем екологічної піраміди, на якому він перебуває:

Ціанобактерія, лелека білий, дафнія, жаба озерна, жук-вертячка, інфузорія

Трофічний рівень						
I	II	III	IV	V	VI	VII

3.4. За наведеними малюнками вибрати піраміду чисел, яка відповідає наступному харчовому ланцюгу:

трава – травоїдний ссавець – блоха – джгутикове найпростіше.

Обґрунтуйте відповідь.

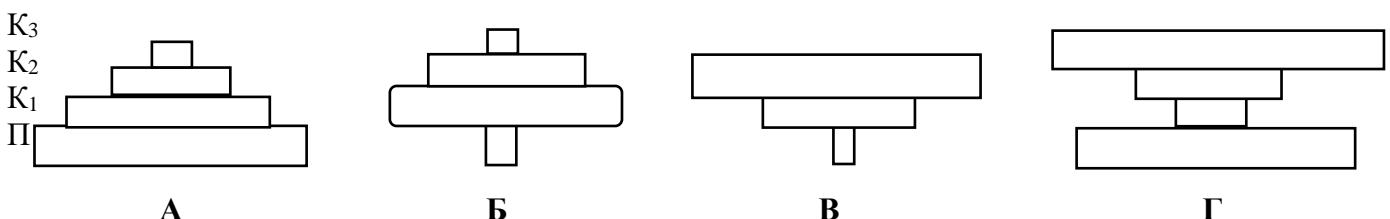


Рис. 11.5. Піраміди чисел: П – продуценти; K_1 – консументи I порядку (травоїдні); K_2 – консументи II порядку (первинні хижаки); K_3 – консументи III порядку (вторинні хижаки).

4. Розв'язати задачі.

4.1. Скласти ланцюг живлення та визначити, скільки рослин потрібно, щоб прогодувати лисицю масою 25 кг. Обґрунтувати відповідь.

А. Рослини (25000кг)- заєць (2500кг) - лисиця (25кг);

Б. Рослини (2500кг)- заєць (250кг) - лисиця (25кг);

В. Лисиця (25кг) - заєць (25кг) - рослини (250кг);

Г. Лисиця (25кг) - заєць (250кг) - рослини (2500кг).

4.2. Визначити біомасу, накопичену продуцентами лісового біогеоценозу, якщо відомо, що річний приріст біомаси консументів II-го порядку становить 8 т.

4.3. Маса кожного з двох новонароджених дитинчат кажана становить 1г. За місяць годування дитинчат молоком вага кожного з них досягає 4,5г. Яку масу комах повинна з'їсти самка за цей час, задля вигодовування своїх нащадків? Чому дорівнюється маса рослин, що зберігається за рахунок знищення самкою рослиноїдних комах?

1. Рослини (700 г) – комахи (70 г) – кажани (7 г);

2. Рослини (7000 г) – комахи (700 г) – кажани (7 г);

3. Рослини (900 г) – комахи (90 г) – кажани (9 г);

4. Рослини (9000 г) – комахи (900 г) – кажани (90 г).

4.4. Яку кількість рослин тропічних злаків потрібна для зебр на ділянці савани, де постійно знаходиться прайд, що включає 8 дорослих левів. Відомо, що за рік 1 лев з'їдає приблизно 50 зебр, а зебра – $8,2 \times 10^2$ рослин тропічних злаків.

5. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що є основним джерелом енергії в екосистемі? Які джерела забезпечують потік енергії на нашій планеті?
2. Які функціональні групи (блоки) організмів забезпечують потік енергії в екосистемах?
3. Що таке «трофічний ланцюг», «трофічний рівень», «трофічні сітки»?
4. Хто є автором терміна «ланцюг живлення»? Коли цей термін був запроваджений?
5. Сформулюйте закон (правило) 10%. Хто є його автором? Коли був сформульований цей закон?
6. Чому консументи - це керуюча та стабілізуюча ланка в екосистемі?
7. Що таке «піраміда чисел», «піраміда енергії», «піраміда біомас»? Сформулювати відповідні правила пірамід.
8. Чи є відмінності між поняттями «детритофаг» та «редуцент»? Обґрунтуйте відповідь.
9. В чому полягає сутність закону концентрування речовин у трофічних ланцюгах?
10. Дайте визначення поняттям «біологічна продуктивність», «біологічна продукція». Що таке первинна продукція, вторинна продукція?

РОЗДІЛ III. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМ. СТРАТЕГІЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ

ТЕМА 12: МОНІТОРИНГ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

Мета: поглиблення знань про призначення, структуру та організацію сучасної системи моніторингу навколишнього природного середовища; формування вмій та навичок системного мислення, аналізу, інтерпретації, узагальнення інформації; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів вищої освіти.

План роботи

1. Розглянути етимологію та історію виникнення терміну «моніторинг».
2. Визначити предмет, мету, принципи, завдання, структуру сучасного моніторингу.
3. Вивчити основні рівні моніторингу та критерії диференціації його підсистем.
4. Ознайомитися зі специфікою глобальної, європейської та національної системи моніторингу.

Література:

1. Заверуха Н.М. Основи екології: навчальний посібник/ Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А.-К.: Каравела, 2006.-368с..
2. Екологічний моніторинг: підручник / В.Г. Сліпченко та ін.; відп. ред. О.О. Гагарін. Київ: КПІ ім. Ігора Сікорського: Політехніка, 2018. 303 с.
3. Коваленко Ю.Л. Моніторинг довкілля: конспект лекцій. Харків ХНУМГ ім. Бекетова, 2020. 144 с.
4. Костюшин В.А., Губар С.І., Домашинець В.Г. Стратегія розвитку моніторингу біологічного різноманіття в Україні. Київ: Національний екологічний центр України, 2009. 60 с.
5. Mann R.F. Global environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCORE. Rep. 3. Toronto, 1973. 130 p.
6. Моніторинг довкілля: навчальний посібник / О.В. Боголюбов, М.О. Клименко, В.Б. Мокін та ін; за ред. проф. В.М. Боголюбова. Вінниця: ВНТУ, 2010. 232 с.
7. Петренко О.В., Павленко В.О. Моніторинг довкілля: навчальний посібник. Київ: Київський ун-т, 2015, 303 с.
8. Скакальський О. Екологічний моніторинг у системі природоохоронної діяльності регіональної влади. Державне управління та місцеве самоврядування, 2015. Вип. 4 (27). С. 152 – 162. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/dums_2015_4_19.pdf. (дата звернення: 11.08.2023).

Матеріали та обладнання: методичні рекомендації, посібник, довідники, зошит, ручка.

Теоретичні відомості

Моніторинг (від лат. «monitor» - той, що наглядає, нагадує, попереджає, спостерігає) - це комплексна науково-інформаційна система спостережень, оцінки й прогнозу стану навколишнього середовища.

Термін «моніторинг» виник перед проведенням Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (5-16 червня 1972 р.). Перші пропозиції з розробки такої системи були представлені експертами спеціальної комісії SCOPE (Науковий комітет з проблем навколишнього середовища) у 1971 році. Проведення глобального моніторингу розпочато на основі рішення Міжнародної наради, що відбулася в Найробі у 1974 році. Сам термін «моніторинг» з'явився на противагу або у доповнення терміну «контроль», який передбачає не лише спостереження та одержання інформації, але й експериментальне моделювання, елементи активних дій, рекомендації по управлінню станом навколишнього природного середовища. Основні

елементи моніторингу як системи, вперше були викладені в праці Р. Манна в 1973 р. Формуванню наукових засад та основних принципів сучасного моніторингу навколишнього середовища були присвячені праці І.П. Герасимова, Ю.А. Ізраеля, М.Ф. Реймерса, А.Г. Шапара та ін. [1, 2, 3, 6].

Загальний предмет моніторингу - багатокомпонентна сукупність природних явищ, яка зазнає різноманітних природних динамічних змін і відчуває вплив з боку людини. **Головна мета моніторингу** – спостереження, оцінювання та прогнозування стану навколишнього природного середовища та рівнів його забруднення. **Головний принцип моніторингу** - безперервне стеження (систематичне спостереження). Важливе значення в організації системи моніторингу мають і такі принципи:

- узгодженість нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення, сумісність технічного, інформаційного і програмного забезпечення складових частин системи моніторингу;
- своєчасність отримання, комплексність оброблення та використання екологічної інформації, що надходить і зберігається в системі моніторингу;
- об'єктивність первинної, аналітичної і прогнозної екологічної інформації та оперативність її доведення до органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, засобів масової інформації, населення країни, заінтересованих міжнародних установ та світового співтовариства.

Сучасний моніторинг навколишнього середовища повинен вирішувати такі **завдання**:

- спостереження за станом біосфери, визначення змін, обумовлених діяльністю людини, і узагальнення результатів спостережень за геофізичними і фізико-географічними параметрами стану середовища; отримання геохімічних даних, що характеризують кругообіг речовин і потік енергії в природі, спостереження за реакцією біоти та ін.;
- оцінка змін і тенденцій змін біосфери шляхом порівняння з деякими критеріями (ГДК, ГДВ, ГДС, ГДН), які вказують на межу екологічного навантаження на середовище;
- прогноз і визначення тенденцій у зміні біосфери, щоб за рекомендаціями, що на них ґрунтуються, можна було узгоджувати плани діяльності людського суспільства;
- оцінка природно-ресурсного потенціалу;
- вибір індикаторів, які б найкраще показували стан довкілля;
- забезпечення науково-інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень;
- виявлення критичних та надзвичайних ситуацій, що порушують екологічну безпеку.

Структура системи моніторингу включає 4 блоки, що пов'язані прямими та зворотними зв'язками (рис. 12.1). Ці блоки поєднують основні елементи моніторингу, а саме: 1) стеження, тобто спостереження за факторами впливу і станом навколишнього природного середовища; 2) прогнозування майбутнього стану середовища; 3) оцінка фактичного й прогнозного стану навколишнього середовища.

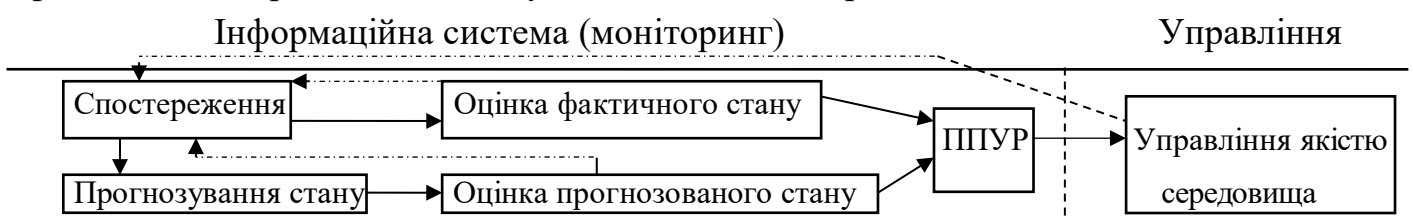


Рис. 12.1. Блок-схема структури системи моніторингу довкілля: ПШУР – підтримка прийняття управлінських рішень; прямі зв'язки (—>); зворотні зв'язки (- ->).

Залежно від просторово-часових параметрів процесів і об'єктів, які контролюються, або від мети, завдань та методів моніторингу, останній може мати кілька рівнів або типів.

За територіальним обсягом (масштабом спостережень) розрізняють три основні рівні або ступені сучасного моніторингу:

- **локальний** (біоекологічний, санітарно-гігієнічний чи імпактний) **моніторинг** - спостереження окремих об'єктів (підприємств, ділянок ландшафту, районів, невеликих міст);
- **регіональний** (геосистемний, природно-господарський) **моніторинг** здійснюється в межах адміністративно-територіальних одиниць, на територіях економічних і природних регіонів;
- **національний моніторинг** здійснюється на території країни в цілому;
- **глобальний** (біосферний, фоновий або базовий) **моніторинг** здійснюється на основі міжнародних угод у цій сфері (табл. 12.1).

Таблиця 12.1

Система наземного моніторингу навколишнього середовища

Ступені моніторингу	Об'єкти моніторингу	Показники, що характеризуються
Локальний (санітарно-гігієнічний, біоекологічний)	Приземний шар повітря	ГДК токсичних речовин
	Поверхневі і ґрунтові води, промислові та побутові стоки, різні викиди	Фізичні і біологічні подразники (електромагнітні випромінювання, шуми, мікроорганізми, алергени, тощо)
	Радіоактивні випромінювання	Гранична ступінь радіовипромінювання
Регіональний (геосистемний, природно-господарський)	Зникаючі види рослин і тварин	Популяційний стан видів
	Природні екосистеми	Структура і порушення екосистем
	Агроекосистеми	Врожайність с/госп. культур
	Лісові екосистеми	Продуктивність насаджень
Глобальний (біосферний, фоновий)	Атмосфера	Радіаційний баланс, тепловий перегрів, склад і запилення
	Гідросфера	Забруднення річок і водойм; водні басейни, колоообіг води на континентах
	Рослинний та ґрунтовий покрив, тваринний світ	Глобальні характеристики стану ґрунтів, рослинного покриву, тваринного світу. Глобальні кругообіги, баланс CO ₂ , O ₂ тощо

Залежно від масштабів та об'єктів спостережень моніторинг поділяють таким чином:

- **медико-біологічний моніторинг** - моніторинг факторів, пов'язаних із здоров'ям людини,
- **екологічний моніторинг** - моніторинг факторів, пов'язаних зі станом екосистем,
- **кліматичний моніторинг** - моніторинг факторів, пов'язаних зі станом клімату.

За призначенням виділяють **моніторинг базовий або фоновий** (спостереження за загально біосферними, в основному природними явищами без накладання на них

антропних регіональних впливів, що проводиться на недоторканих ділянках біосфери (біосферні заповідники)) та **імпактний** (моніторинг регіональних і локальних антропних впливів в особливо небезпечних регіонах і місцях).

За методами спостережень моніторинг поділяють на такі види:

- по-перше: **фізичний, хімічний, біологічний, дистанційний** (авіаційний та космічний (спутниковий));
- по-друге: **контактний та безконтактний** (дистанційний);
- по третє: **наземний та космічний**.

За підходом до проведення спостережень моніторинг поділяють на **моніторинг джерел забруднень, інгредієнтним, параметричний, екологічний, санітарно-гігієнічний, геосистемний** моніторинг.

За середовищем проведення спостережень виділяють **моніторинг гідросфери, літосфери, атмосфери...**

За реакцією основних складових біосфери моніторинг поділяють на **геофізичний, геохімічний, біологічний** (зокрема, генетичний), **екологічний моніторинг** (включаючи геофізичний, геохімічний, і біологічний).

За характером об'єктів виділяють **моніторинг природно-заповідних еталонних, лісових, аквальних комплексів, агроландшафтів, селітебних, промислово-техногенних ландшафтів тощо**.

Різноманіття підходів до класифікації систем моніторингу відображує табл. 12.2 [6].

Таблиця 12.2

Принципи класифікації систем моніторингу

Принцип класифікації	Існуючі або перспективні системи моніторингу
За універсальністю системи	глобальний, включаючи фоновий та палеомоніторинг; міжнародний моніторинг транскордонного переносу забруднюючих речовин; національний; регіональний; локальний
За реакцією основних складових біосфери	геофізичний моніторинг; біологічний моніторинг, в тому числі генетичний; екологічний моніторинг (включаючи геофізичний та біологічний)
За основними складовими геосферами біосфери	моніторинг антропогенних змін атмосфери, гідросфери, літосфери
За джерелами впливу	моніторинг джерел забруднень; інгредієнтним моніторинг (окремих забруднюючих речовин, радіоактивних випромінювань, шумів тощо)
За факторами впливу	біотичний; абіотичний
За рівнем гостроти та глобальності	моніторинг океану; моніторинг клімату Землі; моніторинг озоносфери тощо
За методами спостережень	аерокосмічний моніторинг, моніторинг фізичних показників, моніторинг хімічних показників; моніторинг біологічних показників;
За системністю підходу	медико-біологічний або санітарно-гігієнічний (стану здоров'я населення), біоекологічний, кліматичний. Варіанти: біо-, геоєкологічний, біосферний, природно-господарський тощо
За призначенням та управлінням	загальний (стандартний) моніторинг, оперативний (кризовий) моніторинг, фоновий (науковий) моніторинг

Відповідно до концепції системи моніторингу Ю.А. Ізраеля (1984) існують три загальні підходи до визначення його *об'єктів*: 1. Класифікація систем моніторингу в контексті спостережень (табл. 12.3); 2. Система екологічного моніторингу в контексті екологічного менеджменту (рис. 12.2); 3. Класифікація забруднювачів за класами пріоритетності, встановленими на першій нараді з моніторингу в Найробі (чим вищий клас, тобто менший його порядковий номер, тим вищий пріоритет) (*при спостереженнях за територіями найвищий пріоритет мають міста та зони, з яких беруть питну воду. Серед середовищ вищий пріоритет мають атмосферне повітря та вода прісних водойм (особливо малопроточних). Для повітря найважливішими інгредієнтами є пил, оксиди сірки, вуглецю та азоту, важкі метали, бенз(а)пірен та пестициди. Для води – біогенні продукти, феноли та нафтопродукти. Серед джерел забруднень найвищий пріоритет мають автомобільний транспорт, ТЕС, підприємства кольорової металургії тощо*). (табл. 12.4) [2, 3, 6].

Таблиця 12.3

Класифікація реакцій природних систем, джерел і факторів впливу, які повинні бути охоплені системою моніторингу (Ю.А. Ізраель, 1984) [6]

Об'єкти моніторингу	Класифікація
1. Локальні джерела та фактори впливу	1.1. Джерела забруднень та впливів; 1.2. Фактори впливу (забруднюючі речовини, випромінювання тощо)
2. Стан навколишнього природного середовища	2.1. Стан середовища, який характеризується фізичними та фізико-географічними даними; 2.2. Стан середовища, який характеризується геохімічним даним, даними про склад та характер забруднень
3. Стан біотичної складової біосфери	3.1. Реакція біоти – відгуки та наслідки: А. Окремого організму; Б. Популяції; В. Угруповань та екосистем
4. Реакція великих систем і біосфери в цілому	4.1. Реакція великих систем (атмосфера, клімат та ін.); 4.2. Реакція біосфери в цілому
5. Стан здоров'я та добробуту населення	5.1. Вплив стану довкілля на захворюваність і здоров'я населення; 5.2. Вплив змін стану довкілля на добробут населення

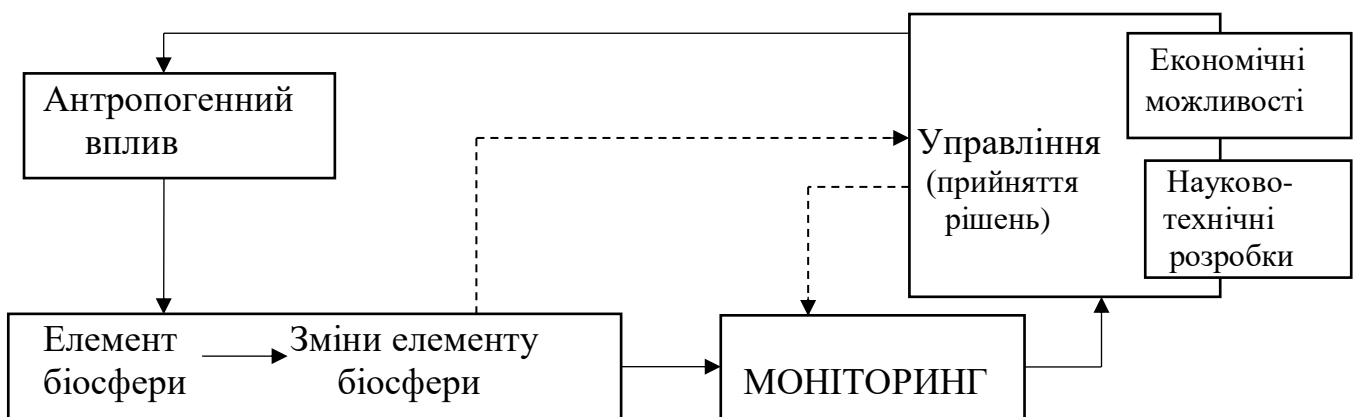


Рис. 12.2. Блок-схема системи моніторингу в контексті екологічного менеджменту [6].

Таблиця 12.4

Класифікація забруднювачів за класами пріоритетності (Ю.А. Ізраель, 1984) [2, 6]

Клас	Забруднююча речовина	Середовище	Тип програми (рівень моніторингу)
1	Діоксид сірки, завислі частинки Радіонукліди ($^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$)	повітря їжа	імпактний, регіональний, фоновий імпактний, регіональний
2	Озон ДДТ та інші хлорорганічні сполуки Кадмій	тропосфера, стратосфера; біота; їжа, вода, людина	імпактний фоновий імпактний, регіональний імпактний
3	Нітрати, нітрити Оксиди азоту	вода, їжа повітря	імпактний імпактний
4	Ртуть та її сполуки Свинець Діоксид вуглецю	їжа, вода повітря, їжа повітря	імпактний, регіональний імпактний фоновий
5	Оксид вуглецю Вуглеводні нафти	повітря морська вода	імпактний регіональний, фоновий
6	Фториди	прісна вода	імпактний
7	Азбест Арсен (миш'як)	повітря питна вода	імпактний імпактний
8	Мікротоксини Мікробіологічні забруднення Реакційноспроможні забруднення	їжа їжа повітря	імпактний, регіональний імпактний, регіональний імпактний

Глобальний (біосферний, фоновий) моніторинг забезпечує спостереження, оцінку та прогноз можливих змін в біосфері Землі як середовищі життя людства. Розробка та координація глобальної системи моніторингу навколишнього середовища (ГСМНС) здійснюється в межах **ЮНЕП** (Програма організації Об'єднаних націй по навколишньому середовищу - спеціалізована установа системи ООН, яка створена за рекомендацією Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища в 1972 р. і має штаб-квартиру в м. Найробі (Кенія)). До програми глобальної системи моніторингу навколишнього середовища входять такі організації та установи ООН: **ВМО** (Всесвітня метеорологічна організація) створена в 1947 р., яка вивчає стан і використання кліматичних ресурсів Землі; **ВООЗ** (Всесвітня організація охорони здоров'я) створена в 1946 р. (штаб-квартира в Женеві (Швейцарія)); **ЮНЕСКО** (Організація Об'єднаних націй з питань освіти, науки і культури) створена 4.09.1946 р. (штаб-квартира в Парижі (Франція)); **ФАО** (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН) створена в 1945 році. **Головними завданнями** цієї програми є:

- організація розширеної системи попередження про загрозу здоров'я людини;
- оцінка впливу глобального забруднення атмосфери на клімат;
- оцінка кількості та розподілу забруднень в біологічних системах, особливо в трофічних ланцюгах;
- оцінка критичних проблем, що виникають в результаті сільськогосподарської діяльності та землекористування;
- оцінка реакції наземних екосистем на вплив навколишнього середовища;
- оцінка забруднення океану та вплив забруднення на морські екосистеми;

- створення системи попередження про стихійні лиха у міжнародному масштабі.

На теперішній час під егідою ЮНЕП створена світова мережа станцій комплексного фонових моніторингу (СКФМ), на яких здійснюються спостереження за визначеними параметрами стану навколишнього природного середовища. Спостереження охоплюють усі типи екосистем: водяні (морські і прісноводні) та наземні (лісові, степові, пустельні, високогірні).

Глобальні процеси є об'єктом пильної уваги індустріально розвинених країн і міжнародного співробітництва. У рамках загальної угоди між країнами «вісімки» (Великобританія, Італія, Канада, США, Франція, Німеччина, Японія, росія) створено Міжнародний комітет із природно-ресурсних супутників (PEOSC). У рамках Комісії підписано декларацію про спільні дії по запобіганню потеплення клімату. Передбачається знизити енергоємність продукції, що випускається, підвищити ККД устаткування на теплових станціях, збільшити частку використання поновлюваних джерел енергії.

Прикладом програми глобального моніторингу може бути система *Environmental Observance System* (EOS) у США. Вона має міждисциплінарний характер і працює на основі даних 3 супутників, що обслуговуються персоналом постійної орбітальної системи. У комплект апаратури входить близько 40 приладів: відеоспектрометри, радіометри, лідарні зондировщики, радіовисотоміри й ін. EOS планується як інформаційна система, аналіз даних якої дозволить зрозуміти функціонування Землі як природного комплексу «атмосфера-гідросфера-кріосфера-біосфера», дозволить виявити межі його мінливості, оцінити напрямки майбутньої еволюції. Гігантський обсяг інформації вимагає великих витрат на обробку даних.

У 1990 році Рада Європи затвердила рішення про створення Європейського агентства по навколишньому середовищу (*The European Environment Agency* (EEA) як провідної організації Європейського союзу, що займається питаннями інформації про навколишнє середовище. У той же час передбачалося, що ЕЕА стане ядром великої мережі, що одержала назву Європейська мережа інформації й спостережень за навколишнім середовищем (*European Environment Information and Observation Network* (EIONET: <https://www.eionet.europa.eu/>). *EIONET* була створена в 1994 році в рамках створення системи контролю за всебічною оцінкою стану навколишнього середовища на європейському рівні. Сьогодні *EIONET* складається з *EEA* та близько 400 національних установ із 38 країн та 7 експертних тематичних центрів (ETC) а саме:

1. ETC з біорізноманіття та екосистем (*European Topic Centre Biodiversity and ecosystems*) (*ETC BE*) – консорціум із 24 європейських організацій <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-be>;
2. ETC циркуляційної економіки та використання ресурсів (*ETC CE*) – консорціум європейських організацій головною установою якого є незалежна фламандська дослідницька організація в галузі чистих технологій і сталого розвитку (*Vlaamse Instelling voor Technologish Onderzoek*) (*VITO*) <https://vito.be/en/research> ;
3. ETC адаптації до зміни клімату та землекористування, змін у землекористуванні та лісовому господарстві (ЗЗЗЛГ) (*ETC CA*) (*European Topic Centre Climate change adaptation and LULUCF*) – консорціум із 17 європейських організацій з головною установою *Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici* (Фонд

- Євро-Середземноморського центру зі зміни клімату (Італія)) <https://www.cmcc.it/it/>;
4. ЕТС пом'якшення наслідків зміни клімату (**ETC CM**) (*European Topic Centre on Climate change mitigation*) - консорціум із 15 європейських організацій з головною установою (*Vlaamse Instelling voor Technologish Onderzoek*) (**VITO**) <https://vito.be/en/research> ;
 5. ЕТС з інтеграції та цифровізації даних (**ETC DI**) (*European Topic Centre Data integration and digitalisaton*) – консорціум очолює Агентство з навколишнього середовища Австрії (*Umweltbundesamt*), яке включає 10 партнерів <https://www.umweltbundesamt.at/en/> ;
 6. ЕТС Здоров'я людини та навколишнє середовище (**ETC HE**) (*European Topic Centre Human health and the environment*) – консорціум із 10 партнерів, які мають досвід у питаннях якості повітря, забруднення повітря, промислових викидів, хімічних речовин, шуму та охорони навколишнього середовища. Головна установа Інститут навколишнього середовища та клімату NILU (NO), який підтримується Німецьким агентством з навколишнього середовища, яке виступає науковим співкоординатором <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he> ;
 7. ЕТС перехід до сталого розвитку (**ETC ST**) (*European Topic Center on Sustainable bility Transitions*) - консорціум із 13 європейських організацій, які працюють у партнерстві з Європейським агентством з навколишнього середовища згідно з Рамковою угодою про партнерство на період 2022-2026 років <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-st> .

Національний моніторинг - це система моніторингу в рамках однієї держави.

Така система відрізняється від глобального моніторингу не тільки масштабами, але й тим, що *основним завданням національного моніторингу є одержання інформації і оцінки стану навколишнього середовища в національних інтересах.*

Офіційно система моніторингу навколишнього природного середовища на території України була створена у 1972 р. одночасно з організацією загальнодержавної служби контролю і спостережень. Статті, що стосуються моніторингу присутні у «Законі про охорону навколишнього природного середовища». Перше «Положення про державний моніторинг НПС» було затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. № 785, а 30 березня 1998 р. набула чинності нова версія постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження положення про державну систему моніторингу довкілля» (№ 391).

В основу загальнодержавної системи екологічного моніторингу України покладено досвід гідрометеорологічних служб, а також результати аналізу існуючої інформації про забруднення природних середовищ. Система моніторингу України спирається на численні станції, стаціонари, полігони, тестові ділянки, пости, які підпорядковуються десяти міністерствам і відомствам (*Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (Міндовкілля), Національне космічне агентство України, Міністерство охорони здоров'я України, Міністерство агропромислового комплексу України, Державний комітет лісового господарства України, Державний комітет України по водному господарству, Державний комітет України по геології і використанню надр, Державний комітет України по гідрометеорології, Державний комітет України по земних ресурсах, Державний комітет України по житлово-*

комунальному господарству). Для раціонального розміщення пунктів загальнодержавної служби і визначення пріоритетних забруднювачів враховують:

- відомості загального характеру про існуючі та можливі джерела забруднення (великі міста, індустріальні райони, великі тваринницькі комплекси, окремі підприємства в зоні унікальних природних об'єктів та ін.;
- результати минулих спостережень рівнів забруднення (здебільшого експедиційних), які носять орієнтовний характер;
- дані про рівні забруднення природних середовищ в інших країнах, великих містах.

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України разом з іншими органами державної виконавчої влади, названими вище, забезпечує:

- 1) вдосконалення мереж спостережень за станом навколишнього природного середовища;
- 2) раціоналізацію та оптимізацію роботи служб спостережень;
- 3) уніфікацію методик спостережень та лабораторних аналізів;
- 4) удосконалення бази приладів і систем контролю;
- 5) створення міжвідомчого банку даних про стан навколишнього природного середовища;
- 6) створення локальних, регіональних і національних центрів моніторингу навколишнього природного середовища;
- 7) координацію роботи, що проводиться в Україні за міжнародними природоохоронними програмами, у яких використовуються результати моніторингу.

Національна система моніторингу організована за ієрархічним принципом. Першим рівнем є пункт спостереження, звідки інформація передається до центру збору та переробки інформації (локальний рівень), де отримані дані обробляються, сортуються і передаються на другий рівень - регіональний центр обчислювань. З таких центрів інформація про рівні забруднення природного середовища передається місцевим зацікавленим організаціям. Третім рівнем системи є головний центр збору даних, де накопичується та оброблюється інформація про стан природного середовища в масштабах всієї країни. Завдання по програмуванню змін довкілля та прийманню керуючих рішень, тобто рішень, які запобігають негативним змінам середовища, в системі моніторингу вирішуються за допомогою математичного моделювання (рис. 12.3).



Рис. 12.3. Схема загальної інформаційної структури Служби екологічного моніторингу (СЕМ) «Україна».

Загальнодержавна система моніторингу довкілля – це багатоцільова, багаторівнева, відкрита інтегрована система, що функціонує на національному, регіональному, відомчому, локальному рівнях. Її діяльність регламентована постановами Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу

в галузі охорони атмосферного повітря», «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод», «Про затвердження Положення про моніторинг земель», «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення» тощо.

Як зазначає О.М. Скакальський [8], суттєве значення в оптимізації загальнодержавної системи моніторингу має організація регіонального екологічного моніторингу, обґрунтуванням методології розвитку якого займаються провідні науковці Придніпровського наукового центру НАН України і МОН України (м. Київ), Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем (м. Харків), Інституту проблем природокористування та екології НАН України (м. Дніпро) та ін. Структурно *регіональна система моніторингу* включає такі складові:

- локальні системи моніторингу, які створюються на рівні окремих ділянок територій з підвищеним антропогенним навантаженням – зони впливу потенційно небезпечних підприємств, акваторії водосховищ тощо);
- відомчі системи моніторингу, які створюються відомствами, що є суб'єктами загальнодержавної системи моніторингу;
- об'єктові системи моніторингу, які діють на окремих підприємствах чи їх сукупності, тобто на об'єктах, яким притаманні однакові властивості з точки зору впливу на довкілля або згідно з їхнім призначенням.

Збір та аналітичний контроль даних щодо стану навколишнього природного середовища ведеться у нашому регіоні за такими напрямками:

- моніторинг якості повітря;
- моніторинг стану вод суші;
- моніторинг прибережних вод;
- моніторинг стану ґрунтів;
- моніторинг показників біологічного різноманіття;
- моніторинг радіаційного випромінювання;
- інформаційна взаємодія.

Результати моніторингу, за переліченими вище напрямками, забезпечують здійснення цільового моніторингу, а саме:

- оперативно-технологічного моніторингу, тобто комплексного дослідження стану екологічних об'єктів із використанням стаціонарних і пересувних технічних засобів;
- статистичного моніторингу, тобто непрямого спостереження за об'єктами з використанням ретроспективної й оперативної статистичної інформації;
- аудіовідеомоніторингу (досліджень екологічних об'єктів з використанням аудіо- та відеотехніки);
- соціологічного моніторингу як соціологічних досліджень впливу діяльності людини на стан навколишнього середовища та формування рівня екологічної культури;
- науково-публіцистичного моніторингу - багатоспрямованих досліджень екологічних проблем шляхом вивчення наукових і публіцистичних видань; тощо.

Актуальними завданнями розвитку регіональної системи моніторингу навколишнього природного середовища є: 1) подальша розробка та впровадження уніфікованих підходів і програмного забезпечення для узагальнення та подання екологічної інформації та результатів її оцінки з використанням ГІС-технологій; 2)

модернізація та переоснащення засобів аналітичного контролю служб спостережень за станом природних об'єктів Дніпропетровської області, Криворіжжя; 3) фінансова та адміністративна відповідальність всіх суб'єктів за оперативність надання та об'єктивність інформації за обласною системою моніторингу довкілля щодо динаміки змін у навколишньому природному середовищі регіону; 4) проведення регулярних звітних засідань обласної та місцевих координаційних рад з питань екології та використання природних ресурсів; 5) розширення участі громадськості у виконанні завдань системи моніторингу довкілля; 6) організація в районах та містах області місцевих громадських слухань, які висвітлюють проблеми впливу виробничої діяльності на навколишнє природне середовище та шляхи поліпшення стану довкілля в умовах децентралізації влади тощо [8].

Хід роботи.

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Скласти характеристику діяльності Європейської мережі інформації й спостережень за навколишнім середовищем (*European Environment Information and Observation Network*). Ознайомитися зі структурою експертних тематичних центрів (ЕТС) та заповнити відповідні графи таблиці 12.5.

Таблиця 12.5.

Назва ЕТС	Головна установа	Склад консорціуму	Основні напрями діяльності

3. Ознайомитися зі структурою та діяльністю управління екології виконкому Криворізької міської ради (Дніпровської міської ради), використовуючи ресурси Інтернет мережі. Проаналізувати дані щодо результатів моніторингових досліджень навколишнього природного середовища міста за останній рік. Надати стисло загальну оцінку результатів: а) діяльності управління екології та власні пропозиції щодо покращення її ефективності; б) стану навколишнього природного середовища міста та шляхів його оптимізації.
4. Ознайомитися з можливостями використання рослин для моніторингу впливу забруднення на стан навколишнього природного середовища (додатки 5, 6).
5. Дати відповіді на тестові питання. Обрати правильну відповідь.
 - 5.1. Проведення глобального моніторингу розпочато на основі рішення Міжнародної наради, які відбувалися у місті _____ в _____ році.

А. Стокгольм;	Б. Найробі;	В. Ріо де Жанейро.
а) 1971;	б) 1972;	в) 1974.
 - 5.2. Головна мета моніторингу – це ...:

А. Спостереження за станом навколишнього природного середовища;	Б. Спостереження та оцінювання стану навколишнього природного середовища;	В. Спостереження, оцінювання та прогнозування стану навколишнього природного середовища.
---	---	--
 - 5.3. За масштабом спостережень виділяють такі рівні моніторингу:

А. Локальний, регіональний, національний, глобальний;	Б. Біосферний, фоновий, імпактний, локальний;
---	---

- В. Екологічний, медико-біологічний, геофізичний, геохімічний.
- 5.4. За призначенням та управлінням виділяють такі види моніторингу:
 А. Фоновий, базовий, імпактний;
 Б. Загальний, оперативний, фоновий;
 В. Біосферний, екологічний, медико-біологічний.
- 5.5. Найвищий клас і пріоритетність мають такі забруднювачі:
 А. Діоксид сірки, радіонукліди; Б. Ртуть, свинець; В. ДДТ, озон.
- 5.6. Під егідою якої міжнародної організації здійснюється розробка та координація глобальної системи моніторингу?
 А. ЮНЕСКО; Б. ЮНЕП; В. ЮНІСЕФ.
- 5.7. Європейське агентство по навколишньому середовищу було створено в _____ і складається з _____ експертно тематичних центрів-консорціумів.
 А. 1990; Б. 1974; В. 1992.
 а) 8; б) 7; в) 5.
- 5.8. За рівнем проведення досліджень моніторинг в межах адміністративно-територіальної одиниці є:
 А. Екологічним; Б. Регіональним; В. Локальним.
- 5.9. Моніторинг в межах об'єктів «дикой», «незайманої» чи еталонної природи називається:
 А. Стаціонарним; Б. Інгрідієнтним; В. Фоновим.
- 5.10. Локальний моніторинг об'єктів також можна називати :
 А. Екологічним; Б. Інгрідієнтним; В. Імпактним.
6. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке моніторинг? Коли виник цей термін у науці?
2. В чому полягають відмінності між контролем і моніторингом стану довкілля?
3. Які предмет і головна мета моніторингу стану навколишнього природного середовища?
4. На яких базових принципах ґрунтується моніторинг довкілля?
5. Які завдання покликаний вирішувати моніторинг навколишнього природного середовища?
6. Які блоки та елементи охоплює система моніторингу довкілля?
7. Які рівні сучасного моніторингу відомі Вам?
8. Які критерії використовуються для класифікації моніторингу?
9. Які принципи покладені в основу класифікації моніторингу довкілля?
10. Скільки та які класи пріоритетності забруднювачів встановлено для проведення моніторингових досліджень?
11. Що таке глобальний моніторинг? Які організації та установи ООН приймають участь у глобальній системі моніторингу навколишнього природного середовища?
12. Які основні напрями роботи Європейського агентства по навколишньому середовищу? Яку структуру має ця організація?
13. Які особливості організації має національна система екологічного моніторингу України?
14. Які структурні складові має регіональна система моніторингу стану навколишнього природного середовища?
15. Чи є важливим, на Вашу думку, проведення моніторингових досліджень у місті, в якому Ви мешкаєте? Що Вам відомо про організацію цієї системи? Обґрунтувати відповідь.

ТЕМА 13. НАДЗВИЧАЙНІ ЕКОЛОГІЧНІ СИТУАЦІЇ (НЕС) – РЕЗУЛЬТУЮЧИЙ ЕФЕКТ ТЕХНОГЕНЕЗУ.

Мета: поглиблення знань про техногенну трансформацію екологічних систем, надзвичайні екологічні ситуації, їх походження, типологію та закономірності розвитку; формування вмінь та навичок проведення оцінки стану середовища існування з використанням методів біоіндикації, визначення рН, аналізу, інтерпретації та узагальнення інформації; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів вищої освіти.

План

1. Розглянути поняття «надзвичайна ситуація», «надзвичайна екологічна ситуація».
2. Ознайомитися з видами НС та їхньою характеристикою, критеріями виділення рівнів надзвичайних ситуацій.
3. Вивчити основні положення теорії НЕС.
4. Вивчити критерії типології НЕС, закономірності та перспективні проблеми їхнього вивчення.
5. З'ясувати специфіку заходів запобігання виникненню НЕС.
6. Проаналізувати сучасну екологічну ситуацію м. Кривий Ріг з позицій теорії НЕС.
7. Розв'язати надані завдання.

Література:

1. Клименко М.О., Прищепя А.М., Борщевська І.М., Михальчук М.А., Буднік З.М. Лабораторний практикум із загальної екології (та неоекології). Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2017. С. 16-19.
2. Лисиця А.В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій. Методичні рекомендації до практичних робіт. Рівне: Дока-центр, 2018. С.54 - 58.
3. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі. Кривий Ріг: Оксан-Принт, 2003. 252 с.
4. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрушко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 119 - 127. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
5. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/main/1264-12> (дата звернення: 10.03.2023).
6. Про зону надзвичайної екологічної ситуації: Закон України від 13.07.2000 № 1908-ІІІ. URL: <https://ips.liga.zakon.net/document/T023033?an=23> (дата звернення: 10.03.2023).
7. Порядок класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями: постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 №368. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF#Text> (дата звернення: 20.08.2023).
8. Шанда В.І., Маленко Я.В. Результирующие эффекты техногенеза - чрезвычайные экологические ситуации. Рук. деп. Укр. ДНТБ, 01.12.1995, №2542. Ук. 95. 18 с.
9. Шанда В.І., Ворошилова Н.В., Шанда Л.В. Техногенез і надзвичайні екологічні ситуації. Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя, 2010. Вип 15. №1. С. 29-37.
10. Шанда В.І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології: Монографія. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2013. 247с.

Матеріали та обладнання: методичні рекомендації, посібник, зошит, ручка, лінійка, лупа, шкала бонітування хвої, лакмусовий папір, рН-індикатори.

Теоретичні відомості

Результуючим ефектом техногенезу часто є надзвичайні екологічні ситуації (НЕС). В обґрунтуванні вчення про НЕС, як гілки сучасної екології, базовими є положення фундаментальної екології та такі наукові розробки, які можуть бути використані як настанови або схеми тих чи інших теоретичних міркувань позицій опису чи планування практичних досліджень й оптимізуючої діяльності людини.

Надзвичайні екологічні ситуації – феномени сучасності, сутність і значення яких ще недостатньо осмислені та усвідомлені. На думку Володимира Івановича Шанди, за невизначеною до кінця значущістю їх образно можна порівняти з айсбергами, глибоко зануреними у майбутнє [4, 8, 9, 10]. Вони мають стати об'єктами всебічного вивчення, полями пошуків і здійснення заходів оптимізації умов середовища для людини.

НЕС – це виключно несприятливі умови для людства, пов'язані з руйнуванням і забрудненням основних сфер життя на різних, за протяжністю та об'ємом ділянках сучасних ландшафтів.

Згідно ст. 65. Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»: **«НЕС – це ситуація в окремій місцевості, де виникли негативні зміни в навколишньому природному середовищі, які потребують проведення надзвичайних заходів зі сторони держави»** [5]. Негативні зміни – це втрата, виснаження або знищення природних комплексів та ресурсів внаслідок надмірного забруднення навколишнього природного середовища, руйнівної дії стихійних сил природи та інших факторів, які обмежують чи виключають життєдіяльність людини та ведення господарської діяльності. **Основними ознаками НЕС є:** 1) наявність або загроза загибелі людей та тварин, або значне погіршення умов їх життєдіяльності; 2) заподіяння великих економічних збитків; 3) істотне погіршення стану навколишнього природного середовища.

Окрема місцевість України оголошується зоною НЕС Президентом України за пропозицією Ради національної безпеки та оборони України чи Кабінету Міністрів України. Цей наказ президента затверджується Верховною радою України протягом 2-х днів з дня подачі Президентом. Правове регулювання здійснюється в зоні НЕС згідно з Конституцією, Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про зону НЕС» та іншим нормативно-правовими актами [5, 6]. Класифікація надзвичайних ситуацій в Україні здійснюється відповідно до Державного класифікатора надзвичайних ситуацій ДК 019:2010 (набрав чинності від 11 жовтня 2010 року і затверджений наказом Держспоживстандарту України № 457) та «Порядком класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 № 368 [7] (табл. 13.1, табл. 13.2).

Таблиця 13.1

Класифікація надзвичайних ситуацій (НС) за характером походження подій

Види НС	Характеристика надзвичайних ситуацій
НС техногенного характеру	промислові, транспортні аварії (катастрофи) з вибухом, пожежі, аварії з викидом небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд і будівель, аварії на інженерних мережах, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах тощо
НС природного характеру	порушення нормальних умов життя і діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті пов'язане з небезпечним геофізичним, геологічним, метеорологічним чи гідрологічним явищем, деградацією ґрунтів чи надр, пожежею у природних екологічних системах, зміною стану повітряного басейну, інфекційною захворюваністю та отруєнням людей, інфекційним захворюванням свійських тварин, масовою загибеллю диких тварин, ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками тощо
НС соціального характеру	порушення нормальних умов життя і діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті спричинене протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування, або пов'язане із

	зникненням (викраденням) зброї та небезпечних речовин, нещасними випадками з людьми тощо
НС <i>воєнного</i> характеру	порушення нормальних умов життя і діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті спричинене застосуванням звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якого виникають вторинні чинники ураження населення, що визначаються окремими нормативними документами

Таблиця 13.2

Рівні надзвичайних ситуацій (НС) за пороговими значеннями критеріїв надзвичайних ситуацій (обсяги заподіяних наслідків, кількість постраждалих і загиблих, обсяги технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для ліквідації її наслідків)

<i>Рівень НС</i>	<i>Загинуло, осіб</i>	<i>Постраждало, осіб</i>	<i>Порушено умови життєдіяльності (> 3 діб), осіб</i>	<i>Збитки, м.р.з.п.</i>
<i>Державний</i>	> 10	> 300	> 50 000	> 150 000
	> 5*	> 100*	> 10 000*	> 25 000
	НС поширилась або може поширитися на територію інших держав НС поширилась або може поширитися на території інших держав, поширилась на територію 2–х та більше регіонів, а для її ліквідації необхідні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих регіонів, але не менше 1% видатків їх бюджетів			
<i>Регіональний</i>	Збитки склали 15 001 – 150 000 м.р.з.п.			
	3–5*	50–100*	1 000 – 10 000*	> 5 000
<i>Місцевий</i>	НС поширилась на територію 2–х та більше районів (міст обласного значення), а для її ліквідації необхідні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих регіонів, але не менше 1% видатків їх бюджетів			
	1–2*	20–50*	100– 1000*	> 500
<i>Об'єктовий</i>	НС поширилась за територію потенційно небезпечного об'єкта, загрожує довкіллю, сусіднім населеним пунктам, спорудам, а для її ліквідації необхідні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цього об'єкта			
<i>Об'єктовий</i>	Критерії НС не досягають зазначених показників			

Примітка: м.р.з.п. – мінімальний розмір заробітної плати; * - критерії обов'язково розглядаються з урахуванням збитків.

В теорії існування НЕС можна виділити такі головні положення:

- 1) несприятливі для людини екологічні ситуації не завжди є надзвичайними;
- 2) НЕС не є абсолютним для всього живого, тобто екстремальні умови НЕС відносні;
- 3) у комплексах факторів, які ведуть до НЕС, є головні, супутні та малозначущі;
- 4) НЕС може бути одно-, двох- та поліфакторно обумовленою;
- 5) у НЕС виявляються індивідуальні, групові, видові потенції;
- 6) НЕС є фоном вияву поліморфізму популяцій, фактором інтенсивної елімінації нестійких, непристосованих форм;
- 7) сила дії факторів НЕС залежить від інтенсивності, насиченості, концентрації;
- 8) у НЕС наявне накладання, синергізм, нейтралізація, інтеграція дії негативних та позитивних факторів;
- 9) еколого-таксономічні спектри рослинних угруповань відбивають просторову нерівнозначність НЕС.

Теорія НЕС включає їхній аналіз та класифікацію, в яких основоположними є

структурованість, багатoeлементність, варіабельність цих ситуацій, що визначаються порушеннями основних факторів і структур середовищ життя, які формують екотоп. Залежно від ролі різних факторів критеріями класифікації НЕС можуть бути:

1. **Походження:** природні, природно-антропні, антропо-природні, антропні.
2. **Характер походження:** природний характер, соціальний характер, техногенний характер, воєнний характер.
3. **Масштаб:** об'єктні (точкові), локальні (місцеві), регіональні, зональні, державні, міжнародні.
4. **Природа факторів:** абіотичні, біотичні, біогенні, антропні, техногенні.
5. **Число факторів:** однофакторні, двофакторні, багатофакторні.
6. **Тривалість:** короткочасні, довготривалі.
7. **Прогнозування:** непрогнозовані, прогнозовані (передбачувані).
8. **Стан:** стабільні, нестабільні.
9. **Напрямок розгортання (розвитку):** розвиток, загасання.
10. **Швидкість:** мала, середня, висока.
11. **Характер розвитку:** оборотні, необоротні.
12. **Контроль:** неконтрольовані (спонтанні), контрольовані.
13. **Рівень контролю:** мало контрольовані, середньо контрольовані, високо контрольовані.
14. **Рівень порушень:** слабкі, незначні зміни екологічних умов, середні, сильні, катастрофічні порушення, руйнування.
15. **Відновлення:** спонтанно відновлювані, природно-антропо відновлювані, антропо-природно відновлювані, антропо відновлювані.

Перелічені критерії загальної типології передбачають можливість існування понад мільйона типів НЕС і можуть бути віднесені до будь-якої складової частини біогеоценозу: атмосфери, гідрологічних умов (вологість), ґрунтів, загалом екотопу та компонентів біоти (рослин, тварин, грибів, мікокомплексів, мікробіоценозів). Ці частини та компоненти відповідно за своїм станом при різних НЕС можуть бути градуїтованими за рівнями змін чи відсутністю останніх таким чином: 0 – зміни відсутні; 1 – слабкі, незначні зміни, 2 – помірні, 3 – сильні зміни, 4 – катастрофічні порушення чи повне руйнування. В результаті можливим стає формалізований опис екологічних ситуацій. Наприклад, коли природну (еталонну) ситуацію можна ідентифікувати як $A_0V_0\Gamma_0P_0T_0M_0Mk_0$, а надзвичайну катастрофічну – $A_4V_4\Gamma_4P_4T_4M_4Mk_4$. Такий підхід надає можливість ординації екологічних ситуацій, НЕС за станом, визначення їхніх класів, формул та побудови періодичних таблиць типології НЕС [8, 9, 10].

НЕС природного походження та природно-антропоного походження поділяють наступним чином:

- **геологічно небезпечні явища** (землетруси, вулканізм, обвали, зсуви, осідання земної поверхні);
- **метеорологічні небезпечні явища** (грози, блискавки, урагани, сильні снігопади, посуха, ожеледиця, циклони, шквали, смерчі, торнадо, пилові бурі, тумани, сильні морози);
- **гідрологічні небезпечні явища** (повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод, цунамі);
- **природні пожежі;**
- **масові інфекції та захворювання людей** (епідемії), **тварин** (епізоотії), **рослин** (епіфітотії).

Класифікація НЕС за походженням, як і за іншими критеріями має відносний характер. Сьогодні відомо, що Чорнобильська АЕС була побудована в районі міцних тектонічних розламів, які є провідниками та концентраторами земної плазми. Деякі спеціалісти вважають, що вибух реактора на ЧАЕС був спровокований вибухом плазми в земній корі під четвертим енергоблоком. Повторна аварія та локальні землетруси в районі ЧАЕС були зафіксовані в 1991 та 1996 роках.

В результаті переміщення води з океанів на континенти (у водосховища) маса Землі навколо екватора зменшилася, а в Північній півкулі, де найбільше водосховищ збільшилася. Існує гіпотеза, що таке зміщення води прискорює обертання Землі. Збільшення швидкості обертів скорочує день. За ефекту водосховищ день за останні 50 років скоротився приблизно на 8 мільйонних частинок секунди. Так як штучні водосховища, розташовані на Землі несиметрично, запаси води в них зрушили і земну вісь приблизно на 60 см від Полярного полюсу в бік західної частини Канади. Доведено, що причиною виникнення землетрусів може бути видобуток нафти та газу. Так, в Татарстані в районі довгочасно розроблюваного Ромашкінського нафтового родовища за період з 1986 по 1989 роки зареєстровано 198 землетрусів силою 10 балів. Серія потужних землетрусів сколихнула Туреччину й Сирію в січні 2023 році. Число загиблих перевищило 50 тис. осіб. Руйнування Каховської гідроелектростанції (Каховська катастрофа) – воєнний злочин, акт зумисного екоциду, злочин проти людства здійснений окупаційними силами російської федерації вночі на 6 червня 2023, який призвів до масштабної екологічної катастрофи з орієнтовною сумою збитків щонайменше 2 млрд. доларів, загибелі 31 людини, загрози забезпечення постачання питною водою 700 тис. українців, тяжких екологічних наслідків для природних систем суходолу та морів.

В теорії розвитку НЕС можна виділити такі закономірності:

- 1) спонтанний розвиток будь-якої НЕС йде в напрямку її природної нейтралізації на основі домінуючої ролі біоти, насамперед, рослинності;
- 2) спонтанний розвиток НЕС - закономірний процес, який можна прогнозувати;
- 3) слабкі зміни екологічних умов при місцевих НЕС можуть викликати, схожі до ланцюгової реакції, порушення в системах більш високого рівня ієрархії;
- 4) відновлення природних угруповань та природної екологічної ситуації (ЕС) має зональні закономірності, а тому прогнозованим результатом природної нейтралізації НЕС є зональний тип природних угруповань;
- 5) час відновлення системи залежить від рівня порушень та періоду природної нейтралізації агентів, які викликають НЕС, і можуть визначатися десятками, сотнями та тисячами років;
- 6) порушення неконтрольованого розвитку НЕС можуть викликати зворотні реакції (сукцесії);
- 7) антропогенна нейтралізація НЕС повинна бути адаптивною до зонального типу;
- 8) антропогенна нейтралізація НЕС або відновлення екологічної ситуації (ЕС) здійснюється в ході комплексу інженерно-технологічних та біологічних засобів та заходів;
- 9) компенсація та нейтралізація НЕС повинні бути багатофакторними, економічно доцільними та зонально обґрунтованими.

На теперішній час надзвичайну актуальність в галузі подальшої розробки теорії НЕС, їхньої компенсації та нейтралізації набуває:

- 1) створення засновків цілісного вчення про НЕС і загальної теорії НЕС;
- 2) зосередження зусиль та уваги на тих НЕС, які розвиваються або прогноуються;

- 3) розробка заходів нейтралізації та компенсації НЕС на комплексній основі – відповідно до наукових розробок і можливостей практики;
- 4) створення екологічних центрів вивчення локальних та регіональних НЕС.

Основними причинами виникнення надзвичайних ситуацій в Україні є:

- надзвичайне техногенне навантаження території;
- значний моральний та фізичний знос основних виробничих фондів більшості підприємств України;
- погіршення матеріально-технічного забезпечення, зниження виробничої та технологічної дисципліни;
- незадовільний стан збереження, утилізації та захоронення високотоксичних, радіоактивних і побутових відходів;
- ігнорування в багатьох випадках екологічних та економічних факторів, вимог, стандартів;
- недостатня увага керівників відповідних органів державного управління до проведення комплексу заходів, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям природного й техногенного характеру та зниження шкоди від їх наслідків;
- відсутність сучасних систем управління небезпечними процесами;
- дефіцит кваліфікованих кадрів, низька професійна підготовка персоналу та населення до дій в екстремальних умовах;
- низький рівень застосування прогресивних ресурсозберігаючих і екологічно безпечних технологій;
- прихована загроза розвитку небезпечних геологічних процесів за відсутності системи моніторингу, а саме: неефективне виконання державних і регіональних програм;
- відсутність нормативних і методичних документів із розробки схем інженерного захисту від природних, техногенно-природних і техногенно зумовлених небезпечних геологічних процесів для території;
- дефіцит державних коштів для фінансування досліджень геологічних та екологічних умов територій для створення систем моніторингу й оперативного прогнозування розвитку небезпечних природних і техногенно-природних процесів з метою інженерного захисту територій;
- недотримання норм і правил безпечного ведення господарської діяльності на зсувонебезпечних територіях і відсутність спеціалізованих підрозділів для боротьби з наслідками розвитку зсувів, запобігання їх катастрофічному прояву.
- військова агресія з боку російської федерації, що руйнує екосистеми, призводить фактично до знищення біорізноманіття, забруднення, поширення процесів деградації та фрагментації ландшафтів, розширення площ важко, складно й тривало відновлюваних белігеративних ландшафтів та вибухонебезпечних (замінованих) територій, скорочення площ природно-заповідного фонду, екомережі тощо.

Заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям або подолання їх наслідків можна згрупувати у *три класи: організаційні*, серед яких розрізняють планувальні та оперативні; *інженерно-технічні*; *технологічні* (табл. 13.3). Ці заходи можна поділити на два типи:

- 1) заходи, спрямовані на попередження й уникнення дії на об'єкти небезпечних впливів;
- 2) заходи, спрямовані на мінімізацію (послаблення дії) небезпечних впливів на об'єкти.

Таблиця 13.3

Заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та їх подолання

Організаційні заходи		Інженерно-технічні заходи	Технологічні заходи
Планувальні	Оперативні		
<i>Заходи, спрямовані на попередження й уникнення дії на об'єкти небезпечних впливів</i>			
Загальне обмеження використання територій з високим ризиком. Розміщення об'єктів на ділянках, на яких є мінімальний ризик руйнування середовища, пов'язаного з цими об'єктами	Активне перешкоджання розвитку осередків екологічної небезпеки, що виникають епізодично. Вибір способів дій, які мінімізують: зіткнення з небезпекою; посилення небезпечних явищ і процесів. Оперативні дії щодо ліквідації наслідків екологічного ураження	Будівництво інженерних захисних споруд, таких що: - обмежують поширення або інтенсивність ураження (впливу); - забезпечують укриття у разі небезпеки. Уведення технічних засобів локалізації аварії	Відмова від використання надто небезпечних технологій, речовин, апаратів. Обмеження технологічних температур, тисків, об'ємів небезпечних речовин. Збір та ізоляція небезпечних відходів
<i>Заходи, спрямовані на мінімізацію (послаблення дії) небезпечних впливів на об'єкти</i>			
Виключення з територіальних виробничих комплексів об'єктів, ушкодження яких спричинює великі збитки. Дублювання життєво важливих елементів територіальних комплексів, резервування земель та інших природних ресурсів у разі переселення людей із зон катастроф	Зменшення втрат від катастроф шляхом оптимального виконання підготовчих, аварійно-рятувальних та відновлювальних робіт, за допомогою створення служби оповіщення та швидкого реагування на надзвичайні ситуації, забезпечення запасами палива, медикаментів, транспортом, продовольчими товарами	Застосування особливих конструктивних рішень для будівель, механізмів та інших об'єктів, що перебувають у небезпечних умовах, за рахунок зміцнення каркасу, дублювання їх життєво важливих елементів, використання спеціальних конструкційних матеріалів, легко відновлюваних конструкцій тощо	Передбачення в технологічних схемах виробництв можливості пристосування режиму їх роботи до режиму передбачення небезпеки. Реалізація принципів екопозитивної техносфери, створення безпечних місць розселення, розташування енергетики, промисловості, транспорту, сільського господарства тощо

Основні функції щодо запобігання НЕС та подолання їх наслідків на державному рівні виконують Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України.

Важлива роль щодо попередження розвитку НЕС належить моніторинговим дослідженням, в тому числі, біоіндикаційним, які за допомогою реакцій живих організмів-індикаторів дозволяють оцінювати реальний стан середовища й окремих абіотичних і біотичних факторів, визначати наявні ризики, зміни природних систем і рівні забруднення середовища існування (додаток 5, додаток 6).

Хід роботи.

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Визначити кислотність опадів. Зібрати опади (дощові води, сніг) в різних місцях своєї місцевості в широкі посудини. Здійснити випаровування 600 мл води у випарювальних чашках на водяні бані, постійно підливаючи нові порції рідини. Після випаровування дощової вологи у чашку по краплях налити дистильовану воду і ретельно перемішайте осад скляною паличкою. Осад, перемішаний із дистильованою водою злийте до пробірки. Після проведених процедур чашка повинна залишитися абсолютно чистою, проте об'єм розчину у пробірці має становити 6 мл, у такий спосіб концентрація речовин опадів збільшується у 100 разів. Визначити рН за допомогою лакмусового папірця, застосовуючи наступну градація: **1-3 – сильно кислі, 4-5 – кислі, 5-6 – слабо кислі, 7 – нейтральні, 8 – слабо лужні, 9-11 – лужні, 12-14 – сильно лужні.** Крім того, можна визначити рН середовища за допомогою рН-індикаторів. Для цього потрібно взяти 5–10 мл аналізованої води у пробірки і провести індикацію, відстежуючи зміни кольору.

Кислотні опади (дощі) - це всі види метеорологічних опадів: дощ, сніг, град, туман, дощ зі снігом, кислотність яких вища від нормальної. Мірою кислотності є значення рН (водневий показник). **Нормальне рН у чистих дощах - 5,6** (додаток 7).

Показники нижче нормального свідчать про кислотні опади, які виявляють негативний вплив на навколишнє середовище, що може мати численні прояви, а саме:

- зниження врожайності багатьох сільгоспкультур на 3-8% внаслідок ушкодження листя кислотами;
- вимивання з ґрунтів кальцію, калію та магнію, підвищення концентрації алюмінію, ртуті, свинця, що призводить до деградації ґрунтів, флори, мікрофауни і фауни;
- зниження стійкості рослин до посухи, хвороб, природних забруднень
- потенціюють погіршення стану, деградацію та загибель лісів;
- зникнення лісів у гірських районах збільшує загрозу гірських зсувів і селей;
- отруєння вод озер і ставків, у яких гине риба і численні види комах;
- зникнення комах у водоймах, яке призводить до зменшення пов'язаних з ними популяцій птахів і тварин;
- порушення зв'язків у трофічних ланцюгах водно-суходільного типу;
- різко прискорює руйнування пам'ятників архітектури, житлових будинків тощо;
- вдихання людьми повітря, забрудненого кислотним туманом, спричинює захворювання дихальних шляхів, серцево-судинної системи, нирок, печінки, подразнення очей, шкіри.

Кислотні дощі утворюється переважно в результаті реакції між водою і такими забруднюючими речовинами, як діоксид сульфуру (SO_2) і різні оксиди нітрогену (NO_x), реакцій хлору з метаном з подальшим утворенням аерозолів соляної кислоти. Ці речовини викидаються в атмосферу внаслідок антропогенної діяльності (автомобільний транспорт, металургійні підприємства і електростанції, спалювання вугілля і деревини) та природними джерелами (виверження вулканів, пожежі тощо). Вступаючи в реакцію з водою атмосфери, оксиди сульфуру й нітрогену перетворюються в розчини кислот (сірчаної, сірчистої, азотистої й азотної), а взаємодії хлору та метану призводять до утворення хлороводню й аерозолів соляної кислоти. Потім, разом із снігом чи дощем, вони випадають на землю.

Проблема кислотних опадів (дощів) набула на тепер глобального значення.

3. Повести експрес-оцінку забруднення атмосферного повітря за станом хвої рослин (ялини звичайної чи європейської (*Picea abies* (L.) Karst.) або ялини блакитної чи колючої (*Picea pungens* Engelm.)). Вибрати дерева у місцях різного ступеню

техногенного навантаження (умовно «чиста» зона, зона впливу забруднюючих факторів). Оглянути на висоті 1,5-2 м у кожного дерева бічні пагони та відібрати гілки орієнтовані у напрямку дії джерела забруднення. Зібрати з трьох-п'яти дерев по 30 хвоїнок попереднього року (другий зверху колотівки) (рис. 13.1, додаток 6) для встановлення класу пошкодження (некрозів, хлорозів) та всихання хвої. Якщо дерева дуже великі, то обстеження проводити на бічному пагоні у четвертій зверху мутовці. Визначити зближення хвоїнок на ділянці 10 см пагону минулого року шляхом їх підрахунку. Взяти до уваги, що внаслідок погіршення умов виростання в забрудненій зоні хвоїнки більш зближені і на 10 см пагону їх більше, ніж у «чистій зоні».

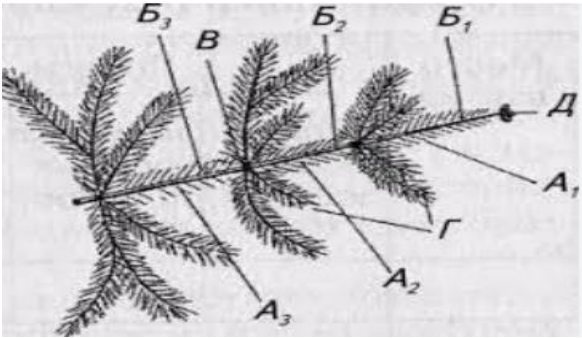
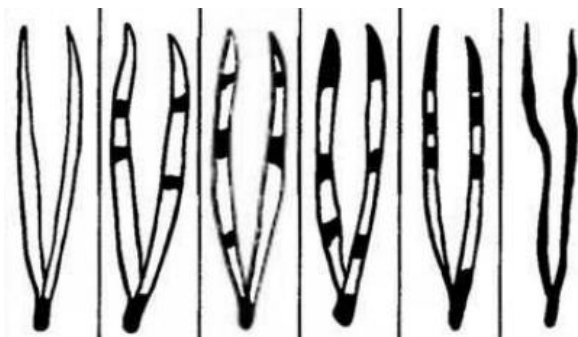


Рис. 13.1. Схема визначення віку хвої за колотівками на гілочці ялини звичайної.

A₁, A₂, A₃ - пагони першого, другого, третього року життя; B₁, B₂, B₃ – хвоя першого, другого, третього року життя; B – колотівка (мутовка); Г – бічні пагони; Д – брунька.

Провести вимірювання довжини хвоїнок на пагоні минулого року, а також ширини (у середній ділянці хвоїнок) за допомогою лупи та лінійки. Виявити некрози та їхній характер (крапки, плями, мозаїчність зі значною кількістю плям), клас ушкодження та всихання хвої (рис. 13.2). Обчислити масу 100 штук хвоїнок шляхом зважування. Результати занести в таблицю 13.4 та зробити висновки щодо впливу забруднення на життєдіяльність рослинного організму.



– всохла 1/3 хвоїнки; 4 – вся або велика частина

I II III

1 1 1 2 3 4

Рис. 13.2. Класи пошкодження та всихання хвої: Класи пошкодження хвої: I – хвоїнки без плям; II – хвоїнки з невеликою кількістю дрібних цяток; III – хвоїнки з великою кількістю чорних і жовтих плям; Класи висихання: 1 – на хвоїнках відсутні сухі пошкоджені ділянки; 2 – на хвоїнках усох кінчик 2-5 мм; 3 –

(більше 50%) хвоїнки суха [2].

Таблиця 13.4

Експрес-оцінка забруднення атмосферного повітря за показниками стану хвої

Показники	Пробна ділянка 1	Пробна ділянка 2
Довжина хвої, мм		
Ширина хвої, мм		
Кількість хвоїнок на 10 см		
Клас пошкодження		
Відсоток неушкоджених хвоїнок		
Відсоток ушкоджених хвоїнок		
Клас усихання		
Відсоток хвоїнок з усиханням		
Вага 100 хвоїнок, гр		

4. Проаналізувати сучасну екологічну ситуацію міста Кривий Ріг з позицій теорії НЕС. Скласти опис екологічного стану міста, враховуючи фізико-географічну, природно-господарську характеристики району дослідження, показники забруднення довкілля, засади типології надзвичайних екологічних ситуацій та чинні міські програми покращення стану навколишнього середовища.
5. Розв'язати тестові завдання:
- 5.1. Термін техногенез запропонував _____ в _____ році:
- А. Олександр Євгенович Ферсман у 1934 році;
 - Б. Володимир Іванович Вернадський у 1944 році;
 - В. Олександр Ілліч Перельман в 1961 році.
- 5.2. Техногенез – це:
- А. Частина біосфери, змінена людьми за допомогою прямої чи опосередкованої дії технічних засобів з метою відповідності соціально-економічним потребам людства;
 - Б. Сфера, що включає біосферу, техносферу, ноосферу нашої планети.
 - В. Процес зміни природних систем внаслідок геохімічних, геологічних, геофізичних процесів, обумовлених виробничою діяльністю людини;
- 5.3. Цільовою установкою суспільства гуманістичного етапу розвитку технологій є:
- А. Панування над природою;
 - Б. Коеволюція людського суспільства та природи;
 - В. Перетворення природи.
- 5.4. Сучасну глобальну екологічну кризу називають також кризою _____:
- А. Продуцентів;
 - Б. Консументів;
 - В. Редуцентів.
- 5.5. Стан екосистеми, пов'язаний з природними аномаліями, що нерідко виникають на основі прямої чи опосередкованої дії людської діяльності на природні процеси та призводять до гостро несприятливих економічних наслідків або масової загибелі живих організмів та населення певного регіону, - це:
- А. Екологічна катастрофа;
 - Б. Екологічна криза;
 - В. Екологічна проблемна ситуація.
- 5.6. Хто затверджує наказ про оголошення окремої місцевості зоною НЕС?
- А. Президент України;
 - Б. Рада національної безпеки України;
 - В. Верховна Рада України.
- 5.7. Характер походження подій дозволяє виділяти такі види надзвичайних ситуацій:
- А. Природні, техногенні, соціальні, воєнні;
 - Б. Державні, регіональні, місцеві, об'єктові;
 - В. Абіотичні, біотичні, антропні, техногенні.
- 5.8. За характером розвитку виділяють такі види НЕС:
- А. Стабільні, нестабільні;
 - Б. Оборотні, необоротні;
 - В. Контрольовані, неконтрольовані.

- 5.9. За походженням надзвичайні екологічні ситуації поділяються на:
- Абіотичні, біотичні, біогенні, антропогенні, техногенні;
 - Природні, природно-антропні, антропо-природні; антропні;
 - Природні, соціальні, техногенні, військові.
- 5.10. До технологічних заходів запобігання НЕС або подолання їх наслідків належать:
- Відмова від використання надто небезпечних технологій, речовин, апаратів;
 - Будівництво інженерних захисних споруд;
 - Розміщення об'єктів на ділянках, розташування яких мінімізує ризик руйнування середовища.
- 5.11. «Чисті» опади мають показники кислотності:
- 5,0;
 - 6,0;
 - 7,0.
- 5.12. Якій з перелічених рідин властивий найвищий показник рН?
- Кава;
 - Кров;
 - Молоко.
- 5.13. Екологічна криза – це:
- Оборотне явище;
 - Необоротне явище;
 - Катастрофічне явище.
- 5.14. Кислоті дощі утворюються в результаті реакцій між водою і такими речовинами, як:
- Діоксид сульфуру;
 - Діоксид нітрогену;
 - Монооксид заліза.
6. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

- Що таке техногенез, техносфера? Які характеристики властиві сучасному етапу розвитку технологій?
- Що таке надзвичайна екологічна ситуація? Які основні ознаки її характеризують?
- Які види та рівні мають надзвичайні ситуації?
- Які головні положення покладені в основу теорії існування НЕС?
- Які критерії використовують для класифікації НЕС?
- Які основні закономірності описують теорію розвитку НЕС?
- Які причини можна вважати провідними у виникненні НЕС в Україні?
- Перелічити основні класи і типи заходів запобігання НЕС.
- Які акти законодавства України регулюють правові відносини у зоні НЕС?
- Які структури здійснюють функції щодо запобігання та подолання наслідків надзвичайних екологічних ситуацій на державному рівні?
- В чому полягає сутність виникнення проблеми кислотних опадів?
- Які методи досліджень можна і доцільно використовувати для попередження розвитку НЕС?
- Як можна характеризувати з позиції теорії НЕС сучасну екологічну ситуацію м. Кривий Ріг?

ТЕМА 14. ЕКОЛОГІЧНА СВІДОМІСТЬ, КУЛЬТУРА, ЕТИКА, ОСВІТА, ВИХОВАННЯ – НЕВІД’ЄМНІ СКЛАДОВІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ.

Мета: закріплення та поглиблення знань про формування екологічної свідомості, екологічну етику, гуманізм, культуру, екологічну освіту та виховання як невід’ємні складові сталого розвитку; формування здатності діяти на основі етичних міркувань, застосовувати набуті знання у практичній діяльності, просвітницькій роботі; розвиток екологічної, загальнокультурної, інформаційної компетентностей здобувачів вищої освіти.

План

1. Закріплення знань про формування екологічної свідомості, її особливості, типи, елементи.
2. Розглянути значення, особливості розвитку, принципи екологічної етики.
3. Ознайомитися з особливостями та основними принципами екологічного гуманізму.
4. Вивчити специфіку, значення, розвиток, функції екологічної культури.
5. Розглянути екологічну освіту та виховання як духовно-моральну складову розвитку.
6. Розв’язати надані завдання.

Література:

1. Горелов А.А. Концепции современного естествознания. Москва: Центр, 1998. 208 с.
2. Качур І.В. Проблеми формування екологічної культури в освітньому середовищі. Наука. Релігія. Суспільство, 2011. №2. С. 209-213.
3. Крисаченко В.С. Екологічна культура: теорія і практика: Навчальний посібник. Київ: Заповіт, 1996. 352 с.
4. Леопольд О. Календарь песчаного графства / пер. с англ. И.Г. Гурова. Москва: Мир, 1980. 216 с.
5. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. С. 119 - 127. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
6. Маленко Я.В., Поздній Є.В., Кабак О.М. Екологічна компетентність особистості: загальна проблематика // *Science in the environment of rapid changes. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference (February 6-8, 2023). Brussels, Belgium by the SPC «InterConf». De Boeck, 2023. (141). Pp. 132-136. URL: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding...> (дата звернення: 15.03.2023).*
7. Маленко Я.В., Кобрюшко О.О., Поздній Є.В. Екологічна компетентність – невід’ємна складова компетентнісного «капіталу» особистості // *Moderní aspekty vědy: XXVIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie. Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2023. Str.267-290. URL: <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-29.pdf> (дата звернення: 15.03.2023).*
8. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. Москва: Гвардия, 1990. 351 с.
9. Про концепцію екологічної освіти в Україні, затверджено рішенням Колегії Міністерства освіти і науки від 20.12.2001 N 13/6-19. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6-19290-01#Text> (дата звернення: 15.03.2023).
10. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 №2145-VIII (чинна редакція 13.12.2022). URL: <https://osvita.ua/legislation/law/2231/> (дата звернення: 15.03.2023).
11. Швейцер А. Культура и этика / пер. с нем. Н.А. Захарченко и Г.В. Колианского; общ. ред. В.А. Карпушина. Москва: Прогресс, 1973. 343 с.

Матеріали та обладнання: зошит; ручка, доступ інтернет-мережі.

Теоретичні відомості

Розуміння сутності та значення природного середовища для життя загалом і для людей зокрема неможливе без формування екологічної свідомості. Вона є вищою

формою відображення в індивідуальній та суспільній свідомості місця і значущості людини в біосфері. **Суспільна екологічна свідомість – це форма свідомості, що являє собою усталену сукупність знань і уявлень людей про природне середовище, антропогенне навантаження на нього, рівень експлуатації ресурсів, реальне розуміння загроз, які виникають в ньому, і можливостей його захисту.** Її можна трактувати як вищий рівень психічного відображення природного, штучного, соціального середовища та внутрішнього світу людини, саморегуляцію даного відображення та усвідомлення місця і ролі людини у реальному світі [5].

Екологічна свідомість містить систему знань про способи та інструменти господарювання, управління та збереження довкілля. Її формують передусім державні та громадські організації. У життєдіяльності суспільства екологічна свідомість виконує такі **функції**:

- 1) **пізнавальна** - з'ясування дійсного характеру соціоприродних відносин, причин глобальної екологічної кризи та пошуку шляхів її подолання в інтересах виживання як самої людини, так і природи;
- 2) **регулятивна** - забезпечення ефективної дії механізмів раціонального управління відносинами суспільства та природи;
- 3) **нормативна** - розроблення на основі пізнання закономірностей розвитку системи «суспільство-природа» норм раціональної природоперетворювальної діяльності;
- 4) **прогностична** - передбачення можливих негативних впливів господарської діяльності на довкілля та пошук засобів їх мінімізації, нейтралізації або й цілковитого уникнення;
- 5) **виховна** - створення підґрунтя для формування екологічної культури, екологічної компетентності, відповідальної поведінки як окремих індивідів, так і суспільства загалом.

Екологічна свідомість формує екологічну культуру людини, у тому числі знання про природне середовище, уміння спостерігати природні явища та розуміти їх взаємні залежності, причини, наслідки, готовність діяти на благо природного середовища. Вона викликає потребу прискорювати процес перетворення отриманих екологічних знань на норму повсякденного життя, уміння мислити екологічними категоріями і визначає істинну відповідність поняттю *Homo sapiens*, адже людина не повинна переступати розумні межі експлуатації природних ресурсів та умов.

Як в Україні, так і в усьому світі в ХХ ст. панувала екологічна свідомість **антропоцентричного типу** – система уявлень про світ, згідно з якою вищою цінністю є людина, а природа має цінність остільки, оскільки вона корисна для людини. Метою взаємодії з природою було визнано задоволення потреб людини, а характер взаємодії визначається прагматичним імперативом: правильним і дозволеним є те, що корисне людині та людству; діяльність з охорони навколишнього середовища повинна керуватися віддаленим прагматизмом – необхідністю зберегти природне середовище, щоб ним могли користуватися майбутні покоління. Однак це призвело до тяжких екологічних наслідків. Реальність загроз сприяла усвідомленню нагального характеру потреби формування **екологічної свідомості екоцентричного типу** як системи уявлень про навколишній світ, відповідно до якої вища цінність полягає в гармонійному розвитку людини і природи, що є елементами єдиної системи. Розум людини не дає їй привілеїв, а навпаки накладає додаткові обов'язки та відповідальність за стан довкілля. Мета взаємодії з природою полягає у максимальному

задоволенні як потреб людини, так і природи, а характер взаємодії повинен визначатися *екологічним імперативом*, в основу якого покладений з одного боку екосистемний підхід, а з іншого – загальний принцип «рівності поколінь» (відмови від будь-яких дій, які можуть зруйнувати життя в майбутньому). З позиції екологічного імперативу, як форми повелінь, формальних і неформальних вимог, норм, заборон і обмежень, які поширюються на всі види діяльності, потрібно переосмислення поняття «суспільний прогрес» на основі таких тверджень як: правильним і дозволеним є те, що не руйнує екологічну рівновагу, етичні норми і правила однаковою мірою поширюються на взаємодію між людьми і зі світом природи; діяльність з охорони природи продиктована необхідністю зберегти її заради неї самої. Автором терміну «екологічний імператив» був відомий радянський математик, прогнозист, академік М.М. Моїсєєв, який тривалий час працював над розробкою концепції «золотого мільярда» - тієї кількості населення планети, для якої можуть бути забезпечені високі стандарти благополуччя при достатньому збереженні біотичної рівноваги. На думку вченого, екологічний імператив – це основа екологічної свідомості, а коеволюція - це узгодження «стратегії природи» і «стратегії розуму» [8].

Рівень екологічної свідомості визначають її елементи, до найважливіших з яких належать: *погляди і переконання особистості та суспільства; визнані етичні та культурні цінності; рівень зацікавленості справами екології; оцінка загроз природі; дієвість права з охорони довкілля; обізнаність про навколишнє середовище та його стан*. Рівень екологічної свідомості суспільства визначають за допомогою експертиз, соціологічних досліджень, аналізу екологічних рухів і суспільних конфліктів.

Екологічна свідомість передбачає наявність екологічних знань, мислення, світогляду, етики та культури. Людина – єдиний вид на Землі, діяльність якої, завдяки розуму і високим технологіям, набула масштабу геологічної сили і потребує нині особливих етичних обмежень.

Екологічна етика – вчення про основи відносин людини з природою, заснованих на визнанні морального статусу природи, високій оцінці її цінностей, повазі до права на гармонійне існування усіх складових природних екосистем.

Засновниками екологічної етики можна вважати американського еколога Олдо Леопольда і німецького лікаря та філософа Альберта Швейцера, які на початку ХХ ст. почали активно розвивати вчення [4, 11]. Екологічна етика пропонує і захищає концепцію моральних відносин між людьми і природою. *Найважливіше питання екологічної етики – яким є ставлення людей до природи*: як до об'єкта (речі) чи суб'єкта (тобто рівного собі, що має моральний статус і права). *Екологічна етика існує лише тоді, коли до природи ставляться як до суб'єкта*. На відміну від екологічної етики антропоцентрична етика розглядає природу як об'єкт, і тому будь-яка шкода, завдана їй, оцінюється лише з погляду збитків іншій людині, державі тощо, залежно від того у чийй власності перебуває природа. *До основних принципів екологічної етики належать*: 1) принцип збереження життя в різноманітних формах (збереження дикої природи, збереження біорізноманіття, збереження життя, збереження цілісності, стабільності і краси екосистем); 2) принцип єдності людини і природи; 3) принцип відповідальності; 4) принцип достатності; 5) принцип автономії, роби благо і не нашкодь справедливості та ін.

Підґрунтям екоетики є любов до природи, що покладена в основу екологічного гуманізму. *Екологічний гуманізм* – це форма гуманізму, що поєднує боротьбу за соціальну справедливість та антимілітарні акції, зелений громадський рух та діяльність по захисту тварин, вегетаріанство та милосердя. Він базується на засадах єдності людини і природи та визнанні положення про рівноправність усього живого. Він стимулює до вироблення такої лінії поведінки, яка інколи вимагає не лише терпіння, а й самопожертви. В екологічному гуманізмі людина приходить до розуміння існування в єдності з природою не тільки теоретично, а й на практиці, через власну культуру та поведінку. Основними принципами екологічного гуманізму, які узагальнив сучасний російський вчений А.О. Горелов, є:

- 1) гармонія людини з природою;
- 2) рівноцінність усього живого;
- 3) відмова від насильства;
- 4) самообмеження замість зростання споживання;
- 5) становлення творчої особистості;
- 6) необхідність морального самовдосконалення;
- 7) особиста відповідальність за світ;
- 8) золоте правило екології - стався до всієї природи так, як хочеш щоб ставились до тебе;
- 9) збереження різноманітності природи, людини і культури [1].

У матеріалах Конференції ООН з навколишнього природного середовища і сталого розвитку в Ріо-де-Жанейро (1992) зазначено, що формування екологічної культури населення планети має стати пріоритетним завданням людства.

Екологічна культура – історично визначений рівень розвитку суспільства, творчих сил і здібностей людини, виражений у формах і типах організації життя та у створюваних людиною цінностях, якому властиве глибоке і загальне усвідомлення екологічних проблем і динаміки розвитку людства. В.С. Крисаченко зазначає, що екологічна культура є атрибутивною складовою людського життя з часів його виникнення і водночас вона – феномен ХХ століття, що відбиває здатність людини нового гатунку відчувати живе буття, приміряти і пристосовувати його до себе, взаємоузгоджувати власні потреби й устрій Всесвіту [3]. І.В. Качур вказує, що екологічна культура – невід’ємний складовий елемент у структурі загальної культури, високий рівень якої відбиває цілісність світу людини і людини у світі [2].

Екологічна культура слугує регулятором людської діяльності. За своєю суттю вона є своєрідним кодексом поведінки, що регламентує екологічну діяльність. За змістом екологічну культуру можна розглядати як сукупність знань, норм, стереотипів та правил поведінки людини в оточуючому її природному світі.

Екокультурні норми не є чимось сталим і незмінним. Вони динамічні, змінюються і розвиваються під впливом пануючого в суспільстві способу перетворення і використання природи. Водночас екологічна культура діє як транслятор досвіду екологічної діяльності попередніх поколінь, і як рушій прогресу, що стимулює сприйняття нового, адаптацію до реалій. Йдеться передусім про створення через механізм екологізації суспільної свідомості із застосуванням принципів екологічної етики і гуманізму, якісно нової системи засобів і дій, що сприятимуть розв’язанню проблем глобальної екологічної кризи.

У сучасному світі екологічна культура набуває особливого значення. **В умовах кризи культура вперше в історії людства виконує нову функцію – самозбереження суспільства.** Формування екологічної культури є комплексною соціальною проблемою, розв'язання котрої може бути лише системним – на основі залучення фінансових, політико-правових і освітніх чинників. **Стан екологічної культури визначають** культурна спадщина, інформаційні ресурси, екологічна політика держави, екологічні інвестиції, спрямовані на поліпшення навколишнього середовища, екологічної ситуації, а також ефективність діяльності екологічних інститутів суспільства, екологічна освіта та моральність людей. **Рівень екологічної культури значною мірою обумовлює екологічну безпеку країни та біосфери в цілому.**

Екологічна свідомість, екологічна культура формуються через екологічну освіту. Лише формування екологічно свідомої людини майбутнього з високим рівнем екологічної культури і компетентності дасть змогу зберегти природні умови існування цивілізації та вивести її на шлях сталого розвитку. Освіта озброює особистість науковими знаннями, формує наукову картину світу, світогляд, фундаментальні цінності та орієнтації, забезпечує здобуття екологічної компетентності.

Освіта є основою інтелектуального, духовного, фізичного і культурного розвитку особистості, її успішної соціалізації, економічного добробуту, запорукою розвитку суспільства, об'єднаного спільними цінностями і культурою, та держави. Екологізація, поряд з фундаменталізацією, гуманізацією, індивідуалізацією, інтеграцією, інноваційністю, випереджувальністю, - пріоритет реформування освіти третього тисячоліття.

Екологічна освіта - це цілісне культурологічне явище, що включає процеси навчання, виховання, розвитку особистості, повинна спрямовуватися на формування екологічної культури, як складової системи національного і громадського виховання всіх верств населення України (у тому числі через екологічне просвітництво за допомогою громадських екологічних організацій), екологізацію навчальних дисциплін та програм підготовки, а також на професійну екологічну підготовку через базову екологічну освіту.

Екологічну освіту вважають одним з основних чинників становлення гармонійного суспільства, засобом удосконалення і ефективної організації виробництва, споживання ресурсів біосфери без завдання їй шкоди. Вона є самостійним елементом загальної системи освіти і одночасно виконує інтегративну роль у всій системі освіти. В основну екологічної освіти покладені **принципи гуманізму, науковості, доступності, неперервності, наскрізності, міждисциплінарності, систематичності, комплексності, всезагальності з урахуванням індивідуальних інтересів, стимулів та особливостей соціальних, територіальних груп та професійних категорій.**

«Концепція екологічної освіти», як регламентуючий державний документ й елемент стратегії сталого розвитку держави, визначає її пріоритетні завдання (рис. 14.1).

Основними компонентами екологічної освіти визначені: екологічні знання - екологічне мислення - екологічний світогляд - екологічна етика - екологічна культура. Екологічна освіта повинна мати надійну організаційну і науково-методичну базу, нормативно-правове і матеріальне забезпечення [9]. Вона передбачає неперервність і реалізується шляхом формальної, неформальної, інформальної освіти у різних складниках її структури (рис. 14.2).

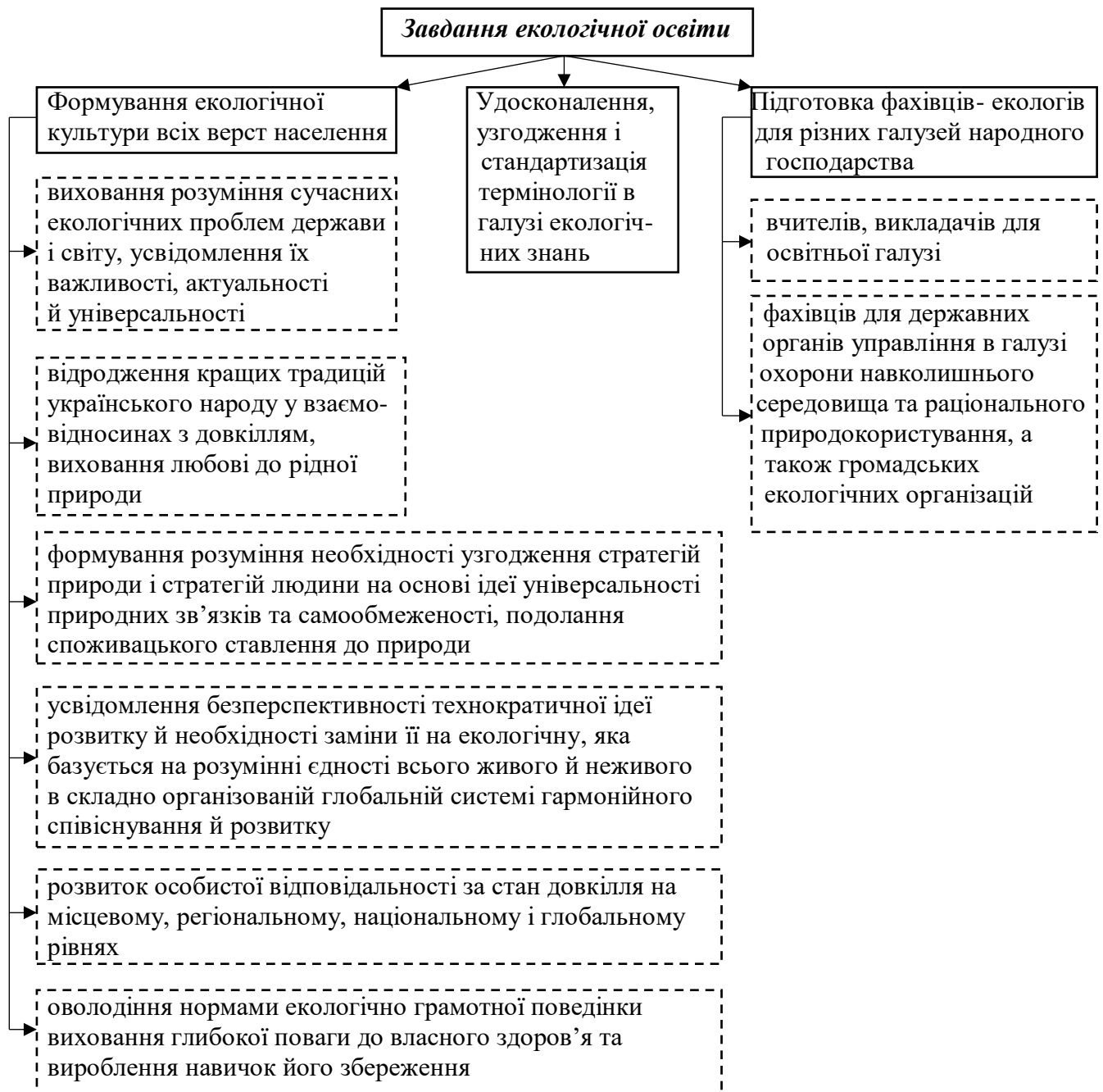


Рис. 14.1. Завдання екологічної освіти.

Дошкільна екологічна освіта, яка покликана сформувати в дитини початкові уявлення про навколишній світ, прищепити повагу і почуття відповідальності за все живе, що її оточує, на основі культурних надбань і традицій народу;

Загальна середня екологічна освіта, яка повинна сформувати систему знань, поглядів і переконань учнів, які забезпечуватимуть громадську відповідальність за стан навколишнього середовища, як основу існування держави, готовність його поліпшувати шляхом прийняття необхідних екологічно грамотних рішень на основі нового стилю мислення і життя у злагоді з природою.

Позашкільна екологічна освіта – додаткова форма екологізації навчально-виховного процесу, спрямована на забезпечення потреб у творчій самореалізації, на поглиблення та розширення базового загальноосвітнього рівня екологічної освіти, підготовку до активної професійної та громадської діяльності у галузі охорони довкілля.

Спеціалізація екологічної освіти здійснюється в спеціальних закладах різних рівнів, що готують фахівців в галузі екології, енвайронментології, енвайронменталістики і раціонального природокористування. Спеціальну екологічну освіту повинні мати ті фахівці, які займаються природоохоронною, управлінською, експертною, викладацькою діяльністю.

Професійно-технічна (професійна) та фахова передвища освіта, мають на меті досягнення цілей ідентичних освіті попереднього рівня і спрямовані на забезпечення здобуття екологічної компетентності учнівською молоддю.

Вища екологічна освіта, яка спрямована на формування у студентів високої екологічної культури, глибоких екологічних знань та біосферного світогляду, здобуття екологічної компетентності, підготовку бакалаврів і магістрів у всіх сферах екологічної практичної управлінської, освітньої та наукової діяльності. Вища екологічна освіта має бути диференційованою, різноплановою, охоплювати всі рівні професійної підготовки з урахуванням потреб особистості, регіонів та держави. **Розвиток вищої екологічної освіти** ґрунтується на комплексному, збалансованому поєднанні природничого, технологічного, економічного, юридичного і соціокультурного підходів. Важлива функція вищої освіти – підготовка фахівців-екологів різного освітньо-кваліфікаційного рівня для освітньої сфери, державних органів управління у галузі охорони довкілля та раціонального природокористування, для громадських та інших організацій.

Післядипломна екологічна освіта (освіта дорослих) призначена для підвищення кваліфікації та перепідготовки державних службовців керівного складу, підприємств, організацій, установ за різними напрямками природоохоронної діяльності, а також для підготовки фахівців-екологів найвищої кваліфікації – кандидатів та докторів наук у галузі екології. **Основна мета післядипломної екологічної освіти** – надання спеціалістам і керівникам різного профілю інформації про новітні досягнення вітчизняних і зарубіжних вчених у галузі сучасної екології, про досвід ефективного природокористування, екологічного маркетингу і бізнесу, регіональної, державної і міжнародної політики, сучасної нормативно-законодавчої бази, основ екологічного менеджменту та аудиту.

Формальна екологічна освіта - це освіта, яка здобувається за освітніми програмами відповідно до визначених законодавством рівнів освіти, галузей знань, спеціальностей (професій) і передбачає досягнення здобувачами освіти визначених стандартами освіти результатів навчання відповідного рівня освіти та здобуття кваліфікацій, що визнаються державою.

Неформальна екологічна освіта призначена для широких верств населення. Вона є доповненням чи альтернативою формальній освіті в навчанні протягом усього життя і реалізується через засоби масової інформації, публічні лекції, бесіди, вебінари, майстер-класи тощо з метою надання людині мінімуму загальних екологічних знань, необхідних кожному, щоб виконувати громадські обов'язки відповідно до державної екологічної політики. Неформальна освіта не передбачає присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій, але може завершуватися присвоєнням професійних та/або часткових освітніх кваліфікацій.

Інформальна екологічна освіта (самоосвіта) передбачає самоорганізоване

здобуття особою екологічної компетентності, зокрема під час повсякденної діяльності, пов'язаної з професійною, громадською або іншою діяльністю, родиною чи дозвіллям. Вона є не інституалізованою формою освіти і засвідчує законодавче врегулювання прав людини на самоосвіту.

Форми реалізації права громадян України на одержання екологічної освіти, закріплені в статті 53 Конституції України, у статті 9 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Законах України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», документі «Концепція екологічної освіти України» та інших законодавчих та підзаконних нормативно-правових актах [9, 10].



Рис. 14.2. Ланки неперервної екологічної освіти.

Екологічна освіта найтіснішим чином пов'язана з екологічним вихованням, яке на відміну від навчання передбачає не тільки інтелектуальний аспект, а й моральний.

Екологічне виховання – це засвоєння людиною екологічних знань та екологічної етики для становлення її життєвої позиції. Воно являє собою систематичну діяльність, спрямовану на розвиток екологічної культури людини сучасності та здобуття екологічної компетентності особистості. Інакше кажучи, **екологічне виховання** – це процес формування активної природозбережувальної позиції (екологічної свідомості) та складовий етап здобуття екологічної компетентності, що здійснюється за допомогою комплексу природоохоронного та екологічного навчання, пропаганди екологічного світогляду.

Процес екологічного виховання визначається як послідовність етапів навчально-виховної діяльності, які у загальному плані можна визначити наступним чином:

1. **Інтелектуальний (або пізнавальний) етап** – формування потреб у глибоких і міцних знаннях (*екологічні потреби*) екологічного змісту як якості особистості, тобто вибір певної екологічної позиції (*погляди, ідеї*). У вивченні складних механізмів природи часто закорінені основи наукових відкриттів
2. **Операційний (або емоційний) етап** (*екологічні інтереси*) – виховання любові до роботи, інтересу до високоефективної трудової діяльності на об'єктах природи, формування умінь і навичок з охорони природи. Установка на трудову чи пошукову діяльність екологічного змісту. Виховання ціннісних орієнтацій (*системи цінностей*), вміння побачити, пізнати, створити прекрасне.
3. **Мотиваційний (або прикладний) етап** (*готовність до екологічної діяльності*) – виявлення та закріплення домінуючих серед сукупності спонукальних мотивів, формування навичок творчої екологічної діяльності, і на цій основі – готовності до екологічно значущої поведінки в природі. Зміст реалізації екологічно значущої поведінки в природі залежить від характеру дій учнів: активні дії, спрямовані на досягнення певних результатів (*виконання*), чи пасивне утримання від діянь, що засуджуються моральною етикою чи забороняються екологічним законодавством, з власного бажання (*дотримання еколого-естетичних норм*). **У разі реалізації екологічно значущої поведінки у формі виконання здійснюється прояв сформованих якостей екологічно вихованої особистості.**

Виховання екологічно культурної особистості в контексті нової освітньої парадигми ґрунтується на створенні умов для розвитку особистості компетентної, вільної та відповідальної за своє існування у Всесвіті. **Свобода та відповідальність** – це ті два регулятори, які мають бути покладені в основу еколого-освітньої навчально-виховного процесу, покликаною забезпечити становлення інтелектуальної, освіченої, толерантної, компетентної особистості, алертного, мудрого і відповідального творця власної траєкторії життя та мотивованого громадянина-будівельника сталого розвитку країни, здатного до системного, гнучкого, інноваційного мислення, усвідомлення безальтернативності біосферосумісності людини і природи, ідей глобального еволюціонізму, коеволюції, адаптаціогенезу, системності, синергетики та спроможного до цілеспрямованих і структурованих, через індивідуальне занурення в культурне середовище, дій з урахуванням тенденцій розвитку та невизначеності умов сучасного глобалізованого світу.

Хід роботи.

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Надати відповіді на тестові питання.
 - 2.1. Суспільна екологічна свідомість – це...:
 - А. Усталена сукупність знань і уявлень людей про природне середовище, антропогенне навантаження на нього, рівень експлуатації ресурсів, реальне розуміння загроз, які виникають в ньому, і можливостей його захисту;
 - Б. Цілісне культурологічне явище, що включає процеси навчання, виховання, розвитку особистості, повинна спрямовуватися на формування екологічної культури, як складової системи національного і громадського виховання всіх верств населення України, екологізацію навчальних дисциплін та програм підготовки;

- В. Історично визначений рівень розвитку суспільства, творчих сил і здібностей людини, виражений у формах і типах організації життя та у створюваних людиною цінностях, якому властиве глибоке і загальне усвідомлення екологічних проблем і динаміки розвитку людства.
- 2.2. Нормативна функція суспільної екологічної свідомості полягає в :
- А. Створенні підґрунтя для формування екологічної культури, екологічної компетентності, відповідальної поведінки як окремих індивідів, так і суспільства загалом;
- Б. З'ясуванні дійсного характеру соціоприродних відносин, причин глобальної екологічної кризи та пошуку шляхів її подолання в інтересах виживання як самої людини, так і природи;
- В. Розробленні на основі пізнання закономірностей розвитку системи «суспільство-природа» норм раціональної природоперетворювальної діяльності.
- 2.3. Який тип екологічної свідомості панував у 80-90 роках ХХ століття?
- А. Біоцентричний; Б. Антропоцентричний; В. Екоцентричний.
- 2.4. Одним з вихідних принципів формування екологічного імперативу є:
- А. Принцип сталого розвитку;
- Б. Принцип золотієї середини;
- В. Принцип рівності поколінь.
- 2.5. Автором терміну «екологічний імператив» є :
- А. Олдо Леопольд; Б. Микита Моїсеєв; В. Альберт Швейцер.
- 2.6. Екологічна етика розглядає природу як...:
- А. Суб'єкт; Б. Об'єкт; В. Предмет.
- 2.7. Екологічний гуманізм – це...:
- А. Форма, що поєднує боротьбу за соціальну справедливість та антимілітарні акції, зелений громадський рух та діяльність по захисту тварин, вегетаріанство та милосердя;
- Б. Галузь міждисциплінарних знань, предметом якої є моральні та духовні аспекти ставлення людини до живої і неживої природи;
- В. Базова екологічна категорія, що показує рівень екологічного розвитку.
- 2.8. Основними видами (ланками) неперервної екологічної освіти є:
- А. Спеціальна освіта;
- Б. Загальна середня освіта;
- В. Неформальна освіта.
- 2.9. Невід'ємними складниками екологічної освіти є:
- А. Вища освіта;
- Б. Бакалаврська освіта;
- В. Магістерська освіта.
- 2.10. Готовність до екологічно значущої поведінки в природі характеризує такий етап навчально-виховної діяльності як:
- А. Операційний; Б. Мотиваційний; В. Пізнавальний.
3. Пояснити сутність висловлювань. Навести філософсько-релігійні чи інші вислови про природу і ставлення до неї, які найбільш запам'ятались Вам упродовж життя.

«Чого хвилюються народи і люди замисляють зло?»

Хто їм сказав: «вінець природи»? Хіба для них її чоло?».

Ліна Костенко.

«Люби природу не як символ душі своєї, люби природу не для себе, люби для неї».

Максим Рильський.

«Щоранку в Африці пробуджується один лев.

Він знає, що має бігти швидше ніж газель, щоб зловити її або вмерти з голоду.

Щоранку в Африці пробуджується одна газель. Вона знає, що має бігти швидше ніж лев або вмерти. Щоранку, коли ти пробуджуєшся, не питай себе, чи ти лев, чи газель, але біжи, біжи»

Бруно Ферреро.

4. Дослідити екофільні риси українського етносу на прикладі популярних у 2022-2023 роках українських пісень. Навести приклади. Які висновки дозволяють зробити ці твори?
5. Сформулювати та записати в таблицю особисті правила поведінки, які, на Ваш погляд, допомагають охороні навколишнього природного середовища та свідчать про певний рівень сформованості екологічної культури та свідомості (табл. 14.1). Оцінити ступінь їх дотримання Вами за 4 бальною шкалою: 4 – дотримуюсь завжди; 3 – переважно дотримуюсь; 2 – дотримуюсь іноді; 1 – не вдається дотримуватися.

Таблиця 14.1

Правила екологічно свідомої, відповідальної поведінки у природі

№	Правило	Особиста оцінка дотримання правил (бал)
1		
2		
3		
n		

6. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке суспільна екологічна свідомість і які функції вона виконує?
2. Які типи екологічної свідомості Вам відомі? Чим вони характеризуються?
3. Що таке екологічний імператив? Хто є автором цього поняття?
4. Що таке екологічна етика? Яких вчених вважають її засновниками?
5. На яких основних принципах ґрунтується екологічна етика?
6. Що таке екологічний гуманізм? Які принципи покладені в його основу?
7. Що таке екологічна освіта? Які основні завдання покладені на неї?
8. Які принципи, види та складники екологічної освіти Вам відомі?
9. Що таке екологічне виховання?
10. Якою послідовністю етапів освітньої навчально-виховної діяльності може характеризуватися процес екологічного виховання?

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Тема	Обсяг годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	2	3	4
1	Розвиток екології в Україні. Видатні вчені екологи України	2	2
2	Основні етапи історичного розвитку екології. Найбільш відомі та вагомні екологічні школи XX-XXI ст.	2	2
3	Взаємозв'язки основних розділів та дисциплін екології	-	2
4	Глобальні екологічні проблеми: подумки чи реальність; передумови та сутність	2	2
5	Екологічне законодавство України. Гарантії реалізації екологічних прав громадян	-	2
6	Розмежування екологічних прав та інтересів громадян. Види екологічних прав громадян України	-	2
7	Типологія, ознаки та характеристика систем. Ознаки системного підходу	-	2
8	Моделювання екологічних процесів. Метод прогнозування в екології	2	2
9	Типологія та специфіка польових екологічних досліджень	-	2
10	Основні постулати екологічної аксіоматики	-	2
11	Поняття «середовище» та його похідні. Критерії типології екологічних факторів	-	2
12	Основні середовища життя та адаптації до них організмів	2	2
13	Кореляційний аналіз	2	2
14	Механізми адаптації людини до різноманітних впливів	-	2
15	Хронобіологія. Біоритми, хронотипи людини	-	2
16	Життєві форми організмів	2	2
17	Структура та динаміка популяцій	2	4
18	Причини коливання чисельності популяцій та її регуляція	2	2

1	2	3	4
19	Вікові стани та морфоекологічна різноякісність популяцій рослин	-	2
20	Сутність та значення поліморфізму популяцій	-	2
21	Оцінка кількісних співвідношень видів у фітоценозі (ряснота, трапляння, ступінь домінування)	2	2
22	Структура та екологія угруповань	2	4
23	Функціонування угруповань. Продуктивність екосистем	-	2
24	Взаємовідносини та взаємозв'язки організмів в угрупованнях	2	4
25	Мірмекофілія, «грибні садочки»	2	2
26	Циклічність та динаміка екосистем. Концепція клімаксу	2	2
27	Біосфера - глобальна екосистема земної кулі (сутність, основні етапи розвитку та еволюції, властивості, ознаки, характерні особливості, основні речовини і функціональні блоки). Вчення про ноосферу	2	4
28	Поняття про біосферу та безальтернативність біосферосумісності людини. Критеріальні підстави визначення місця людини у біосфері	2	2
29	Моніторинг навколишнього середовища	-	2
30	Сталий розвиток: передумови, глобальні цілі, вектори, орієнтовні показники	2	2
31	Екологічний ризик і проблема екологічної безпеки	2	2
32	Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року	2	2
33	Екологічні проблеми, програми, оперативні складові стратегічного плану розвитку міста Кривий Ріг	2	2
34	Особливості регіональної екологічної політики	2	2
35	Екологічна свідомість, культура, етика, освіта та виховання	-	2
Усього годин		42	78

ДОДАТКИ

Додаток 1

Перша допомога в разі нещасних випадків і захворювань в умовах польових досліджень

Здійснення польових екологічних досліджень, як свідчить багаторічний досвід науковців (особливо, під час виїздів на польову практику чималих груп молоді), неминуче пов'язане з певними ризиками. Це зумовлено не лише роботою в незвичних і небезпечних для життя ділянках ландшафтів (водойми, яри, відвали, осипи, зсуви) чи об'єктів (пожежонебезпечні місця, об'єкти з високою напругою електричного струму, високим магнітним чи радіаційним полем тощо), а й можливістю випадкових нещасних випадків через необережність, пустощі, халатність, переохолодження, перегрівання на сонці та ін.

Попередження можливості виникнення ризиків та нещастя, а в разі, коли воно трапилося, зведення до мінімуму його негативних наслідків усі учасники польових робіт обов'язково повинні попередньо бути ознайомлені з тими явищами чи об'єктами, які можуть становити небезпеку (відповідні пояснення й застереження надають викладачі). Крім того, всі вони повинні пройти інструктаж з техніки безпеки. Зрозуміло, що техніка безпечної поведінки для кожної експедиції має свої особливості відповідно до умов, за яких доведеться працювати в полі (одна справа робота в кар'єрі, на родовищі чи в зоні меліорації, зовсім інша - в межах об'єктів індустрії, енергетики або в лісі тощо). Експедиції та загони обов'язково повинні бути забезпечені найнеобхіднішими медикаментами (польовими аптечками) для надання першої допомоги. Кілька осіб (1-2 викладачі та старости студентських груп або студенти, що мають відповідну медичну підготовку) повинні мати навички надання першої медичної допомоги в польових умовах. Щоб не виник ризик захворіти під час практики на деякі небезпечні хвороби, наприклад кліщовий енцефаліт.

При вивихах, переломах чи розтягненні сухожиль рук чи ніг необхідно вміти накладати шини на ушкоджені місця (в тому числі із застосуванням підручних матеріалів), підвішувати кінцівки на косинці, бинтувати, вправляти суглоби (в разі вивиху) тощо. Необхідно вміти зупиняти кровотечу (притиснути в певних місцях артерії, зігнути кінцівки, накласти зупиняючі кров джгути, закрутки), робити непрямий масаж серця, штучне дихання (методи «з рота в рот», Шефера або Сільвестра), вміти звільнити потерпілого від дії електричного струму, з-під уламків завалу, з води тощо. Важливо також знати правила транспортування потерпілого і вміти визначити можливості транспортування. Треба пам'ятати, що в кожному важкому випадку необхідно забезпечити якнайшвидше прибуття до потерпілого лікаря-професіонала!

Члени виїзної групи, особливо призначені відповідальними за надання першої медичної допомоги, повинні бути обізнані з функціями людського організму. Усі органи людини мають свої, властиві лише їм, функції і взаємодіють, утворюючи системи органів. При нещасних випадках, як правило, ураження зазнають одразу кілька систем (наприклад, при сильних опіках - нервова, покривна, кровоносна; при відкритих переломах - опорна, кровоносна, нервова; при утопленні чи захлинанні

водою - дихальна, нервова тощо). Тому слід знати будову основних систем органів тіла людини.

Об'єм крові в організмі людини в середньому дорівнює в чоловіків 5 л, у жінок 4 л; життєва ємкість легенів (дорослої людини) - від 3 до 5,5 л. Частота дихання в дорослих у спокійному стані становить 16 -20 за 1 хв, артеріальний тиск у віці 18 - 50 років від 110/60 до 125/85 мм рт. ст. частота скорочень серця – 60-80 за 1 хв. Зазначимо, що при наданні допомоги потерпілому дуже важливе значення мають рівень обізнаності в медицині та оперативність дій, а також організація кваліфікованої лікарської допомоги.

У період долікарської допомоги необхідно забезпечити евакуацію вивезти, винести) потерпілого з місця небезпеки, де трапалося нещастя, влаштувати його відповідно до ситуації (ізолювати від інших людей, від шуму, холоду чи тепла тощо), забезпечити потерпілому найзручніше положення, визначити вид травми, пошкодження чи хвороби, загальний стан і почати надавати першу допомогу.

При нещасних випадках, у разі потреби, здійснюють реанімаційні заходи (оживлення за допомогою зовнішнього масажу серця, штучного дихання), зупиняють кровотечі, обробляють рани, проводять іммобілізацію, закріплюють шинами ділянки переломів.

При захворюваннях з'ясовують причину хвороби (застида, отруєння, перевтома, переохолодження, перегрівання, алергія тощо), вимірюють температуру тіла, уточнюють, яка саме система уражена. Це допоможе при опитуванні хворого, його уважному огляді та наступній консультації з колегами, які пройшли медичний інструктаж, а також (безпосередньо чи зателефонувати) консультації з лікарем-фахівцем, якого обов'язково необхідно повідомити про випадок захворювання й основні симптоми останнього.

Таблиця Д. 1.1

Перша допомога у разі нещасних випадків

Вид ураження	Перша допомога
Харчове отруєння	Якнайшвидше треба промити шлунок потерпілому 5-6 склянками кип'яченої води, дезінфікувати шлунок розчином перманганату калію (на склянку кип'яченої води - кілька крупинок), дати випити кілька склянок блідо-рожевого розчину й очистити шлунок, викликавши блювання. Для зменшення болю й подальшого лікування рекомендується дати хворому ентеросорбент (1-2 таблетки активованого вугілля, сорбексу, антоксилу, ентерос-гелю, бесалолу, фуразолідону тощо)
Отруєння газом (чадним, ацетиленом, парами бензину тощо)	Вивести (винести) потерпілого на чисте повітря, розстібнути одяг, що заважає диханню, покласти під голову подушку (речі), вкрити, покласти на голову та груди холодний компрес, дати понюхати нашатирного спирту, напоїти теплим чаєм, молоком, бажано дати кисневу подушку. При порушенні дихання застосовують штучне дихання
Перегрівання	Негайно перевести потерпілого в затінене прохолодне місце, розстібнути одяг, вкласти, дати (якщо потрібно) прохолодної води чи молока, покласти на голову мокру прохолодну хустину чи рушник, дати, залежно від симптомів ліки від головного чи серцевого болю
Переохолодження	Якнайшвидше відновити кровообіг у вражених частинах тіла розтиранням - спочатку на холоді, потім у теплому приміщенні. Для цього використовують суху вовняну чи сукняну тканину (можна просто руками) або тканину, змочену спиртом чи горілкою. Розтирають тіло до

	<p>почервоніння шкіри. Якщо шкіра обморожена, після розтирання ушкоджене місце перев'язують стерильною пов'язкою. Якщо на обмороженій шкірі є набряки й пухирці, то розтирати, як і змащувати її теплою водою чи маслом, не можна. Потерпілого треба відправити до лікарні. Приморожені руки й ноги відігрівають поступово у воді з температурою від 20 до 38⁰С.</p>
Утоплення	<p>Одразу після витягнення потерпілого з води оглядають порожнину рота та носа й очищають їх від піску чи інших сторонніх речовин. Далі з дихальних шляхів видаляють воду, поклавши потерпілого обличчям вниз, животом на зігнуту в коліні ногу того, хто допомагає. Ритмічними сильними поштовхами (натисканням) на спину з легенів і шлунку виштовхують воду. Після цього застосовують штучне дихання. Штучне дихання можна виконувати кількома методами: Сильвестра, Шефера та «з рота в рот».</p> <p>За методом Сильвестра потерпілого кладуть на спину, руки витягують за голову, під лопатки підкладають валик із згорнутого одягу, ковдри тощо. Голову повертають набік, трохи витягають язика (захопивши бітником його за кінчик) і стежать, щоб він не запав знову. Ставши на коліна за головою потерпілого (на одній лінії з тілом, обличчям до нього), беруть його за зап'ястя й активно виконують рухи «до грудей» (видих) і «від грудей за голову» (вдих), 16-18 разів за 1 хв. У положенні «руки біля грудей» трохи натиск потерпілого, виганяючи повітря з легень, а в положенні «руки, витягнуті над головою потерпілого» - нагнітаючи повітря в легені. При переломах ребер чи інших ушкодженнях грудини цей спосіб застосовувати не можна.</p> <p>За методом Шефера, потерпілого кладуть на живіт, обидві руки витягують уперед (одну з них можна, зігнувши в лікті, підкласти під голову). Голову повертають набік, відкривають потерпілому рота. Сівши йому на ноги, кладуть свої руки на спину потерпілого в районі його легенів, начебто обнімаючи його трохи вище талії, і виконують рухи «натиск» (видих) - «послаблення» (вдих) 16 разів на 1 хв, примушуючи рухатися повітря в легенях потерпілого.</p> <p>Метод «з рота в рот». Потерпілого кладуть на спину та витягують його руки вздовж тіла. Стають навколійки біля його голови, одну свою руку підкладають під шию потерпілого, притримуючи голову, другу руку кладуть йому на лоба. Відкривають потерпілому рот, витирають його (горілкою чи спиртом), прочищають і покривають чистим бинтом (марлею). Набравши в свої легені якомога більше повітря, припадають щільно губами до рота потерпілого і з силою вдувають йому повітря в легені (вдих). Відірвавшись від рота потерпілого, випускають з його легень повітря (видих). Процедуру повторюють багато разів, замінюючи тих, хто допомагає, щоб дати їм перепочити</p>
Запорошування очей	<p>Ніколи не слід терти очі при попаданні в них пилу, піщинок, частинок металу, скла, деревини тощо. Око промивають холодною заваркою чаю, розчином борної кислоти (одна чайна ложка на склянку води) або чистою кип'яченою водою. Для промивання відтягують по черзі нижнє та верхнє віка очей і обережно вимивають з ока чужорідні частинки, капаючи розчині зовнішні куточки очей (вода має стікати до перенісся). При потребі накладають на око чисту пов'язку і відправляють потерпілого до лікаря</p>
Поранення (відкриті рани)	<p>Руки повинні бути вимиті з милом, пальці продезинфіковані спиртом або йодом. Залежно від характеру рани її бинтують, попередньо обережно очистивши шкіру навколо неї та видаливши з неї великі частинки бруду чи сторонні предмети. Рану не можна промивати водою чи будь-яким іншим розчином, присипати порошками чи змащувати будь-якими мазями. Не</p>

	видаляйте з рани згустків крові. При значній кровотечі тимчасово притискаються кровоносні судини, що живлять рану
Забої	До забитого місця для зменшення болю й припливу крові слід прикласти чистий холодний металевий предмет, пляшку з холодною водою, снігом чи льодом, гумовий пухир з холодною водою чи змочену водою хустинку, рушник тощо (при цьому треба частіше міняти примочки). Забиту частину тіла треба трохи підняти, слід забезпечити потерпілому повний спокій. При забоях голови, живота, грудей необхідно мати на увазі можливість ушкодження внутрішніх органів
Вивихи	Вивих повинен вправляти тільки спеціаліст, щоб не пошкодити зв'язок та кісток. Треба лише підвісити руку на хустці (якщо вивихнута рука), підкласти під коліно м'який предмет (якщо вивихнута стегно) або перев'язати нижню кінцівку м'якою пов'язкою (якщо вивихнута стопа), забезпечити потерпілого допоміжними засобами (милиця, тростина) для уможливлення та полегшення пересування
Переломи	Чіпати та вправляти переломи кісток категорично забороняється! Потерпілому слід надати найбільш безболісного положення й викликати лікаря чи доставити його в лікарню. При відкритих переломах треба зупинити кровотечу, розрізати одяг навколо рани, а її обробити дезінфікуючими речовинами (перекис водню), а навколо рани -йодом чи зеленкою. Рану перев'язують стерильною пов'язкою, накладають шину. При проломі черепа необхідно забезпечити повний спокій і нерухомість голови потерпілого (її кладуть між м'якими валиками з одягу, ковдри). При великих черепних травмах у потерпілого, зазвичай, настає втрата свідомості, кровотеча з вух та рота, блювання. До голови у місці травми прикладають пухир із льодом, а рану дезінфікують та перев'язують. З великими травмами черепа слід бути надзвичайно обережними! При сильних травмах черепа, таза, хребта потерпілому необхідно забезпечити повний спокій, зручне положення, що не викликає посилення болю чи подальшого травмування, припинити кровотечу й якнайшвидше викликати лікаря!
Кровотеча	Кровотечі бувають зовнішні й внутрішні, і сила їх залежить від ступеня ушкодження та розміру ушкодженої судини. Розрізняють також кровотечі артеріальні, венозні та капілярні. Найнебезпечніші артеріальні кровотечі, в цьому разі кров має яскраво-червоний колір. Менш небезпечні - капілярні кровотечі, коли кров лише в незначній кількості височується з рани. При артеріальній кровотечі смерть може настати за кілька хвилин, тому треба докласти максимум зусиль для її зупинення. Тимчасово її можна припинити, притискаючи кінчиками пальців, складених до купи, відповідну артерію вище від рани. Натискають поперек артерії. Щелепна артерія притискується на нижній частині обличчя, скронева -- спереду вуха на скроні й чолі, сонна - на шиї і голові, підключична - у надключичній ямці, у пахві та на плечі поблизу плечового суглоба, стегова - на гомілиці та стегні, променева та ліктьова - біля кисті. Можна згинати кінцівки. Найкращий спосіб - це накладання джгута з будь-якого матеріалу. Джгут чи закрутка накладаються не більше, ніж на 2 години, щоб не викликати некрозу (омертвіння) тканин; тому через кожних 1-1,5 годин роблять обережні попуски крові до кінцівок на 10-15 хвилин. У цей час артерію постійно притискають пальцями, контролюючи кровотечу. Дуже небезпечна кровотеча з внутрішніх органів. Її визначають за такими ознаками: потерпілий значно слабне, стає блідим, може втратити свідомість. У цьому разі необхідно забезпечити потерпілому повний спокій,

	<p>надати зручне положення тіла, до місця травми прикласти пухир з льодом чи холодною водою.</p> <p>Для припинення кровотечі з носа потерпілому розстібують комір, голову злегка відхиляють назад і пропонують дихати лише ротом. М'які частини носа (крила) притискають пальцями, на перенісся й потилицю кладуть холодні примочки, грудочки льоду в поліетиленовому пакеті тощо. Згустки крові не висморкують, а обережно витирають мокрою ваткою чи бинтом. Голову не нахиляють вниз і не роблять різких рухів</p>
Втрата свідомості	<p>При втраті свідомості (різка блідість обличчя та слизових оболонок, слабкий пульс, поверхнєве дихання, піт на обличчі, затьмарений погляд) розстібують одяг, полегшуючи хворому дихання, виносять його на свіже повітря. У лежачому стані злегка піднімають ноги, дають понюхати нашатирного спирту. П'ють міцним чаєм чи кавою. Обличчя й груди можна змочити водою</p>
Хімічні опіки	<p>Уражене місце негайно промивають великою кількістю води протягом 10--15 хв. Пошкоджений одяг обережно знімають або розрізають. Після промивання водою уражене місце обробляють нейтралізуючими розчинами</p>
Термічні опіки	<p>На потерпілого (якщо на ньому загорівся одяг) негайно накидають будь-яку тканину, пальто, брезент, ковдру, щоб загасити вогонь (полум'я збивається також водою, піском, сирим листям). Обпечені ділянки шкіри не обробляють, їх не торкаються і нічим не змазують. Необхідно лише зняти одяг, взуття, а потерпілому з тяжкими опіками й цього робити не можна. Його загортають в чисту тканину, тепло вкривають, напоюють теплим чаєм, негайно викликають лікаря</p>
Ураження електричним струмом	<p>Якомога швидше припиняють контакт з струмопровідними матеріалами, швидко вимикають напругу. При цьому слід користуватися сухою палицею чи дошкою, тобто тим, що не проводить електричного струму. Проводи можна перерубати сокирою з дерев'яною ручкою або лопатою (кожний окремо), потерпілого відтягають за одяг, уникаючи контакту зі всім, що проводить електричний струм. При напрузі понад 1000 В треба одягти діелектричні рукавиці, гумові чоботи, мати ізольовані кліщі чи кусачки. Треба пам'ятати про крокову напругу (3-3,5-метрова зона від місця контакту з джерелом струму високої напруги). Потерпілого витягають з цієї зони, переміщуючись при цьому дуже короткими кроками</p>

Рекомендований склад польової медичної аптечки: індивідуальні пакети (4-6 шт.); бинти (10-12 шт.); лейкопластир; медичні рукавички (2 пари); йодна настоянка (50 г); борна кислота (20 г); нашатирний спирт (20 г); етиловий спирт (50 г); валеріанові краплі (50 г); вазелін (30 г); харчова сода (50 г); перманганат калію (5-10 г); перекис водню (250 мл); таблетки для зняття головного болю (анальгін, темпалгін тощо); но-шпа; аспірин; фталазол, ніфуроксазид; німесіл, парацетомол; активоване вугілля, сорбекс; валідол; джгут-турнікет (1-2 шт.); шини (1 комплект); вата (1-2 пакети); медичний термометр; тонометр; назофарингеальний повітропровід; ножиці атравматичні для розрізання одягу та взуття; маркер для нанесення інформації [1, 23].

Додаток 2

Таблиця Д.2.1

Основні постулати екологічної аксіоматики

Назва постулату	Формулювання (зміст)
Принцип Ле Шательє – Брауна (1884 р.)	При зовнішньому впливі, що виводить систему зі стану стійкої рівноваги, ця рівновага зміщується в тому напрямку, при якому ефект зовнішнього впливу послаблюється
Закон внутрішньої динамічної рівноваги	Будь-яка природна система має внутрішню енергію, речовину, інформацію та динамічні якості, пов'язані настільки, що будь-яка зміна одного з цих показників викликає зміни інших, зберігаючи при цьому загальні речовинно-енергетичні, інформаційні та динамічні якості системи
<i>Постулати функціонального блоку</i>	
Закон мінімуму чи закон Лібіха (1840 р.)	Витривалість організму визначається самою слабкою ланкою в ланцюгу його екологічних потреб, тобто життєві можливості організмів лімітують (обмежують) ті екологічні фактори, кількість та якість яких близька до необхідному організму чи екосистемі мінімуму. Подальше їх зниження призводить до загибелі організму або деструкції системи
Закон оптимуму (закон толерантності, закон Шелфорда (1915 р.)	Лімітуючим фактором процвітання організму (виду, екосистеми) може бути як мінімум, так і максимум екологічного фактору, діапазон між якими визначає ступінь витривалості (толерантності) організму до цього фактору
Закон сукупної чи сумісної дії екологічних факторів або закон Мітчерліха-Тінемана-Бауле (1908-1918 рр.)	Продуктивність біологічної системи визначається усією сукупністю факторів, які впливають на неї, а не лише фактором, що знаходиться у мінімумі
Закон рівнозначності всіх умов життя або закон незамінності факторів, або закон Вільямса (1949 р.)	Усі фундаментальні екологічні фактори середовища (природні умови) необхідні для життя, відіграють рівнозначну роль, не можуть бути повністю замінені іншими
Закон екологічної кореляції	В екосистемі, як в будь-якому цілісному природно-системному утворенні, всі види живого, що входять до складу, та абіотичні екологічні компоненти функціонально відповідають один одному
Закон сукцесійного сповільнення	Процеси, що проходять у зрілих рівноважних системах, які перебувають у стійкому стані, як правило, виявляють тенденцію до сповільнення
Закон оптимальності	З найбільшою ефективністю будь-яка система функціонує в деяких просторово-часових межах, тобто ніяка система не може звужуватися і розширюватися до нескінченності
Закон розвитку природної системи за рахунок довкілля	Будь-яка природна система може розвиватися лише за рахунок використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей довкілля. Абсолютно ізольований саморозвиток неможливий. Основні наслідки закону: 1) абсолютно безвідходне виробництво неможливо; 2) будь-яка високоорганізована біотична система, використовуючи та видозмінюючи середовище існування, є

	потенційною загрозою для більш низькоорганізованих систем; 3) біосфера Землі як система розвивається не тільки за рахунок ресурсів планети, але й опосередковано за рахунок і під керуючим впливом космічних систем
Закон максимуму біогенної енергії чи закон В.І. Вернадського - Е.С. Бауера (1935 р.)	Будь-яка біологічна і «біокосна» система (система за участю живого), перебуваючи у стані «стійкої нерівноваги», тобто динамічної рухомої рівноваги з навколишнім середовищем, і еволюційно розвиваючись, збільшує свій вплив на середовище
Закон максимізації енергії чи закон Говарда та Юджина Одумів	У суперництві з іншими системами виживає та з них, яка найкраще сприяє надходженню енергії і використовує максимальну її кількість найбільш ефективним способом. З цією метою система: 1) створює накопичувачі (сховища) високоякісної енергії; 2) витрачає певну кількість накопиченої енергії на забезпечення надходження нової енергії; 3) забезпечує кругообіг різних речовин; 4) створює механізми регулювання, які підтримують стійкість системи та її здатність пристосування до мінливих умов; 5) налагоджує з іншими системами обмін, необхідний для забезпечення потреб в енергії спеціальних видів. Слід зауважити, що цей закон справедливий і щодо інформації, тому його можна розглядати як закон максимізації енергії та інформації: найкращими шансами на самозбереження володіє система, яка найбільшою мірою сприяє надходженню, виробленню й ефективному використанню енергії та інформації. Максимальне надходження речовини як такого не гарантує успіху системі в конкурентній групі інших аналогічних систем
Закон неперервності (континуальності) чи закон (постулат) Лейбніца - Богданова	Природа континуальна. Будь-яке виділення частини з цілого є штучним і обумовленим характером пізнавальної діяльності. Системи виділяються з континууму суб'єктивно та певною мірою довільно відповідно до мети дослідження
Закон послідовності проходження фаз розвитку	Фази розвитку природної системи можуть проходити лише в еволюційно закріпленому (історично та екологічно обумовленому) порядку, зазвичай від відносно простого до складного, як правило, без випадіння проміжних етапів (але, можливо, з дуже швидким їх проходженням або еволюційно закріпленою відсутністю)
Закони системи «хижак-жертва» В. Вольтерра (1925-1926 рр.)	1. Закон періодичного циклу: процес знищення жертви хижаком нерідко призводить до періодичних коливань чисельності популяцій обох видів і залежить це тільки від швидкості зростання популяцій хижака та жертви і від початкового співвідношення їх чисельності; 2. Закон збереження середніх величин: середня чисельність популяції для кожного виду постійна, незалежно від початкового рівня, за умови, що специфічні швидкості збільшення чисельності популяцій, а також ефективність хижацтва є постійними; 3. Закон порушення середніх величин: у разі аналогічного порушення чисельності популяцій хижака та жертви (напр., риб у процесі промислу пропорційно їхній чисельності)

	середня чисельність популяції жертви зростає, а популяції хижака - зменшується
Закон компенсації екологічних факторів чи закон взаємозамінності факторів, чи закон В.Р. Рюбеля (1930)	Відсутність чи нестача певних екологічних факторів може бути деяким чином компенсована будь-яким аналогічним фактором
Правило взаємоприспособування чи правило К. Мебіуса - Г.Ф. Морозова	Види у біоценозі пристосовані один до одного настільки, що їхнє угруповання становить внутрішньо суперечливе, але єдине і взаємопов'язане системне ціле. У природних біоценозах не існує корисних і шкідливих птахів, корисних і шкідливих комах все слугує один одному і взаємно пристосоване одне до одного
Правило обов'язкового заповнення екологічних ніш	Не існує виду без ніші, не існує ніші без виду. Порожня екологічна ніша завжди і обов'язково заповнюється
Правило заміщення екологічних умов або правило В.В. Альохіна	Будь-яка умова середовища в деякій мірі може замінюватися іншою, отже, внутрішні причини екологічних явищ при аналогічному зовнішньому ефекті можуть бути різними
Правило оптимальної компонентної доповняльності	Ніяка система не може самостійно існувати при штучно створеному значному надлишку чи нестачі одного з екологічних компонентів. «Нормою» екологічного компоненту слід вважати ту його величину, що забезпечує екологічну рівновагу певного типу, яка дозволяє функціонувати саме цій екосистемі, що в свою чергу відповідає наявному балансу в природній надсистемі
Правило внутрішнього непротириччя	У природних екосистемах діяльність видів, які їх складають, спрямована на підтримку цих екосистем як середовища власного існування. Види у природі не можуть руйнувати середовище свого існування (це не належить до сучасної людини), так як це призводить до їхнього самознищення
Правило системної доповняльності	Підсистеми однієї природної системи у своєму розвитку забезпечують передумови успішного розвитку та саморегуляції інших підсистем, які входять до складу тієї ж системи (якщо система не зазнає потужної зовнішньої деформації)
Правило географічного оптимуму	У центрі видового ареалу зазвичай існують оптимальні для виду умови існування, які погіршуються до периферії області існування виду
Принцип виключення чи принцип конкурентного виключення, чи теорема Гаузе (1935 р.)	Два види не можуть існувати в одній і тій же місцевості, якщо їх екологічні потреби ідентичні, тобто якщо вони займають одну і ту ж екологічну нішу
Принцип співіснування чи парадокс Хатчінсона	Два види можуть співіснувати в одній екологічній ніші, і якщо близькі види вимушені використовувати одні й ті ж ресурси, то природний добір може сприяти їхньому співіснуванню та еволюціонуванню в одному напрямку
Принцип видового збіднення (заміщення)	Основні закономірності, які автоматично здійснюються в ході порушення видового різноманіття всередині екосистем: 1) принцип консорційної цілісності; 2) принцип біологічного заміщення; 3) принцип зміни трофічних ланцюгів (сіток); 4) принцип невизначеності господарського значення зміни видів

Принцип «нульового» максимуму Маргалєфа	Екосистема в сукцесійному розвитку прагне до утворення найбільшої біомаси за найменшої біологічної продуктивності, тобто термодинамічної раціональності
Принцип «сукцесійного очищення» Маргалєфа	В процесі наближення до клімаксу видове різноманіття зменшується
<i>Постулати структурного блоку</i>	
Закон системоперіодичний	Принципи структурної побудови та управління однорідних природних систем у їхній ієрархічній супідрядності повторюються з певною періодичністю в залежності від дії єдиного системоутворюючого фактору (факторів). Частковими випадками цього закону є періодичний закон хімічних елементів Д.І. Менделєєва та закон гомологічних рядів спадкової мінливості М.І. Вавілова
Закон періодичний хімічних елементів або закон Д.І. Менделєєв (1869 р.)	Властивості хімічних елементів, простих речовин, а також склад і властивості сполук, перебувають у періодичній залежності від значень атомних мас
Закон гомологічних рядів або закон М.І. Вавілова (1920 р.)	Споріднені види, роди, родини тощо містять гомологічні гени та порядки генів у хромосомах, подібність яких тим більша, чим еволюційно ближчі таксони, які порівнюють. Закон встановлює паралелізм у спадковій мінливості організмів: 1. Генотипічно близькі види та роди характеризуються подібними рядами спадкової мінливості з такою правильністю, що знаючи ряд форм одного виду, можна передбачити існування тотожних форм у інших видів і родів. Чим генетично ближче розміщені в загальній системі роди та види, тим більша подібність у рядах їхньої мінливості. 2. Цілі родини рослин загалом характеризуються певним циклом мінливості, що проходить через усі роди та види, які становлять родину
Закон біогенної міграції атомів (В.І. Вернадський)	Міграція хімічних елементів на земній поверхні та в біосфері загалом здійснюється за безпосередньої участі живої речовини (біогенна міграція) або у середовищі, геохімічні особливості якого зумовлені живою речовиною (O ₂ , CO ₂ , H ₂ тощо), як тієї, що нині наявна на планеті, так і тієї, яка існувала на Землі протягом усієї її геологічної історії
Закон фізико-хімічної єдності живої речовини (В.І. Вернадський)	Уся жива речовина Землі фізико-хімічно єдина
Закон константності живої речовини (Бюффона - Вернадського)	Кількість живої речовини у біосфері (для даного геологічного періоду) постійна (константна)
Закон кореляції або закон Кюв'є (1830 р.)	В організмі, як цілісній системі, всі частини відповідають одна одній як за будовою, так і за функціями
Закон упорядкування заповнення простору та просторово-часової визначеності	Заповнення простору всередині природної системи в силу взаємодії між її підсистемами впорядковано таким чином, що дозволяє реалізовуватися гомеостатичним властивостям системи з мінімальними протиріччями між її внутрішніми частинами. Порушення природної впорядкованості заповнення простору в природних системах у процесі їхнього використання

	вимагає додаткових витрат і засобів їхньої підтримки у продуктивному стані
Закон кіральної (хіральної) чистоти чи закон Луї Пастера (1848 р.)	Жива речовина складається з хіральних чистих структур. Хіральність або хіральна чистота – наявність виключно об'єктів, несумісних зі своїм дзеркальним відображенням (типу правої та лівої руки, звідки і походження терміну (від грець. «χέρη» - рука). Білки живого побудовані тільки з «лівих» амінокислот, нуклеїнові кислоти складені виключно з цукрів, що повертають площину поляризації світла вправо і т. д. Синтетично такі речовини отримати дуже важко. Речовини небіогенного походження хіральні симетричні - «лівих» і «правих» молекул в них порівну
Закон суб'єктивної кількісної оцінки подразника або закон Е. Вебера (1834 р.) – Г. Фехнера (1860 р.)	Інтенсивність відчуття пропорційна логарифму інтенсивності стимулу. Чим сильніше подразник, тим складніше суб'єктивно кількісно оцінити його. Наприклад, слабе джерело світла можна побачити лише в темряві
Закон (правило) збіднення різновидів живої речовини в острівних її згущеннях чи правило Г.Ф. Хільмі (1963 р.)	Індивідуальна система, що працює в середовищі з рівнем організації, нижчим, аніж рівень самої системи, приречена поступово втрачати свою структуру, система через деякий час розчиниться в навколишньому середовищі
Закон відносної незалежності адаптацій	Висока адаптованість до одного фактору середовища не підвищує адаптованість до інших факторів
Правило К. Бергмана (1847 р.)	У теплокровних тварин одного виду розміри тіла особин статистично більші у холодних частинах ареалу та менші в більш теплих, тобто розмір тіла збільшується з географічною широтою
Правило Дж. Аллена (1877 р.)	Виступаючі частини тіла теплокровних тварин у холодному кліматі коротші, ніж у теплом, тому вони віддають у навколишнє середовище менше теплоти
Правило К. Глогера (1833 р.)	Географічні раси тварин у теплих регіонах пігментовані сильніше (тобто особини мають темніший окрас), ніж у холодних і сухих
Правило Ф. Дарлінгтона	Зменшення площі острова в 10 разів скорочує кількість видів, що живуть на ньому, удвічі. Це необхідно враховувати при визначенні площі заповідника чи іншої природно - заповідної території
Правило А. Уоллеса (1859 р.)	По мірі просування з півночі на південь видове різноманіття зростає, тому що північні біоценози історично молодші та зазнають нестачі сонячної енергії
Правил екологічної індивідуальності Раменського - Глізона	Кожен вид є специфічним за можливостями адаптації до середовища існування
Принцип агрегації особин або принцип В. Оллі (1931 р.)	Агрегація (об'єднання) особин у групи, як правило, підвищує конкуренцію між ними за харчові ресурси та життєвий простір, але збільшує здатність до виживання групи в цілому
Принципи зв'язку «біотоп-біоценоз»	1. Принцип різноманітності (А. Тінеман, 1918 р.): чим різноманітніші умови біотопу, тим більше видів в біоценозі; 2. Принцип відхилення умов (А. Тінеман (1918 р.): чим більші відхилення умов біотопу (екотопу) від норми, тим бідніший видами і специфічніший біоценоз (фітоценоз), а чисельність особин окремих видів, що його складають, вища;

	<p>3. Принцип повільності змін середовища (Г.М.Ф. Ранца (1952 р.): чим повільніше змінюються умови середовища (біотопу, екотопу) і чим триваліше він залишається незмінним, тим багатше видами біоценоз (фітоценоз) і тим більше він урівноважений та сталий.</p> <p>4. Принцип видо-родового представництва (І. Іллісса (1973 р.): оскільки два види навіть близькоспоріднені не можуть займати однакові екологічні ніші в одному біотопі, багаті видами роди зазвичай наведені і біоценозі (фітоценозі) одним своїм представником</p>
Принцип крайового ефекту (екотону)	На межах угруповань спостерігається тенденція підвищення екологічного різноманіття та щільності популяцій («ефект опушки»)
<i>Постулати еволюційного блоку</i>	
Закон максимуму біогенної енергії (закон В.І. Вернадського – Е.С. Бауера)	Будь-яка біологічна і біоосна система з участю живого, яка перебуває в стані «стійкої нерівноваги», тобто динамічно рухливої рівноваги з навколишнім середовищем, в процесі еволюційного розвитку збільшує свій вплив на середовище
Закон прискорення еволюції	Швидкість формоутворення живої речовини в процесі геологічного часу зростає, а середня тривалість існування видів всередині більшої за розміром систематичної категорії зменшується, тобто високоорганізовані форми існують менший проміжок часу, ніж низькоорганізовані. Закону властивий імовірнісний характер
Закон системогенетичний Н.Ф. Реймерса	Більшість природних систем, зокрема геологічні утворення, особини, біотичні угруповання, екосистеми тощо, в індивідуальному розвитку повторюють у скороченій формі (нерідко закономірно змінений та узагальнений) еволюційний шлях розвитку власної системної структури. Цей закон у разі керування природними процесами змушує враховувати закономірне проходження ними певних (у т. ч. проміжних) фаз, нехтування якими робить неможливим досягнення бажаної мети
Закон біогенетичний (закон Е. Геккеля - Ф. Мюллера (1866 р.)	Організм (особина) в індивідуальному розвитку (онтогенезі) повторює (в скороченому і закономірно зміненому вигляді) історичний (еволюційний) розвиток свого виду (філогенез). Закон справедливий лише в загальних рисах, оскільки немає жодної стадії розвитку, протягом якої зародок повністю повторював би будову якогось із своїх предків. Закон є історичним попередником системогенетичного закону
Закон збільшення розмірів та маси організмів у філогенетичній гілці (закон Е. Копа (1896 р.) і Ч. Делера (1907 р.))	З плином геологічного часу форми, які виживають, збільшують свої розміри (а, отже, й масу), а далі вимирають. Це відбувається внаслідок того, що чим дрібніші особини, тим їм важче протистояти процесам зміни ентропії (що зрівноважують розподіл енергії), закономірно організувати енергетичні потоки для виконання життєвих функцій. Тому еволюційно розміри форми збільшуються. Протистояння процесам ентропії забезпечує збільшення розмірів організмів, однак збільшення їхніх розмірів спричинює й відхилення від закону оптимальності у бік збільшення, що,

	як правило, призводить до вимирання досить великих організмів. Оскільки, стосовно чинників середовища, поняття «великий» та «дрібний» відносні, то можуть вимирати не лише гіганти, а й організми, що вийшли за межі дозволеного законом оптимальності розміру для даних умов. Закон певним чином справедливий і для екологічних систем: досить дрібні системи втрачають своє «обличчя» й еволюційно зникають, а досить великі прогресують до досягнення аномальних розмірів і розщеплюються на дрібніші природні системи, втрачаючи свою початкову гомогенність
Закони еволюції К. Рульє (1837 р.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закон взаємодії тваринного з зовнішнім світом або закон двоїстості живих елементів: для існування повного кола розвитку потрібна взаємна участь двоякого роду елементів, тих, які належать живому і зовнішніх для нього; 2. Закон поступового утворення всього суцього: все наступне є розвитком попереднього з додаванням нового; 3. Закон ускладнення (системної) організації: Історичний розвиток живих організмів, а також усіх інших природних систем, призводить до ускладнення їхньої організації шляхом наростання диференціації (розподілу) функцій та органів (підсистем), які виконують ці функції
Закон еволюційно-екологічної незворотності	Екосистема, що втратила частину своїх елементів чи змінена іншою внаслідок дисбалансу компонентів, не може повернутися до вихідного стану, якщо в ході цього процесу відбулися еволюційні (мікроеволюційні) зміни в екологічних елементах, що збереглися чи тимчасово втрачені
Закон незворотності еволюції чи закон Луї Долло (1893 р.)	Організм (популяція, вид, екосистема) не можуть повернутися до попереднього стану, тобто до стану в якому перебували предки. До цього закону дотичний і закон Амбера, сформульований в 1950 році, згідно з яким ознаки, які зникли в процесі еволюції, філогенетично не відновлюються
Закон збільшення ступеня ідеальності (закон чи принцип Лейбніца або «ефект чеширського кота»)	Гармонійність відносин між частинами системи історико-еволюційно зростає (система може зберігати функції в разі мінімізації розмірів – кіт, що тане з хвоста, вже зник, але його посмішку ще видно). Загальносистемний принцип, який вказує на те, що людство, перетворюючись на глобальну геологічну силу, неминуче має консолідувати свої сили, перейти від конфронтації до співпраці, коеволюції
Правило харчової кореляції чи правило Вінні-Едвардса	В процесі еволюції зберігаються лише ті популяції, швидкість розмноження яких корелює з кількістю харчових ресурсів середовища існування. При цьому швидкість розмноження завжди нижче максимально можливої і постійно залишається запас харчових ресурсів. Відхилення від цього принципу призводить до того, що популяція залишається позбавленою їжі та вмирає або знижує темпи розмноження
Правило відповідності умов середовища генетичній визначеності організму	Будь-який вид організмів може існувати до тих пір та оскільки, остільки навколишнє природне середовище буде відповідати генетичним можливостям пристосування цього виду до коливань та змін довкілля

Правило періодичності еволюції чи закон О.М. Сєверцова (1920)	В еволюції чергуються періоди ароморфозів, які забезпечують «прорив» у нові екологічні зони (прогресивна еволюція), та часткових адаптацій – алломорфозів, завдяки яким освоюються екологічні ніші в межах адаптивних зон (горизонтальна еволюція)
Принцип геоісторичний	Геологічні процеси (у широкому розумінні) та явища не залишалися незмінними впродовж геологічного часу, а тому їх неможна повністю ототожнювати із сучасними процесами та явищами
Принцип спрямованості еволюції чи принцип Ларса Онсагера, чи принцип дисипації енергії (1931 р.)	За імовірності розвитку процесу в деякій множині напрямів, які приспускає термодинаміка, реалізується той напрям, який забезпечує мінімум дисипації енергії, тобто мінімум зростання ентропії. Таким чином еволюція завжди спрямована на розсіювання енергії, на її нерівномірний розподіл
Теорема Пригожина (1947 р.) чи принцип Пригожина-Онсагера	Ентропія у відкритих системах знижується до тих пір, поки не досягне постійного мінімального значення
Принцип спонтанного виникнення Пригожина	У складних системах можливі критичні стани, коли найменші відхилення можуть призвести до появи нових структур, повністю відмінних від попередніх (це може призвести до катастрофи, так званий ефект «снігової кулі»)
Принцип катастрофічного поштовху	Глобальна природна чи природно-антропогенна катастрофа (зближення Землі з іншими космічними тілами, зіткнення з астероїдом, різкі зміни клімату, збіднення біоти (вимирання видів) тощо) завжди призводить до істотних еволюційних перебудов, які відносно прогресивні для природи й адаптують її системи до нових умов середовища, але не обов'язково корисні для виду чи іншої систематичної категорії, в тому числі й для життя та господарської діяльності людини
Принцип перервної безперервності еволюції чи правило Гоулда - Елдріджа	Процес еволюційних змін організмів закономірно переривається фазами розвитку та вимирання практично без перехідних палеонтологічних форм. Переривання виникають внаслідок дії принципу катастрофічного поштовху, обумовленого впливом зовнішніх надсистемних сил і внутрішніх факторів розвитку
Принцип засновника чи ефект засновника Е. Майра	Поодинокі особини – засновники нової колонії, або популяції несуть у собі лише частину загальної генетичної інформації, властивої виду. Екологічний зміст цього принципу в тому, що скорочення чисельності особин виду, їхнє зникнення в природних острівцях (у разі виникнення інсулярності, розділення, острівного характеру місць існування), у т. ч. відповідно до закону збіднення різновидів живої речовини в острівних її згущеннях, а потім заселення цих острівців поодинокими піонерними особинами-засновниками поступово призводить до втрати генетичної інформації. Врешті-решт це може викликати деградацію видів і сформованих ними біотичних угруповань
Принцип Реді-Пастера	Живе походить тільки від живого, абіотичне виникнення життя в сучасних умовах неможливе

Принцип непоправності втрат	Повністю втрачені живі системи (види, системи) – втрачені незворотно
Принцип (гіпотеза) червоної королеви Ван Валена - Розенцвейга	Кожна прогресивна зміна будь-якого виду в екосистемі призводить до погіршення умов існування інших видів і задля того, щоб вижити, усі види повинні еволюціонувати разом і неперервно («бігти», щоб залишатися на тому ж місці)
<i>Постулати міжсистемного блоку</i>	
«Закони» екології Баррі Коммонера (1974 р.)	1. Усе пов'язано з усім; 2. Усе мусить кудись діватися; 3. Нічого не дається задарма; 4. Природа знає краще що робити, а людина повинна вирішувати як зробити краще
Закон обмеженості природних ресурсів	Усі природні ресурси (та умови) Землі вичерпні
Закон «шагреневої шкіри»	Глобальний вихідний природно-ресурсний потенціал у ході історичного розвитку безперервно виснажується. Це випливає з того, що ніяких принципово нових ресурсів, які могли б з'явитися в теперішній час, немає. Людина користується всім тим, що вже є в природі
Закон спадної природної родючості ґрунту чи закон ґрунтовтомлення	У зв'язку з постійним вилученням врожаю та порушенням природних процесів ґрунтоутворення, а також при тривалій монокультурі в результаті накопичення токсичних речовин, що виділяються рослинами, на культивованих землях поступово відбувається зниження природної родючості ґрунтів
Закон спадної віддачі чи закон А. Тюрбо – Т. Мальтуса	Прихід на земельну ділянку додаткового працівника (тобто подвоєння числа осіб, які обробляють одиницю сільсько-господарської площі) не призводить до відповідного збільшення врожаю (вдвічі), а лише надає можливість отримати деяке його збільшення. З цього закону випливає, що неможна нагодувати врожаєм з невеликої ділянки весь світ, навіть якщо збільшити кількість працівників
Закон падіння природно-ресурсного потенціалу	У межах однієї суспільно-економічної формації (способу виробництва) та одного типу технологій природні ресурси стають дедалі менш доступними і потребують збільшення затрат праці та енергії на їх видобування і транспортування
Закон спаду енергетичної ефективності природокористування	З ходом історичного часу при отриманні корисної продукції з природних систем на її одиницю в середньому витрачається все більша кількість енергії. Збільшуються і енергетичні витрати на одну людину
Правило прискорення розвитку	Чим швидше під впливом антропогенних факторів змінюються середовище проживання людини і умови ведення ним господарства, тим швидше за принципом зворотного зв'язку відбуваються зміни в соціально-екологічних властивостях людини, економічному і технічному розвитку суспільства

Правило міри перетворення природних систем	У ході експлуатації природних систем не можна переходити деякі межі, що дозволять цим системам зберігати властивість самопідтримки (самоорганізації і саморегуляції). Надсистема високого рівня ієрархії може підтримувати деякі підсистеми зруйнованої системи нижчого рівня, але не відновлювати їх
Правило демографічного насичення	У глобальній сукупності кількість народонаселення завжди відповідає максимальній можливості підтримання його життєдіяльності, включаючи всі аспекти потреб людини, що склалися. Це правило начебто перегукується з правилом максимального «тиску життя». Зв'язок між ними справді є, але, на відміну від інших видів живого, соціальна людина створює особливий «тиск життя» (точніше, еколого-соціальний тиск на природу), який включає задоволення всього комплексу її потреб, що далеко виходять за біологічні межі
Правило соціально-економічного заміщення	Деякі потреби людини в певних життєвих умовах можуть бути до певної міри заміщені (компенсовані) більш повним задоволенням інших потреб, зазвичай функціонально близьких
Правило інтегрального ресурсу	При використанні конкретних природних систем конкуруючі галузі господарства неминуче завдають шкоди один одному тим сильніше, чим значніше вони змінюють спільно експлуатований екологічний компонент або всю екосистему в цілому
<i>Блок емпіричних наслідків постулатів</i>	
Закон піраміди енергій або правило Р. Ліндемана (1942 р.)	З одного трофічного рівня екологічної піраміди переходить на інший її рівень в середньому не більше 10 % енергії
Правило неминучості ланцюгових реакцій	Будь-яка зміна середовища (речовин, енергії, інформації, динамічних властивостей екосистем) неминуче призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, які спрямовані до нейтралізації виниклих змін або формування нових природних систем. Це правило є наслідком закону внутрішньої динамічної рівноваги
Правило нелінійності внутрішніх взаємодій	Взаємодія енергетичних, речовинних та інформаційних компонентів екосистеми не є лінійною, тобто слабкі впливи чи зміни одного з показників можуть викликати суттєві відхилення інших і всієї системи загалом. Це правило є наслідком закону внутрішньої динамічної рівноваги
Правило необоротності порушень	Зміни, які виникають у великих екосистемах відносно незворотні. Це правило є наслідком закону внутрішньої динамічної рівноваги
Правило постійності еколого-економічного потенціалу	Будь-яке локальне перетворення природи викликає в біосфері (глобальній екосистемі) реакції відповіді, що призводять до відносної стабілізації еколого-економічного потенціалу, збільшення якого можливе лише шляхом значного збільшення енергетичних вкладень. Це правило є наслідком закону внутрішньої динамічної рівноваги

Правило 1 %	Зміни енергетики природної системи в межах одного відсотка виводить природну систему з рівноважного (квазістаціонарного) стану
Правило 10% або правило Станчинського-Ліндемана	Середньо максимальний перехід з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший супроводжується втратою 10% (від 7 до 17%) енергії (або речовини в енергетичному вираженні), що, як правило, не призводить до наслідків, несприятливих для екосистеми, яка втрачає енергію
Правило множинності екосистем	Множинність конкурентно взаємодіючих екосистем обов'язкова для підтримки надійності та стабільності біосфери
Принцип сукцесійного заміщення	Біотичні угруповання формують закономірний ряд екосистем, який призводить до стабільної в даних умовах природної системи – клімаксу в суто природних умовах та вузлової при природно-антропогенному режимі. Принцип є слідством системогенетичного закону
Принцип або правило «м'якого» управління	«М'яке» (опосередковане, напрямне, таке, що відновлює екологічний баланс) управління природними процесами здатне викликати бажані ланцюгові реакції, а тому соціально й економічно краще «жорсткого» техногенного
Принцип природності чи принцип старого автомобілю	Технічні системи управління природою з часом вимагають все більшого вкладення коштів, аж до нераціональності їхньої підтримки, а тому природні («м'які») форми управління в підсумку завжди ефективніші технічних («жорстких»). Цей принцип є наслідком попереднього
Принцип віддаленості події	Явище, віддалене у часі та просторі, завжди здається менш суттєвим. Тому, в природокористуванні досить часто вважається, що у майбутньому екологічні проблеми будуть вирішуватися легше. Насправді, нащадки сплачують більше
Принцип неповноти інформації чи принцип невизначеності	Інформація при проведенні акцій щодо перетворення природи завжди є недостатньою для апріорного судження про всі можливі результати здійснюваного заходу, проекту (особливо у віддаленому майбутньому)
Принцип «однокінного фаєтону» чи принцип Норберта Вінера	У штучних системах усі частини системи повинні бути однаково надійними
Принцип несумісності чи принцип Лотфі Заде	При зростанні складності системи зменшується можливість точного опису її поведінки. Точність та змістовність інформації стають несумісними характеристиками. Іншими словами, складність системи і точність, з якою її можна аналізувати, пов'язані зворотною залежністю
Принцип благоговіння перед життям або принцип Альберта Швейцера (1915 р.)	Будь-які прояви життя – цінність. Існування вищих форм життя за рахунок нижчих є вимушеним

Примітка. В основу формування переліку основних постулатів екологічної аксіоматики покладено праці М.Ф. Реймерса: 1. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь – справочник. Москва: Мысль, 1990. 637 с.; 2. Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь. Москва: Наука, 1990. 544 с.



Рис Д.2.1. Основні постулати екологічної аксіоматики (за М.Ф. Реймерсом (1990)).

Правила виготовлення гербарію

Гербарій – це колекція засушених під пресом, прикріплених до аркуша паперу рослин.

Етапи гербаризацій рослин:

1. Підготовча робота;
2. Збирання, обробка та сушка рослин та їх частин;
3. Монтування і зберігання.

Підготовча робота включає в себе проведення морфологічного аналізу обраного для гербаризації екземпляру рослини, а саме перегляд літератури, ілюстрацій цієї рослини, наявного на кафедрі гербарію.

Збирання рослин починається навесні (особливо це стосується ранньоквітучих рослин) і продовжується протягом вегетаційного періоду. Найкращим періодом збирання рослин є кінець травня-червень. Збирання рослин слід проводити в ясну безхмарну погоду, після спадання роси. Зібрані після дощу або ж вранці рослини погано висихають, або чорніють під час сушіння. Рослини не повинні мати пошкодження тваринами, комахами, грибками, тощо. Збирати рослини необхідно в різні періоди вегетації, що найбільш повно відповідає морфологічному аналізу об'єкта. На гербарному листі має бути відображено максимальна інформація про рослину (підземні органи; здатність до галуження або куціння пагонів; листко-розміщення на пагоні, будова листка, гетерофілія; тип суцвіття або розташування квіток, будова окремої квітки; плоди та насіння). Трав'янисті рослини викопують, коріння обтрушують, а при необхідності миють. У деревних рослин секатором зрізають квітконосні або плодоносні пагони з листям. Якщо рослина має роздільностатеві квітки, необхідно брати пагони з чоловічими та жіночими квітками. У хвойних порід зрізають гілки з чоловічими і жіночими шишками. Деревні рослини, у яких квітки з'являються до розпускання листків, збирають двічі: з квітками, а пізніше - з листям. У деревних рослин беруть зразок кори. Для висушування рослини беруть у свіжому стані.

Підготовка до сушіння. Закладають рослину в папір (газети) - «сорочки», які добре вбирають вологу. Розкладають рослину так, щоб всі частини були ретельно розправлені, не стикалися одна з одною, на листках не було складок. Під квітки та інші соковиті або м'ясисті частини підкладають фільтрувальний папір або вату, загорнуту в фільтрувальний папір. Якщо уникнути торкання частин рослини не вдається, то між ними прокладають шматочки паперу. Якщо рослина дуже велика, то її розрізають, але так, щоб загальне уявлення про неї зберіглося. Якщо рослина має пошкоджені органи або багато гілок, листя, квіток або плодів, то частину їх можна видалити. Товсті або м'ясисті корені, цибулини, кореневища та інші органи рослини перед закладкою розрізають уздовж. Товсті стебла придавлюють рукояткою ножа. Рослини для гербарію беруть типові за розмірами для даного виду, дрібні рослини беруть у кількості 3-5. Рослини, що перевищують розміри гербарного листа, під час закладання в сушильний папір згинають. У деяких рослин обов'язково мати для визначення, крім квіток, ще й плоди. Зібрані в польових умовах рослини укладають папку з сушильним папером у свіжому стані. Необхідно старанно розправити квітки,

листки, пагони, корені, покласти до них робочу етикетку із зазначенням місця збору, дати, умови зростання, прізвища студента. Такі рослини готові для сушіння.

Сушіння. Підготовлену до сушіння рослину закривають другим аркушем паперу і кладуть під прес (10-20 кг). В якості преса використовують гербарні сітки, які туго стягують шнуром, або дошки та інші підручні засоби достатнього розміру та ваги. «Сорочки» необхідно міняти щодня, а в міру висихання рослин, їх перекладають все рідше. Для сушіння рослини перекладають з тимчасовою екскурсійної папки у сушильний прес, який складається з двох дошок або листків з міцної фанери розміром 45 х30см. У них роблять круглі великі дірки до 3см. На одну дошку або сітку кладуть 3-5 аркушів газетного паперу, на якому розправляють рослину, що призначена для сушіння. Слідкують, щоб на них не було зім'ятих листочків, щоб пагони не налягали один на другий. Після цього рослини накривають 1-2 аркушами паперу, на який кладуть нові рослини. Соковиті товсті органи рослин розрізають та сушать лише половинки. Слідкують, щоб випуклі частини рослин не накладались одна на одну. Коли загальна товщина складених у прес шарів паперу та рослин досягне 8-10 см, зверху кладуть другу фанеру і щільно перев'язують шнуром. Зв'язаний прес підвішують у добре провітрюваному приміщенні для сушіння. Рослини періодично перекладають, перешаровуючи сухим папером, у перші два дні перекладають двічі на день. Нормально посушені рослини виймають із преса, а решту висушують далі. Нормально засушеними рослинами вважаються такі, що не кришаться і мають високу гнучкість.

Готовність засушеного матеріалу визначають наступним чином:

- якщо підняти рослину, то вона повинна зберігати стійкість і пружність, верхівка не хилиться вниз. За таких умов засушування вважається закінченим;
- зникає живе зелене забарвлення і відсутнє відчуття холоду та вологи при дотику.

Пересушена рослина дуже крихка і кришиться при дотику, а недосушений матеріал швидко буріє. Висушена певна рослина нашивається на лист щільного, білого паперу формату А3. У правому нижньому куті аркуша скріпкою прикріплюється гербарна етикетка, заповнена від руки або надрукована. Етикетка складається за зразком (рис. Д.3.1):

Родина _____
Рід _____
Вид _____
Місцезнаходження (<i>населений пункт</i>) _____
Місце зростання (<i>характеристика рослинного угруповання</i>) _____
Дата збору _____
Знайшов, визначив (<i>прізвище, ініціали</i>) _____

Рис. Д.3.1. Зразок етикетки гербарія.

Назва рослини зазначається українською та латинською мовами.

Монтування гербарію. Висушені в ботанічному пресі рослини монтують на гербарному листку білого паперу розміром А3 (42 х 28см). Рослину розміщують таким чином, щоб вона зберігала свій природний вигляд і пришивають нитками або смужками паперу. Пришивати рослини треба так, щоб жодна частина не провисала.

Спочатку пришивають крупні частини, підземні органи. Потім закріплюють стебло. У листків закріплюють черешки, у суцвіть – вісь, у квітки – квітконіжку. У нижньому кутку гербарного аркушу розміщується етикетку зазвичай розміром 8 x 10 (або 7 x 13). Рослини можна монтувати під скло, при цьому вони не висушуються, а монтуються свіжими.

Визначення рослин. Визначити рослину – значить встановити її систематичне положення (порядок, родину) і точну назву (рід і вид). Визначають рослину за визначником, у якому представлена флора району, де зібрано рослини (Визначник вищих рослин України, 1987р., Флора Європейської частини СРСР, 1957 р. та ін.). Усі визначники побудовані за принципом дихотомії – тези та антитези. Вони складаються з таблиць для визначення, спочатку – таблиця для визначення родин, потім – таблиці для визначення роду в межах родини і виду в межах роду. Кожна таблиця складається зі ступенів, пронумерованих по порядку. Ступінь включає два опису морфологічних ознак, що взаємно виключають друг друга. Один опис знаходиться після номера і називається «тезою», друге – після рисочки (-) і називається «антитезою». Починаючи визначення, необхідно уважно проаналізувати будову вегетативних і генеративних органів.

Кожен дослідник повинен завжди мати на увазі:

1. Забороняється збирати рідкісні декоративні й зникаючі рослини. Дбайливого відношення вимагають рослини, що мають цибулини, кореневища, бульби (лілейні, орхидні й ін.);
2. Забороняється збирати будь-які рослини в рослинних угрупованнях, що займають невеликі території;
3. Забороняється збирати рослини на територіях заповідників, заказників, ботанічних садів, у парках, лісопарках, а також в місцях оголошених пам'ятками природи.

Правила визначення рослин:

1. Розглянути гербарний матеріал та проаналізувати морфологічні ознаки рослини за таким планом:
 - життєва форма: трав'яниста (однорічна, дворічна, багаторічна), чагарникова, деревна;
 - коренева система: стрижнева, мичкувата;
 - видозміни кореня: коренеплоди, кореневі бульби;
 - підземні видозміни пагону: бульби, цибулини, кореневища;
 - надземні видозміни пагону: вуса, колючки й ін.;
 - розташування стебла в просторі: повзуче, прямостояче, сланке, чіпке та ін.;
 - форма поперечного перерізу стебла: округла, чотиригранна, тригранна, ребриста, ін.;
 - листорозміщення на стеблі: чергове, супротивне, мутовчасте, прикоренева розетка;
 - листки прості, складні, із прилистками, без прилистків;
 - прості листки: форма листової пластинки, форма основи, форма верхівки, форма краю, розсічення листової пластинки;
 - складний лист: трійчатоскладний, пальчатоскладний, парнопериисто-непарнопериисто-складний;
 - однодомні, дводомні рослини;
 - квітки: двостатеві чи одностатеві, актиноморфні, зигоморфні;
 - оцвітина: проста (чашечкоподібна, віночкоподібна), подвійна, відсутня, забарвлення;

- віночок: роздільнопелюстковий, зрослопелюстковий, язичковий, шпористий, двогубий, колесовидний, трубковидний та ін.;
 - андроцей: число тичинок, сильність, братність;
 - гінецей: апокарпний, ценокарпний, синкарпний, паракарпний, лізікарпний;
 - зав'язь: верхня, нижня, напівнижня;
 - суцвіття: ботричні чи цимозні, прості чи складні: колос, китиця, щиток, головка кошик, зонтик, сережка, складний зонтик, волоть, складний колос, звивина, завійка, плейоказій та ін.;
 - плід: соковитий чи сухий, справжній чи несправжній. Тип плоду.
2. Знайти у визначнику рослин ключ для знаходження родини. Кожен рівень визначника складається з тези (правильного твердження) і антитези (неправильного твердження). Визначення починають із першого щабля: читають тезу й антитезу, порівнюють їх і вибирають ту, зміст якої підходить до ознакам обумовленої рослини.
 3. Виходячи з посилання, зазначеної біля обраного твердження, поетапно знаходять назву родини.
 4. Після того, як визначена родина, знаходять ключ для визначення роду, яким користуються аналогічно.
 5. Після того, як визначений рід, знаходять ключ для визначення виду, яким користуються аналогічно.
 6. Назва рослини записують із урахуванням автора, що вперше визначив цю рослину. Наприклад: Сосна звичайна, *Pinus sylvestris* L. [23, 29].

Додаток 4

Методика виконання геоботанічного опису

Геоботанічний опис – це системний документальний опис рослинного угруповання, з точним і чітким вказанням усіх його основних ознак.

Схема геоботанічного опису.

Легенда.

Номер опису.

Дата, автор.

Місце: географічна адреса, біотоп, оточення.

Умовна назва фітоценозу (якщо не відома асоціація).

Розміри пробної ділянки (м х м).

Екологічні умови: висота над рівнем моря, положення в ландшафті, макро-, мезо-, мікро- і нанорельєф, експозиція, крутість схилу. Умови зволоження. (Максимальна екологічна та фізіономічна інформація про ділянку!)

Примітки: зв'язок фітоценозу з іншими фітоценозами, особливі умови, виконання опису вздовж екологічних рядів, екологічних профілів, проведення картування. Наявність мертвого покриву. Тип антропогенного впливу, його інтенсивність, рівень окультурення.

Загальне проективне покриття, ступінь задернованості, світлова повнота.

Флористичний склад фітоценозу (повний!)

Опис рослинності за ярусами. Фіксація участі кожного виду: видове проективне покриття, за необхідності, істинне покриття, абсолютна рясність, щільність,

життєвість, фенологічна фаза: вид – ярус – висота рослин – фенологічна фаза – покриття. Наприклад, *Acer tataricum* L. – F m () – 4,5 м – пл. – 20% (клен татарський розташований у найвищому під'ярусі II кущового ярусу), середня висота рослин, у фазі плодоношення, проективне покриття у кущовому ярусі 20%.

Додаткові важливі відомості

Грунтовий профіль

Повнота деревостою (для лісів).

Дані про спеціальні дослідження: укісні снопи, облікові площадки по дослідженнях екобіоморф, ценопопуляцій, рослинної мозаїки, синузій, консорцій, життєвих стратегій.

Особливості виконання геоботанічного опису.

Геоботанічний опис виконують у період кульмінаційного розвитку рослинного угруповання, особливо, його едифікаторів, або в період цвітіння домінантних і рясних видів.

Найкраще, якщо кожен опис буде виконаний на окремому аркуші чи бланку. Проте, в ході рекогносцирувальних досліджень допускається виконання кількох описів у спільній таблиці з однаковими графами.

Місцезнаходження описують максимально точно.

Положення в рельєфі: довільний опис типу: на рівному місці; на схилі; на вершині пагорба; біля підніжжя пагорба; на схилі до струмка чи яру; на терасі річки; у притерасному зниженні перед наступною терасою річки; у пониженні, в ярі, на підвищенні, на березі річки, на виступі обриву тощо.

Умовна назва фітоценозу надається за домінантами головних ярусів (дубово-сосновий ліс бруслиново-конвалієвий; березово-сосновий з підростом дуба, ліщиново-горобининовий чорничнокуничниковий ліс; волосистогорошково-грястицево-райграсова лука тощо) або за екологічними групами та життєвими формами головних ярусів (хвойний лишайниковий ліс; мішаний зеленомошно-різнотравний ліс; ксерофільні чагарники зі щільнокущовими злаками та з різнотрав'ям, еутрофне трав'яне болото тощо). Назви видів в межах кожного ярусу перераховуються у порядку зростання їх відносної чисельності.

Тип антропогенного впливу: заповідний режим, сінокіс, пасовище, рекреація, промислова зона, селітебна зона (житло), сільськогосподарська зона тощо.

При виконанні геоботанічного опису звертають увагу на загальний вигляд фітоценозу, або його фізіономічність, тобто те, що перш за все кидається в очі при першому його загальному огляді. Зокрема, до таких показників належать:

- наскільки чітко виділені межі фітоценозу;
- чим обумовлені межі фітоценозу (наявністю штучних, природних перешкод чи поступовими змінами, переходами якихось екологічних факторів);
- чи типовим є фітоценоз для даної місцевості (оточений схожими чи різко відмінними фітоценозами);
- як розташований фітоценоз на рельєфі місцевості;
- однорідність структури фітоценозу: травостій фітоценозу досить дифузний, популяції рослин більш-менш рівномірно чи випадково розподілені одна між одною, щільність деревостану більш-менш однакова; у рослинному покриві

фітоценозу помітні групи, плями, куртини певних рослин, які створюють рослинну мозаїку в фітоценозі; у фітоценозі мозаїка рослин чергується з плямами, де майже відсутній рослинний покрив (тобто фітоценоз складається немов з багатьох «латок» - невеличких за розмірами, маловидових мікроценозів зі своїми межами).

- чи виразно переважають у рослинному покриві фітоценозу рослини якогось одного виду: за кількістю; за яскравістю, помітністю зовнішнього вигляду (наприклад, рясне цвітіння); за життєвою формою, або габітусом (наприклад, сукулент, з розетками соковитих листків у фітоценозах, що вкривають скелясті відкриті місця без ґрунтового покриву). Ця інформація важлива для визначення: рослин домінантів фітоценозу; інших структурно-функціональних елементів фітоценозу (синузій, ценотипів тощо); аспекту фітоценозу - особливого вигляду фітоценозу на даний момент, обумовленого фенологічною фазою одного з рясних видів.

Геоботанічний опис повинен бути флористично повним, тобто містити відомості про усі види рослин, що виростають в контурі пробної ділянки фітоценозу.

Методи опису головних ознак рослинних угруповань.

Метод пробних ділянок – використовується для встановлення головних ознак фітоценозів. **Пробна ділянка** – спеціально виділена ділянка фітоценозу, призначена для його опису, тобто виявлення всіх його характерних рис. Пробна ділянка дає можливість зосередитись на типових ознаках рослинного угруповання, дозволяє порівнювати описи для статистичної обробки. Пробна ділянка повинна бути однорідна за екологією та складом рослин, мати помітні візуальні відмінності від типових ділянок сусідніх фітоценозів.

Пробна ділянка може бути не лише квадратної форми. У природі існують гомотонні фітоценози, в яких відбувається поступова зміна структури в одному напрямку в зв'язку з поступовою зміною одного чи кількох екологічних факторів вздовж території угруповання. В таких фітоценозах закладають пробну ділянку у вигляді прямокутної смуги, в напрямку поступової зміни екологічного фактору (до узлісся, до дренажного русла тощо).

Для надто мозаїчних фітоценозів збільшують розміри пробної ділянки.

Мінімальну площу, достатню для правильного визначення характеристик рослинного покриву з визначеною точністю називають площею виявлення фітоценозу, або мінімум-ареалом. Для визначення мінімум-ареалу використовують показники видової насиченості. Зі збільшенням площі пробної ділянки крива видової насиченості спочатку різко підіймається вгору, згодом – виходить на плато. Момент виходу на плато вважається мінімальною пробною ділянкою, достатньою для встановлення головних ознак фітоценозу. Для визначення пробної ділянки (мінімум-ареалу) закладають ділянки 1, 4, 16, 25, 100, 400 м² й оцінюють коливання облікових показників. Коливання не повинні перевищувати заданої точності дослідження (табл. 6.1). Мінімальну площу виявляють в ході досліджень статичних ознак рослинного угруповання, зокрема, флористичних ознак - видова насиченість, або видове багатство – кількість видів на одиницю площі. Крива видової насиченості є кривою регресії, де при збільшенні площі пробної ділянки спочатку крива різко росте вгору, а згодом виходить на плато. Момент виходу на плато вважається мінімальною пробною ділянкою, достатньою для виявлення всіх основних видів угруповання, а

отже, всіх ознак, що корелюють з ними (мінімум-ареал). Для лісів – 0,2-0,25га, чагарників та кущового ярусу – 10 x 25м, 20 x 20м, 20 x 50м, трав'янистої рослинності – 10 x 10м, в пустелях – 20 x 50м.

Таблиця Д.4.1

Приблизні мінімум-ареали рослинних угруповань різних типів

Тип рослинності	Мінімальна площа пробної ділянки, м ²	Класичний варіант, м ²
Ліси (опис з деревним ярусом)	200 - 600	20 x 20, 25 x 25
Ліси (опис лише нижніх ярусів)	50 - 200	20 x 20
Степи, луки	10 -100	10 x 10
Сегетальні травостої	25 - 100	5 x 5, 10 x 10
Пустоші	10 -25	3 x 3, 5 x 5
Пасовища	5 - 10	-
Угруповання мохів	1 - 4	-
Угруповання лишайників	0,1 - 1	-

Метод бісекти (метод В.В. Альохіна) застосовують для загального опису вертикальної чи горизонтальної структури травостану, визначення деяких кількісних ознак, які важко оцінити окомірно. Метод бісекти – це накладання виготовленої рамки площею 1м², поділеної на 100 клітин (кожна клітинка має площу 10x10 см²), для вивчення вертикальної (ставиться вертикально як фон за травостаном) або горизонтальної (розміщується на поверхні ґрунту) просторової структури фітоценозу. Для документації результатів вигляд рамки фіксується – переноситься на розмічену основу (міліметровий папір) або фотографується. Бісекта, як і облікові площадки накладається у кількох повторностях. Для трав'янистих рослинних угруповань рекомендується орієнтувати бісекти в одному напрямку – з півдня на північ або з заходу на схід. Для фотографування ярусності краще за невеликим вертикальним шаром травостою розмістити білий екран.

Метод облікових ділянок. Кількісні співвідношення між рослинами у фітоценозах обумовлені різною участю багатьох видів рослин. Участь виду у фітоценозі оцінюється кількісними методами: методом числової об'єктивної оцінки рясності, відносної рясності, щільності, ваговим методом, методом проективного покриття. Кількісні співвідношення між рослинами у фітоценозі визначаються в межах пробної ділянки, але на менших за розміром виділах, у кількох повторностях. Ділянки, закладені у кількох повторностях для встановлення кількісних співвідношень між рослинами й особливостей внутрішньої структури фітоценозу, називають обліковими. Для визначення кількісних співвідношень у травостої площа однієї облікової ділянки звичайно становить 1м². Облікові ділянки закладають в різних місцях пробної ділянки, для репрезентативності відбору даних. Їх закладка здійснюється або випадковим, або системним способом, у повторності не менше 5. Випадковий спосіб: в різних місцях угруповання кидають кільце Раункієра; використовують таблицю випадкових чисел, щоб відрахувати певну кількість кроків у будь-якому напрямку в межах фітоценозу. Систематичний спосіб полягає у рівномірному розміщенні облікових ділянок вздовж ходів на пробній ділянці; через однакову кількість кроків тощо. Використовуючи облікові ділянки, встановлюють

такі важливі показники, як: рясність, трапляння, зімкненість крон, проективне покриття тощо.

Метод трансект – спосіб дослідження біоценозів (фітоценозів) з використанням трансект. Трансекта – це прямокутна смуга, вузька облікова ділянка, орієнтована дослідником у необхідному напрямку. Звичайно має ширину (0,5) 1-3 (5) м і довільну, але значно більшу від ширини довжину (до 100-250 м). Дозволяє захопити значну площу при оптимальній зручності маршруту та врахувати ефект неоднорідності будови фітоценозу, так як завдяки значній довжині перетинає більшість неоднорідних плям в угрупованні. Метод використовується для встановлення меж угруповань, чисельності, розміщення, проективного покриття, продуктивності тощо. Метод запропонований Теецманом у 1845 році.

Метод визначення проективного покриття (метод Раменського). Проективне покриття – це покриття проєкціями надземних частин рослин поверхні ґрунту, виражене у відсотках. Менше 10% - поодинокі рослини, 100% - суцільна зімкненість рослин. Проективне покриття всього травостою називають загальним проективним покриттям, а покриття кожного окремого виду рослин – видовим. Сума значень покриття усіх видів в угрупованні може бути і більше 100% чи величини загального проективного покриття. Проективне покриття визначають окомірно або за допомогою бісекти (у рамці «збирають» і сумують заповнені та частково заповнені рослинами квадратики). Точність визначення проективного покриття повинна складати не менше 5%. Між показниками рясності та проективного покриття існує кореляція відображена у таблиці Д.4.2.

Особливості застосування методів визначення співвідношень між рослинами у фітоценозах відображені в таблиці додатку Д.4.3.

Таблиця Д.4.2

Співвідношення шкал рясність-проективне покриття

Шкала рясності (шкала Друде)	Шкала проективного покриття	Бальна шкала проективного покриття (шкала Міркіна)
Soc - пануючий вид, найрясніше, масово	51% і більше (або більше ½ ділянки)	5
Sop ₃ - дуже багато, дуже рясно		
Sop ₂ - рясно, багато	21-50%, або ¼ - ½ ділянки	4
Sop ₁ - досить рясно, досить багато	6-20%, або до ¼ площі ділянки	3
Sp - розсіяно, мало	1-5%	2
Sol - одинично, рідко	до 1 %	1
Un - унікально, в одному екземплярі		

Таблиця Д.4.3

Специфіка польових методів дослідження фітоценозів

Особливості обліку	Деревний ярус	Чагарниковий ярус	Трав'янистий ярус	Мохово-лишайниковий ярус
площа, на якій досліджується ярус	пробна ділянка	пробна ділянка	пробна ділянка	пробна ділянка
стандартна площа для опису ярусів або площа облікової ділянки	частіше трансекта 5-10 м x 50-200 м, або ділянка 30 x 30 – 50 x 50 м ²	частіше трансекта 1-3 м x 20-50 м, рідше 5 x 5 – 10 x 10 м ²	100 x 100 см ² , рідше 50 x 50 см ² чи трансекта 20 x 0,5-1 м ²	1-5 м ² або 5x0,1-0,2 м ²
кількісні показники, що визначаються (обліковуються)	зімкненість крон, структура ярусу, наявність під'ярусів, повнота деревостану, висота деревостану та інші лісотаксаційні показники	проективне покриття, рясність, висота ярусів	проективне покриття, рясність, висота ярусу і його горизонтів, біомаса, продуктивність, щільність	проективне покриття, рясність

Зразок бланку геоботанічного опису фітоценозу (степового, лучного)

Пробна ділянка (розмір) _____ Група _____

№ опису _____ Дата _____ Бригада (автор) _____

1. Географічне положення _____

2. Оточення _____

3. Геоморфологічні умови _____

4. Мікрорельєф _____

5. Характеристика ґрунтового покриву _____

6. Тип угруповання, назва асоціації _____

7. Схема вертикального розчленування угруповання (таблиця ярусної будови)

Ярус	Видовий склад. Едифікатор	Висота

8. Загальне покриття, покриття видів домінантів _____

9. Висота травостою по під'ярусах _____

10. Моховий покрив:

Видовий склад	Покриття	Характер зростання

11. Таблиця опису видів пробної ділянки

№	Назва рослин	Ярус	Рясність особин/м ²	Трапляння, %	Фенофаза	Життєвість, бал	Покриття, %
1							
2							
3							
n							

12. Цінні кормові, харчові рослини _____
 13. Отруйні рослини _____

Загальна характеристика угруповання (можливе походження, місце в екологічних рядах, господарське використання, вплив людини і тварин, прогнозування розвитку, перспективи використання, управління тощо).

Прізвище виконавця (ів) опису: _____
 (підпис) (прізвище, ім'я)

Зразок бланку геоботанічного опису фітоценозу (лісового)

Пробна ділянка (розмір) _____ Група _____
 № опису _____ Дата _____ Бригада (автор) _____

1. Географічне положення _____
2. Оточення _____
3. Геоморфологічні умови _____
4. Мікрорельєф _____
5. Характеристика ґрунтового покриву _____
6. Тип угруповання, назва асоціації _____
7. Схема вертикального розчленування угруповання (таблиця ярусної будови)

Ярус	Видовий склад. Едифікатор	Висота
I		
II		
III		
IV		
V		

8. Ступінь зімкненості крон дерев (загальна та за ярусами)

9. Деревні яруси:

Види дерев (назва)	Ярус	Число стволів на 100 м ²	Висота	Діаметр

10. Насіннєве та вегетативне відновлення деревостану:

Назва порід	Кількість підросту за градацією висот						
	0-10 см	10-20 см	30-40 см	50-80 см	80-100 см	100-200 см	300-500см

11. Життєвий стан. Оцінка відновлення корінних тимчасових порід дерев _____
 12. Підлісок:

Видовий склад	Рясність	Проективне покриття	Життєвість

12. Трав'яний і чагарниковий ярус (аспекти, висота під'ярусів, загальне проективне покриття, покриття домінуючих видів _____)

13. Таблиця опису трав'яного і чагарникового ярусів:

Назва рослин (укр./лат.)	Під'ярус	Рясність	Життєвість	Фенофаза

14. Моховий покрив:

Видовий склад мохів	Потужність живого мохового шару	Потужність мертвого мохового шару	Характер виростання

15. Лишайниковий покрив:

Видовий склад	Загальне покриття	Щільність	Рівномірність

16. Надґрунтові гриби _____

17. Рослини того ж угруповання, які трапляються поза пробною ділянкою _____

18. Загальна характеристика угруповання (можливе походження, місце в екологічних рядах, господарське використання, вплив людини і тварин, прогнозування розвитку, перспективи використання, управління тощо) _____

Прізвище виконавця (ів) опису: _____
(підпис) (прізвище, ім'я)

Додаток 5

Біологічні методи моніторингу навколишнього природного середовища.

Системи моніторингу, побудовані на основі дослідження поведінки організмів, дають змогу оцінити біологічні ефекти від впливу забруднення повітря, водного середовища, ґрунтів, їхній просторовий розподіл, можливе нагромадження забруднювачів на значних територіях. У деяких видів рослин і тварин змінюються особливості розвитку (швидкість росту, процес цвітіння, утворення плодів,

інтенсивність забарвлення та ін.) у відповідь на різні подразнюючі фактори. Ці властивості людство помітило уже давно і використовувало для практичних потреб. У зв'язку із загальною екологізацією різних наукових напрямів і людського мислення загалом методи біоіндикації усе частіше використовують сучасні науковці, зокрема і в моніторингу навколишнього середовища.

Біоіндикація (грець. «*bios*» - життя та лат. «*indico*» - вказую) - оперативний моніторинг навколишнього середовища на основі спостережень за станом і поведінкою біологічних об'єктів (рослин, тварин та ін.), тобто це процес виявлення і визначення екологічно значущих природних і антропогенних навантажень на основі реакцій на них живих організмів безпосередньо в місцях їхнього існування. Її головна мета – діагностика стану екосистем шляхом встановлення здатності організмів до адаптації у відповідних умовах середовища існування. Цей метод дедалі поширюється, оскільки рослини-індикатори мають такі переваги:

- узагальнено відображують біологічно важливі дані щодо стану навколишнього середовища;
- здатні реагувати на короткочасні й залпові викиди токсикантів;
- реагують на швидкість змін, що відбуваються в довкіллі;
- вказують на місця накопичення забруднювачів і шляхи їхньої міграції;
- дають змогу розробляти оцінки шкідливого впливу токсикантів на людину й живу природу на ранніх стадіях та нормувати допустиме навантаження на екосистеми.

Біоіндикація, у поєднанні з хімічними й геофізичними методами, сьогодні широко використовується в екологічних дослідженнях як метод виявлення антропогенного, техногенного навантаження на біоценоз. У наш час з'явилася велика кількість наукових праць з біоіндикації на клітинному, тканинному, організмовому, популяційному, біоценотичному рівнях, які висвітлюють специфіку біоіндикації з використанням клітинних культур (нанотехнології), ліхеноіндикації, бріоіндикації, мікоіндикації, фітоіндикації, ентомоіндикації тощо.

Таблиця Д.5.1

Біомоніторинг забруднення атмосфери за допомогою реакцій рослин і тварин

Компоненти забруднень	Біоіндикатори	Ознаки
Фторид водню (HF)	гладіолус (<i>Gladiolus gandavensis</i> cv., <i>Snow Princess</i> , <i>Flowersong</i>), тюльпан (<i>Tulipa gesneriana</i> cv. <i>Blue Parrot</i> , <i>Preludium</i>), ірис (<i>Iris germanica</i>), лілія, хвойні; петрушка кучерява (городня) (<i>Petroselinum crispum var vulgare</i>); бджола медоносна (<i>Apis mellifera</i>)	некроз верхівок і країв листків, деформація, обпалені верхівки; накопичення фтору в сухій речовині; захворювання і загибель
Озон (O ₃)	тютюн (<i>Nicotiana tabacum</i> cv. <i>Bel W 3</i>) шпинат (<i>Spinacia oleracea</i> cv. <i>Subito</i> , <i>Dynamo</i>), виноград, огірок, цибуля, ясен американський, імопєя; хвойні (сосна Веймутова, ялина тощо);	некротичні плями сріблястого кольору на верхньому боці листка, чорний або червоний кольори, рудуваті і білі плями; цяточки, жовті, червоні, чорні кінчики хвоїнок, хлороз;

	квасоля, соя (<i>Glycine max</i>)	некроз верхньої частини листя
Пероксиацетилнітрат (ПАН)	кропива пекуча (<i>Urtica urens</i>) тонконіг однорічний (<i>Poa annua</i>) салат, квасоля, петунія	смугасті некрози на нижній стороні листя; смугасті некрози листя; водянисті, потім глянсові, сріблясті, бронзові плями; хлорозні смуги на листах
Діоксид сірки (SO ₂)	люцерна (<i>Medicago sativa</i> cv. <i>Du Purts</i>), гречка (<i>Fagopyrum esculentum</i>), подорожник великий (<i>Plantago major</i>), горох (<i>Pisum sativum</i>), конюшина (<i>Trifolium incarnatum</i>), ясен американський, ялина, сосна; ожина, малина, виноград, ясен американський, береза вишнева, ревіль, овес, тютюн, капуста, яблуна, персик; попелиця (<i>Aphis sambuci</i>); личинки синьої мухи червоноголової (<i>Calliphora erythrocephala</i>)	некрози і хлорози між жилками листків; побуріння кінчиків хвоїнок і опадання; біфациальне знебарвлення між жилками, ефект «ялинки» порушення енергетичного балансу, зменшення АТФ, збільшення АМФ Зниження активності ферменту малатдегідрогенази; збільшення смертності личинок
(SO ₄ ²⁻)	сосна, ялина	червоно-бурий колір, хлороз
O ₃ + SO ₂	люцерна, капуста, квасоля, соя, шпинат, тютюн, томати	хлороз
Діоксид азоту (NO ₂)	шпинат (<i>Spinacia oleracea</i> cv. <i>Subito</i> , <i>Dynamo</i>), махорка (<i>Nicotiana rustica</i>), сельдерей (<i>Apium graveolens</i>); щури (<i>Rattus rattus</i>)	некрози між жилками листків пероксидація ліпідів легеневої тканини
NO _x	молоді томати, барвінок	уповільнення росту і нагромадження сухої речовини, знебарвлення країв листів
Na ₂ SO ₄	квасоля; томати	уповільнення росту, некроз листя; зменшення висоти кущів
NO ₂ + SO ₂	овес, соєві боби, тютюн	зниження врожайності
NH ₃	яблуна, граб звичайний	тьмяно-зелені, бурі, чорні листки, глянець на нижній стороні листка
Хлор (Cl ₂)	шпинат (<i>Spinacia oleracea</i>), квасоля (<i>Phaseolus vulgaris</i>); салат (<i>Lactuca sativa</i>); гірчиця, соняшник, Хвойні	збліднення чи знебарвлення листя деформація хлоропластів; знебарвлення листів по краях від чорного до білого чи бурого, міжжилавий (SO ₂), цяточки(O ₃) підвищена смертність личинок

	личинки синьої мухи червоноголової (<i>Calliphora erythrocephala</i>)	
Етилен (C ₂ H ₄)	петунія (<i>Petunia nuctaginiflora</i> cv. <i>White Joy</i>); салат (<i>Lactuca sativa</i>), томат (<i>Lycopersicon esculentum</i>); орхідеї, томати, хризантеми (у теплицях)	передчасне розкриття і відмирання квіткових бруньок, дрібні квітки; закручування країв листя, підвищення пероксидазної активності; сповільнення росту, погіршення цвітіння, плодоносіння, скручування, зменшення у розмірах і потовщення листя
HCl	слива, береза бородавчаста	міжжилковий і крайовий хлороз, некроз (плямистість як у ПАН від жовтого, бурого, червоного до чорного кольору)
B	горіх сірий, жимолость, клен, шовковиця, дикий виноград	крайовий і міжжилковий некроз, плямистість листів, чашо-подібна форма і деформація листів
Фториди	гладіолус, тюльпан, ірис, лілія, Хвойні	хлороз уздовж жилок або листків, гострий некроз по краях листків і деформація, обпалені верхівки
Фторид-іон, іони важких металів (Pb, Zn, Cd, Mn, Cu)	райграс багатоквітковий (<i>Lolium multiflorum</i> cv. <i>Optima</i>), полевиця повзуча, полевиця тонка (<i>Agrostis stolonifera</i> , <i>A. tenuis</i>), гірчиця біла (<i>Sinapis alba</i>), капуста листова (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>), кінський каштан (<i>Aesculus hippocastanum</i>), мохи (<i>Sphagnum</i> sp., <i>Hypnum cupressiforme</i> , <i>Pohlia nutans</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>); миша (<i>Mus musculus</i>); бджола медоносна (<i>Apis mellifera</i>)	накопичення в сухій речовині; зміна в співвідношенні Т- і В-лімфоцитів, зменшення В-лімфоцитарної реакції; накопичення в меді
Радіонукліди стронцій-90, цезій-137	оленячий мох (<i>Cladonia rangiferina</i>), ісландський мох (<i>Cetraria islandica</i>), лишайники	накопичення в сухій речовині
Суміш шкідливих речовин в повітрі (оксиди сірки, азоту ...)	виводкові бруньки <i>Marchantia polymorpha</i> ; листові і кущові лишайники (<i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Pseudevernia furfuracea</i> , <i>Cetraria glauca</i>); ялиця (<i>Abies alba</i>), ялина (<i>Picea abies</i>), сосна (<i>Pinus sylvestris</i>)	зменшення приросту клітин; зниження вмісту хлорофілів а і b, зменшення вмісту живих клітин водоростей; зниження вмісту хлорофілів а і b, зменшення віку хвоїнок і затримка росту

Таблиця Д.5.2

Біоіндикатори стану ґрунтів

Індукований фактор забруднення	Рослина-біоіндикатор
Засоленість ґрунтів	галофіти: цмин пісковий, лутига блискуча, солонець європейський, курай, содник блискучий, кермек Гмеліна, солерос, сведа, кохія, покісниця розставлена, хрінниця широколиста
Застійна вологість ґрунтів	м'ята польова, польовий хвощ, щавель, мокрець, водяний хрін лісовий, гірчак зміїний, чистець болотяний, лохина, росичка, сфагнум, калюжниця, очерет, комиш лісовий
Підвищена сухість ґрунтів	полин, котячі лапки, нечуївітер волохатенький, мітлиця біла, головатень руський, волошка розлога, устели-поле піскове, наземка мала, сонтрава, очиток, наземні лишайники
Підвищена вологість ґрунтів	тимофіївка лучна, лисохвіст лучний, пирій повзучий, конюшина лучна, копитняк, плауни, дрібні зелені мохи, кислиця, брусниця
Підвищена ущільненість ґрунтів	пирій, жовтець повзучий
Піщаність ґрунтів	мокриця, коров'як, бобові, бирючина звичайна, ірга вільхоста, робінія псевдоакація, шипшина звичайна (собача), ялівець, сосна
Глинястість ґрунтів	жовтець повзучий, кульбаба, дим'янка, малина, перстач, папороть, модрина європейська,
Кислі та слабкокислі ґрунти (рН менше 5,5)	біловус, молінія, хвощ польовий, щавель малий, ромашка непахуча, мітлиця польова, куничник ланцетний, жовтець їдкий, підбіл багатолістий, молочай, подорожник великий, калган, журавлина, лохина, сфагнум, зелені мохи, плаун булавовидний, діфазіаструм сплюснутий
Нейтральні та близькі до нейтральних ґрунти (рН 5,5 - 7,0)	лисохвіст лучний, цикорій звичайний, костриця лучна, тонконіг лучний, тимофіївка лучна, конюшина, мильнянка лікарська, полуниця зелена, цикорій, осока волосиста, тонконіг вузьколистий, горицвіт весняний, грястиця збірна, лабазник звичайний, яглиця європейська
Лужні ґрунти (рН більше 7,0)	люцерна серповидна, келерія, осока волохата, лядвенець рогатий, гусячі лапки, бересклет бородавчастий, бузина сибірська, підбіл звичайний, очиток їдкий, оман мечолистий, гірчиця

Таблиця Д.5.3

Зовнішні ознаки хвороб рослин при нестачі або надлишку поживних речовин і мікроелементів

Речовина	Нестача	Надлишок
Азот (Нітроген (N))	уповільнення росту; пожовтіння, побуріння й засихання листя; одеревіння стебел; зменшення розміру квіток	побуріння листя (обпалені краї) і їх загибель; скорочення періоду вегетації

Калій (K)	поява «крайового опіку» нижнього листа; ослаблення рослин; блакитнувато-зелене листя на плодкових і ягідних культурах	утворення на плодах гіркої слизу
Фосфор (P)	бурі плями між жилками листя; засихання листя; ослаблення росту; фіолетово-червоне забарвлення на стеблах, гілках і нижній стороні листків; загибання листя вгору; квітки дрібні, опадаючі	зменшення вегетаційного періоду рослин; зниження врожаю
Кальцій (Ca)	припинення росту й розвитку коріння; верхнє листя білясте, нижнє – зелене; відмирання точок росту	стимуляція розвитку не лише корисних, але й шкідливих мікроорганізмів
Мідь (Купрум (Cu))	ослаблення рослин; посвітління забарвлення листя; потворна форма листя; розтріскування кори; ослаблення плодоносіння; зів'янення верхівок	слабкий розвиток кореня; хлороз молодого листя; жилки залишаються зеленими
Магній (Mg)	-	листя злегка темніє і трохи зменшується; іноді спостерігається згортання й зморщування молодих листочків, на пізніх стадіях росту кінці їх втягуються і відмирають, особливо при ясній погоді
Хлор (Cl)	-	загальне огрубіння рослин, листки маленькі, тьмяно-зелені, стебла тверді; у деяких рослин на більш старих листках з'являються пурпурово-коричневі плями, що викликає їхнє опадання
Сірка (Сульфур (S))	-	загальне огрубіння рослин, листки маленькі, тьмяно-зелені, стебла тверді; пізніше листки можуть скручуватися всередину й покриватися наростами, їхні краї стають коричневими, а потім блідо-жовтими
Залізо (Ферум (Fe))	-	тканина без некрозів; хлороз розвивається між жилками молодих листочків, жилки залишаються зеленими, пізніше весь листок стає жовтим або білуватим, що подібно до голодування
Марганець (Манган (Mn))	-	перші ознаки з'являються на молодих рослинах, ураження місцеве; тканина некротична, хлороз розвивається між жилками молодих листочків, перетворюючи їх у жовті або

		білуваті з темно-коричневими або майже білими некротичними плямами, листки викривляються й зморщуються (у цьому основна відмінність від голодування)
Кобальт (Co)	-	у деяких рослин уздовж основних жилок листка з'являються прозорі, наповнені водою ділянки; між жилками розвивається некроз; пізніше листя стає коричневим і опадає
Цинк (Zn)	-	тканина некротична, хлороз листя, молоді листочки жовтіють; верхівкові бруньки відмирають, більш старе листя може опадати без зів'янення, жилки забарвлюються в червоний або чорний кольори (на ранніх стадіях uszkodження подібно до дефіциту заліза); перші ознаки з'являються на молодих рослинах, при цьому уражується вся рослина
Бор (B)	-	хлороз кінців і країв листків, що поширюється всередину, особливо між жилками, поки все листя не стає блідо-жовтим або білуватим; опіки країв листів і некроз із закручуванням країв, опадання листків

Додаток 6

Визначення ступеня забруднення атмосферного повітря за показниками рослин

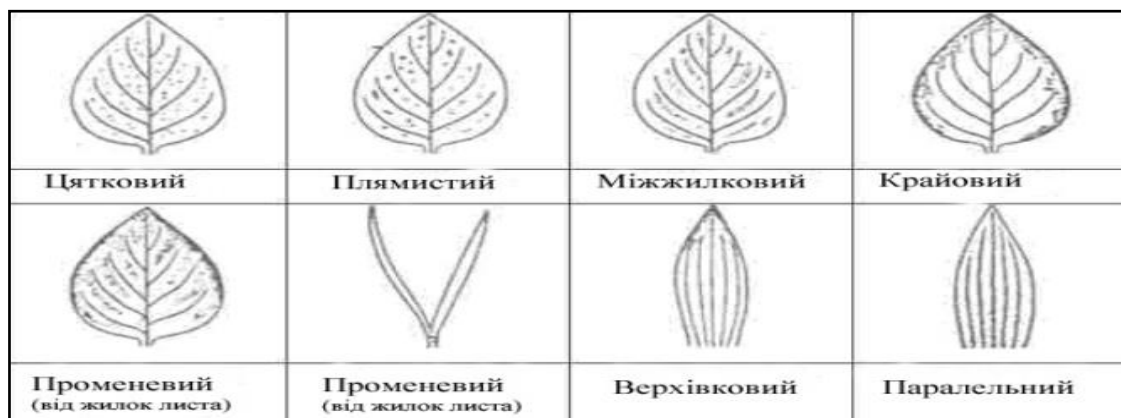


Рис. Д.6.1. Типи некрозів рослин [20].

Таблиця Д.6.1

Шкала оцінки життєвого стану дерев В.А. Алексєєва [21, 23]

Категорія життєвого стану дерев	Характеристика пошкоджень
Здорове дерево	Не має зовнішніх ознак пошкодження крони і стовбура. Мертві та відмерлі гілки одиничні і зосереджені у нижній частині крони. Листки і хвоя, які припинили свій ріст, мають зелений або темно-зелений колір. Пошкодження листків і хвої незначне (менше 10%) і не впливає на загальний стан дерева
Ослаблене (пошкожене) дерево	Наявна хоча б одна із перерахованих нижче ознак: а) густина крони 30% (25 – 40%) в результаті передчасного опадання або недорозвитку листків (хвої) або розрідженості скелетної частини крони; б) наявність 30% (25 – 40%) мертвих та пошкоджених листків або гілок, які засихають у верхній половині крони; в) пошкодження (об'їдання, скручування, хлорози, некрози тощо) і виключення із асиміляційної діяльності 30% всієї площі листків (хвої) завдяки комахами, патогенними організмами, пожежами, атмосферним забрудненнями або невідомими причинами. У цю категорію входять також дерева з одночасною наявністю ознак (а, б, в та інших), які проявляються в різній мірі, але призводять до сумарного ослаблення життєвого стану дерева на 30%
Дуже ослаблене (сильно пошкожене) дерево	У верхній половині крони наявна хоча б одна із перерахованих нижче ознак: а) густина крони становить менше 60% в результаті передчасного опадання листків (хвої) або розрідженості скелетної частини крони; б) наявність 60% мертвих та пошкоджених листків або гілок, які засихають у верхній половині крони; в) пошкодження (об'їдання, скручування, хлорози, некрози тощо) і виключення із асиміляційної діяльності 60% (50 – 70%) всієї площі листків (хвої) завдяки комахами, патогенними організмами, пожежами, атмосферним забрудненнями або невідомими причинами. У цю категорію входять також дерева з одночасною наявністю ознак (а, б, в та інших), які проявляються різною мірою, але призводять до сумарного ослаблення життєвого стану дерева на 60%
Дерево, яке відмирає	Основні ознаки відмирання дерева: крона зруйнована, її густина стала менше 15 – 20% у порівнянні із здоровим деревом; більше 70% гілок крони (у тому числі в її верхній половині) сухі або ті, які засихають. Листки, які збереглися на дереві (хвоя) хлорозні: листки (хвоя) мають блідо-зелене, жовтувате, жовте або помаранчеве забарвлення; некроз має світло коричневий, коричнюватий або чорний колір. У центральній частині стовбура можливі ознаки наявності шкідників
Сухостій	У перший рік після загибелі на дереві можуть бути залишки сухої хвої або сухі листки, які не опали. Наявні ознаки комах-ксилофагів. В подальшому дерево втрачає гілки та кору

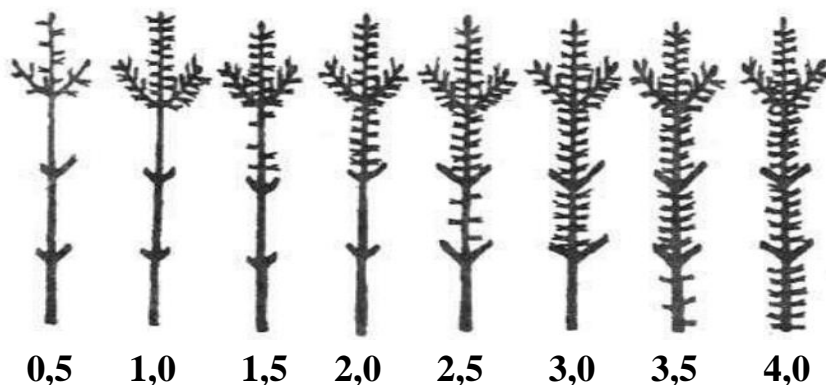


Рис. Д.6.2. Визначення тривалості життя хвої. Цифра під рисунком відповідає максимальному віку хвої на пагонах (роки) [6, 20, 21].

Додаток 7

Водневий показник, рН – це величина, яка є показником концентрації іонів водню (H^+) у воді. рН нейтрального водного розчину становить 7, розчини із більшим значенням водневого показника є *лужними*, із меншими - *кислими*. Загальну концепцію виміру кислотності розчину за допомогою рН сформулював засновник сучасної рН-метрії датський біохімік *Сьорен Пітер Сьоренсен у 1909р.* Значення рН деяких речовин наведені в таблиці Д.7.1. Зниження рН сприяє підвищенню розчинності карбонатів, сульфідів, фосфатів, важких металів, збільшенню їх міграції та доступності для засвоєння живими організмами [23].

Таблиця Д.7.1

Значення рН деяких речовин

Речовина	рН	Речовина	рН
Електроліти в свинцевих акумуляторах	<1,0	Шампунь	5,5
Шлунковий сік	1,0-2,0	Шкіра здорової людини	5,5
Лимонний сік (5% розчин лимонної кислоти)	2,0-3,0	Кислотні опади (дощі)	<5,6
Харчовий оцет	2,4	Слина	6,35-6,85
Кока-кола	3,0±0,3	Вода чиста	7,0
Яблучний сік	3,0	Кров	7,36-7,44
Пиво	4,5	Вода морська	8,0
Кава	5,0	Мило (жирове) для рук	9,0-10,0
Чай	5,5	Нашатирний спирт	11,5
Молоко	6,6-6,9	Відбілювач (хлорне вапно)	12,5

Додаток 8
Таблиця Д.8.1

Грецька абетка

α	альфа	ι	йота	ρ	ро
β	бета	κ	каппа	σ	сігма
γ	гама	λ	ламбада	τ	тау
δ	дельта	μ	мю	υ	іпсилон
ε	епсилон	ν	ню	φ	фі
ζ	дзета	ξ	ксі	χ	хі
η	ета	ο	омікрон	ψ	псі
θ	тета	π	пі	ω	омега

СПИСОК РЕКОМЕНДАВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. Київ: Либідь, 1995. 368 с.
2. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. 284 с.
3. Грицюк П. М., Джоші О. І., Гладка О. М. Основи теорії систем і управління: навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.
4. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: Знання, КОО, 2007. 422 с.
5. Димань Т. М. Екологія людини: підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2009. 376 с.
6. Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Київ: Наукова думка, 2012. 344 с.
7. Древаль О. М., Янчик О. Г. Основи екології: навчально-методичний посібник. Харків: НТУ «ХП», 2017. 146 с.
8. Дубовий В. І., Дубовий О. В. Екологічна культура: навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2016. 256 с.
9. Заверуха Н. М., Серебряков В. В., Скиба Ю. А. Основи екології: навчальний посібник. Київ: Каравела, 2011. 304 с.
10. Злобін Ю. А. Основи екології. Київ: Видавництво «Лібра», ТОВ, 1998. 250 с.
11. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
12. Екологічний моніторинг: підручник / В. Г. Сліпченко та ін.; відп. ред. О. О. Гагарін. Київ: КПІ ім. Ігора Сікорського: Політехніка, 2018. 303 с.
13. Качур І. В. Проблеми формування екологічної культури в освітньому середовищі. *Наука. Релігія. Суспільство*, 2011. №2. С. 209-213.
14. Клименко М. О., Прищепа А. М., Борщевська І. М., Михальчук М. А., Буднік З. М. Лабораторний практикум із загальної екології (та неоекології). Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2017. 273 с.
15. Коваленко Ю. Л. Моніторинг довкілля: конспект лекцій. Харків: ХНУМГ ім. Бекетова, 2020. 144 с.
16. Коренева І. М., Луценко О. І. Загальна екологія: практикум: навчально-метод. посібник. Черкаси: видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 99 с.
17. Костюшин В. А., Губар С. І., Домашлінець В. Г. Стратегія розвитку моніторингу біологічного різноманіття в Україні. Київ: Національний екологічний центр України, 2009. 60 с.
18. Краснова М. В., Краснова Ю. А. Екологічне право України. Загальна частина: підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2021. 190 с.
19. Крисаченко В. С. Людина і біосфера: основи екологічної антропології: Підручник. Київ: Заповіт, 1998. 688 с.
20. Лисиця А. В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій. Методичні рекомендації до практичних робіт. Рівне: Дока-центр, 2018. 94 с.
21. Лук'янова Л. Б. Лабораторний практикум з екології: навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ: ТОВ «ДСК - Центр», 2016. 143 с.

22. Малахов І. М. Техногенез у геологічному середовищі. Кривий Ріг: Октан-Принт, 2003. 252 с.
23. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О., Перерва В. В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 231 с. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7093> (дата звернення: 20.08.2023).
24. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Поздній Є. В. Екологічне інспектування: практикум з навчальної дисципліни для здобувачів першого рівня вищої освіти спеціальності 101 Екологія / за ред. Я.В. Маленко. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 155 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/7307>. (дата звернення: 20.08.2023).
25. Маленко Я. В., Кобрюшко О. О., Поздній Є. В. Екологічна компетентність – невід’ємна складова компетентнісного «капіталу» особистості // *Moderní aspekty vědy: XXVIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie. Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2023. Str.267-290.* URL: <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-29.pdf> (дата звернення: 15.03.2023).
26. Маленко Я. В. Основи екологічного термінознавства: передумови, актуальність, імплементація. *Екологічний Вісник Криворіжжя збірник наукових та науково-методичних праць* / гол. редактор Я. В. Маленко. Кривий Ріг: КДПУ, 2021. Вип. 6. С. 33 - 50. URL: <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v6i0.4558>. (дата звернення: 19.08.2023).
27. Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Кобрюшко О. О. Проблеми фундаментальної екології: курс лекцій / за ред. Я. В. Маленко. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 195 с.
28. Малимон С. С. Основи екології. Підручник. Вінниця: Нова книга, 2009. 240 с.
29. Методичні рекомендації до проведення навчально-польової практики з систематики рослин для студентів спеціальності 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров’я людини) / укладачі О. О. Кобрюшко, В.В. Перерва. Кривий Ріг: КДПУ, 2020. С. 46-52. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4279>. (дата звернення: 21.08.2023).
30. Моніторинг довкілля: навчальний посібник / О. В. Боголюбов, М. О. Клименко, В. Б. Мокін та ін; за ред. проф. В.М. Боголюбова. Вінниця: ВНТУ, 2010. 232 с.
31. Москалець В. В., Москалець Т. З., Князюк О. В., Голунова Л. А. Загальна екологія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
32. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. Київ: Т-во «Знання», КОО, 2002. 550 с.
33. М’ягченко О.П. Основи екології: підручник для ВНЗ. Київ: ЦУЛ, 2010. 312 с.
34. Основи біорізноманіття: підручник / О. Л. Кляченко, М. М. Лісовий, О. Ю. Кваско. Київ: НУБіП, 2022. 300 с.
35. Петренко О. В., Павленко В. О. Моніторинг довкілля: навчальний посібник. Київ: Київський ун-т, 2015, 303 с.
36. Прокопенко Т. О. Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник. Черкаси: ЧДТУ, 2019. 139 с.
37. Порядок класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями: постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 №368. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF#Text> (дата звернення: 20.08.2023).

38. Про зону надзвичайної екологічної ситуації: Закон України від 13.07.2000 № 1908-III. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T023033?an=23> (дата звернення: 10.03.2023).
39. Про концепцію екологічної освіти в Україні, затверджено рішенням Колегії Міністерства освіти і науки від 20.12.2001 N 13/6-19. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v6-19290-01#Text>. (дата звернення: 15.03.2023).
40. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 №2145-VIII (чинна редакція 13.12.2022). URL: <https://osvita.ua/legislation/law/2231/>. (дата звернення: 15.03.2023).
41. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 №2697-VIII. ВВР.2019. № 16. ст.70. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 03.08.2023).
42. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1264-12>. (дата звернення: 22.07.2023).
43. Структура та розвиток культурфітоценозів Криворіжжя: монографія / за ред. Е. О. Євтушенка, В. М. Савоська. Кривий Ріг: Діонат, 2017. 168 с.
44. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів: Монографія. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. 276 с.
45. Таран М. А., Нестор О. О. Екологічний практикум. 2-е вид. перероб. і допов. Кривий Ріг: Діоніс (ФОП Чернявський Д.О.), 2012. 297 с.
46. Теорія систем в екології: підручник / Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін. Суми: Сумський державний університет, 2015. 330 с.
47. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В. І. Шанда, Е. О. Євтушенко, Н. В. Ворошилова, Л. В. Шанда, Я. В. Маленко, О.О. Кобрюшко; наук. ред. Н.А. Белова. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет. Видавець Чернявський Д.О., 2020. 330 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4077> (дата звернення: 03.08.2023).
48. Чипиляк Т. Ф., Зубровська О. М., Шоль Г. Н. Рослини в урботехногенному середовища степової зони України. Київ: Талком, 2022. 390 с.
49. Шанда В. І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології: монографія. Кривий Ріг: Вид. Р. А. Козлов, 2013. 247 с. URL: <https://doi.org/10.31812/123456789/4871>. (дата звернення: 21.08.2023).
50. Harari Y. Sapiens. A Brief History of Humankind. London: Harvill Secker, 2014. 444 p.
51. Odum E. P. Fundamentals of ecology. Philadelphia: Saunders, 1971. 574 p.
52. Odum E. P. Ecological Vignettes: Ecological Approaches to Dealing with Human Predicament. USA: Routledge. 1998. 286 p.
53. Prigogine I., Stengers I. Order out of Chaos: Man`s new dialogue with Nature. London: Heinemann, 1984. 349 p.
54. Vernadsky V. I. The Biosphere. Oracle, Az: Synergetic Press, 1986. 86 p.
55. Jorgensen S. E., Fath B. D. Encyclopedia of Ecology. Netherland: Elsevier, 2008. 4122 p.

Навчальне видання

Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Перерва В. В., Поздній Є. В.

Основи екології:
практикум з навчальної дисципліни
для здобувачів першого рівня вищої освіти
спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)