

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Я.В. Маленко, Н.В. Ворошилова, О.О. Кобрюшко, В.В. Перерва

**ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ:
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

Кривий Ріг 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Я.В. Маленко, Н.В. Ворошилова, О.О. Кобрюшко, В.В. Перерва

**ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ:
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

Кривий Ріг 2023

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Криворізького державного педагогічного університету (протокол № 12 від 11 травня 2023 р.).

Рецензенти:

Білова Н.А. доктор біологічних наук, академік УЕАН, професор, професор кафедри підприємництва та економіки підприємства Університету митної справи та фінансів;

Чувасова Н.О. доктор педагогічних наук, професор, доцент 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.

Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 231 с.

Навчальний посібник висвітлює основні методи підготовки та проведення польових і лабораторних екологічних досліджень. Викладено стислі теоретичні відомості наукової проблематики сучасної екології, наведено методику проведення робіт, надано питання самоконтролю. Тематика практичних і лабораторних робіт максимально наближена до найбільш актуальних екологічних проблем сьогодення, орієнтована на формування фахових компетентностей і розвиток екологічної культури та свідомості здобувачів вищої освіти. Формат матеріалів дозволяє адаптувати завдання відповідно до умов і форм організації освітнього процесу, рівня підготовки студентів.

Видання рекомендовано для здобувачів природничих спеціальностей закладів вищої освіти (101 Природничі науки, 091 Біологія, 014 Середня освіта).

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
РОЗДІЛ I. Теоретичні, методологічні, законодавчі засади екологічних знань.....	7
Екологія, її диференціація та місце в системі наук.....	7
Основи законодавства України у галузі екології та охорони навколишнього природного середовища.....	16
Методи екологічних досліджень.....	23
Теорія систем в екології. Системний підхід, аналіз.....	31
РОЗДІЛ II. Основні розділи загальної екології.....	40
Поняття «середовище» та його похідні. Класифікація факторів середовища...	40
Основні середовища життя. Пристосування організмів до середовища існування.....	47
Вплив умов існування на розвиток рослин.....	58
Визначення стійкості рослин до впливу високих температур.....	61
Життєві форми організмів.....	65
Специфіка аутоекологічних досліджень.....	77
Екологія популяцій.....	83
Аналіз вікової структури популяцій деревних насаджень.....	92
Визначення швидкості зростання чисельності популяції (на прикладі популяції дріжджів). Розрахунок чисельності населення міста.....	96
Дослідження явища поліморфізму.....	100
Структура угруповань.....	103
Дослідження особливостей складу та вертикальної структури біоценозу.....	113
Екологія угруповань.....	120
Функціонування екосистем. Трофічні зв'язки, ланцюги, сітки.....	128
Вивчення ролі продуцентів в екосистемах.....	137
Вивчення ролі консументів в екосистемах.....	142
Вивчення ролі редуцентів в екосистемах. Розкладання органічних решток ґрунтовими організмами.....	147
РОЗДІЛ III. Сучасні проблеми розвитку екосистем. Стратегічні та практичні аспекти управління й оптимізації довкілля.....	151
Забруднення середовища. стандарти і нормативи якості навколишнього середовища. Визначення забруднення оточуючого середовища пилом.....	151
Визначення якості води за допомогою органолептичних показників. Визначення кислотності опадів.....	162
Надзвичайні екологічні ситуації (НЕС) – результуючий ефект техногенезу. Оцінка якості бджолиного меду.....	172
Вивчення екологічного стану території навчального закладу.....	182
Екологічна свідомість, культура, етика, освіта, виховання – невід’ємні складові сталого розвитку.....	190
ДОДАТКИ.....	201
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ І РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	226

ПЕРЕДМОВА

Кардинальні зміни характеру екологічної політики третього тисячоліття, реалізація міжнародних угод, зокрема резолюції 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» [84], трансформації світоглядних наративів, інтелектуальних візій, ціннісних орієнтацій людини та людства XXI століття, збільшення кількості прихильників мейнстріму «*zero waste*» та правила 5R (*Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, Rot*), усталення майбутнього горизонтом цілепокладання, з притаманною невизначеністю, гнучкістю, мінливістю цього виміру та втратою оптимістично-технологічних конотацій, реальність глобальних проблем, фундаменталізація, гуманізація, екологізація освіти визначають незаперечну значущість в системі компетентнісного «капіталу» людини сучасності екологічної компетентності.

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.

Екологізація науки, як універсальне явище, перетворює екологію у своєрідну «законодавицю і замовницю трендів», а екологічний підхід – у парадигмальну епістемологічну систему з могутньою спроможністю й евристичністю. Екологізація супроводжується зміщенням акцентів багатьох традиційних наук усіх галузей наукового знання на власне екологічну проблематику, що формує сучасні обриси природничо-наукової картини світу, єдину синтетичну теорію існування життя у широкому сенсі. Разом з тим, досить часто поняття й факти екологічної тематики в інформаційному просторі висвітлюються в апокаліптичному стилі чи у дещо політизованій інтерпретації дійсності, що нагнітає невротичні, депресивні, істеричні настрої в суспільстві, дезорієнтує щодо сенсу екологічних проблем і побудов ефективних адаптивних стратегій взаємодій людини і природи. Як справедливо зазначає В.С. Крисаченко, передбачаючи *de jure* та *de facto* відсутність двозначної відповіді, «постає питання, невже саме екологія в змозі виправити ті вкрай негативні явища в розвитку культури, моралі, людських взаємин, до яких призвели відомі історичні процеси?» [41, с. 659]. Хибно вважати природу суто прагматичною «майстернею», необхідно розуміти причини і наслідки кардинально відмінного, за характером і способом, існування людини сучасного мережевого світу. Це вимагає фундаменталізації наукових досліджень за потужної цілеспрямованої підтримки їх державою та актуалізує потребу підвищення рівня екологічної культури суспільства, екологічної компетентності особистості, якісної підготовки висококваліфікованих фахівців, за якими зростання потенціалу нашої країни, успіх державотворчого

процесу, національне світосприйняття, оптимізація системи «діяльність-природність-духовність» у плинних умовах сучасності [47].

Навчальна дисципліна «Загальна екологія» є однією з повідних у системі вищої освіти при підготовці фахівців першого (бакалаврського) рівня. Це базовий компонент фундаментальної підготовки здобувачів освіти, засвоєння якого невід’ємна умова подальшого успішного опанування знаннями циклів загальної та професійної підготовки та їх фундаментальних, науково-предметних і практичних складових. Метою вивчення навчальної дисципліни є: формування у здобувачів вищої освіти загальних і спеціальних (фахових) компетентностей задля використання теоретичних, методичних та нормативно-правових засад екології у професійній діяльності у сфері екології, охорони довкілля та здоров’я людей, збалансованого природокористування; 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.

Специфіка екології, її зростаюча диференціація та виразна тенденція інтеграції, синтез багатоспрямованих теоретичних і прикладних розробок вимагає здобуття знань, вмій та навичок проведення, аналізу, інтерпретації та узагальнення різнотипних польових та лабораторних досліджень. Дане видання є органічним доповненням теоретичного курсу (лекцій) навчальної дисципліни «Загальна екологія». Його основна мета – формування низки різнорівневих фахових компетентностей студентів щодо реалізації досліджень: різноманітності та структури зв’язків між організмами, їх угрупованнями та середовищем існування; вивчення складу і закономірності функціонування угруповань організмів (популяцій, біогеоценозів, біосфери в цілому); визначення закономірності впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище; аналізу розвитку теорії взаємодії природи й суспільства, що є невід’ємною частиною біосфери. Мета посібника реалізована шляхом конкретизації завдань за темами: 1) стислий опис теоретичних відомостей з визначеної проблематики; 2) опанування методик, основних методів проведення польових і лабораторних досліджень, ознайомлення із засобами та принципами роботи приладів для вивчення структури угруповань та вимірювання параметрів навколишнього середовища; 3) закріплення знань студентів за допомогою завдань чи задач і тестів; 4) контроль засвоєння знань за питаннями самоконтролю.

Структура навчального посібника передбачає: ознайомлення з матеріалом, що висвітлює фундаментальні засади конкретних напрямів теорії та практики екологічних досліджень; здобуття вмій та навичок дослідницького, аналітичного, проєктного характеру в процесі активного виконання завдань, окреслених планом і ходом практичних і лабораторних робіт; перевірку 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 лабораторно-практичного курсу. Ознайомлення з їхнім змістом спрямоване на поглиблення компетенцій здобувачів

освіти. Структура видання робить зручним використання посібника як у звичному очному режимі навчання, так і в змішаному та дистанційному форматах організації освітнього процесу.

Матеріали посібника сформовані з урахуванням таких принципів екологічної освіти, як: науковість; системність та цілісність; міждисциплінарність; всезагальність, неперервність та наступність; біосферосумісність; культуровідповідність; краєзнавство, взаємозв'язок різномасштабних екологічних проблем; проблемність та ситуативність; доступність та відповідність; варіативність та актуальність методів формування. Їх впровадження в освітній процес повинно забезпечити формування таких навичок і вмінь бакалаврів: 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 й 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; 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, оцінювати, розраховувати основні динамічні показники популяцій; проводити оцінку ефективності та доцільності заходів оптимізації довкілля та якості життя населення; прогнозувати можливі варіанти розвитку надзвичайних екологічних ситуацій та здійснювати просвітницьку роботу, спрямовану на охорону та збереження природи, середовища існування людини, пропаганду здорового способу життя. Здобувач освіти повинен усвідомлювати, що людина – це панейкуменний, гіпереврібїонтний, унікальний вид, суб'єкт відповідальності за долю своїх нащадків та органічного світу в планетарному масштабі. Майбутня адаптивна стратегія діяльності людства на планеті повинна базуватися на розумінні незаперечності й однозначності, апріорі та апостеріорі визнаної натепер, безальтернативності біосферосумісності, ідеях системності, адаптаціогенезу, фундаментальних закономірностях Земного буття, що керують потоками речовини, енергії, інформації та уможливають саме життя.

Колектив авторів посібника висловлює щирю подяку за цінні поради та підтримку публікації навчального видання Біловій Наталі Анатоліївні доктору біологічних наук, академіку УЕАН, професору, професору кафедри підприємництва та економіки підприємництва Університету митної справи та фінансів, Чувасовій Наталі Олександрівні доктору педагогічних наук, професору, доценту кафедри зоології та методики навчання біології Криворізького державного педагогічного університету, Доценко Ларисі Владленівні кандидату біологічних наук, доценту, доценту кафедри екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ, МЕТОДОЛОГІЧНІ, ЗАКОНОДАВЧІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ

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

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

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.Є. Пахомова*. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
4. Крисаченко В.С. *Людина і біосфера: основи екологічної антропології: Підручник*. Київ: Заповіт, 1998. 688 с.
5. Москалець В.В., Москалець Т.З., Князюк О.В., Голунова Л.А. *Загальна екологія*. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
6. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. *Екологія. Охорона природи: Словник-довідник*. Київ: Т-во «Знання», КОО, 2002. 550 с.
7. Реймерс Н.Ф. *Природопользование: Словарь – справочник*. Москва: Мысль, 1990. 637 с.
8. *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.
9. 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 проєктів; 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 XIX ст. Започаткували ці дослідження Л. Пастер, С. М. Виноградський, М. Бейерінк 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 злоякісних 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 (аутоєкологія, 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;

Техноекологія - 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 доквіллі 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, рис. 2). На теперішній час актуальною є проблема побудови єдиної класифікаційної схеми екології, як міждисциплінарної, інтегральної науки.

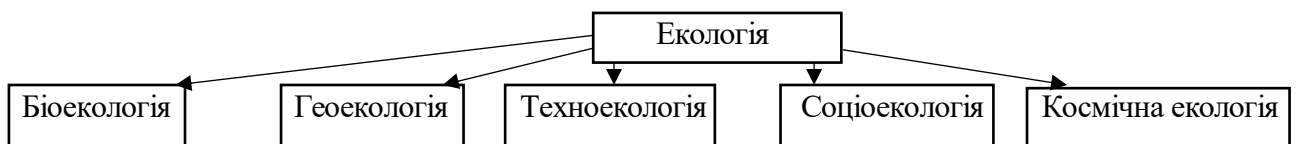


Рис. 1. Схема класифікації екології за Г.О. Білявським, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй [1].

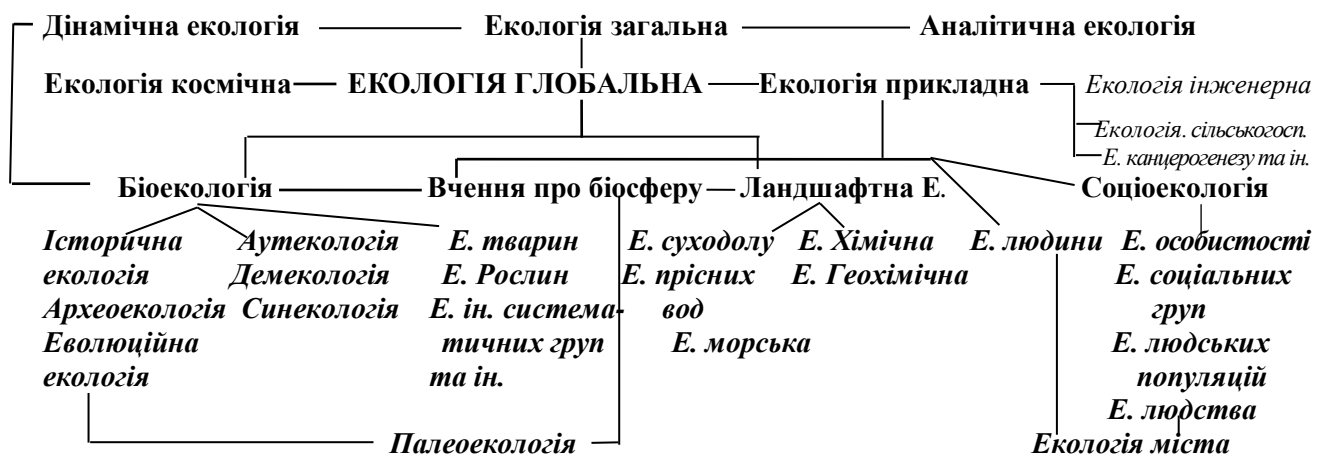


Рис. 2. Схема класифікації екології за Н.Ф. Реймерсом [7].

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.

2. Підхід до предмету дослідження:

- аналітична екологія;
- динамічна екологія.

3. Рівень дослідження живої речовини:

- аутоекологія (екологія видів, організмів);
- демоекологія (екологія популяцій, популяційна екологія);
- синекоекологія (екологія угруповань);
- екосистемологія (біогеоценологія, екологія біогеоценозів);
- біосферологія (глобальна екологія, мегаекоекологія).

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, розроблює 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.

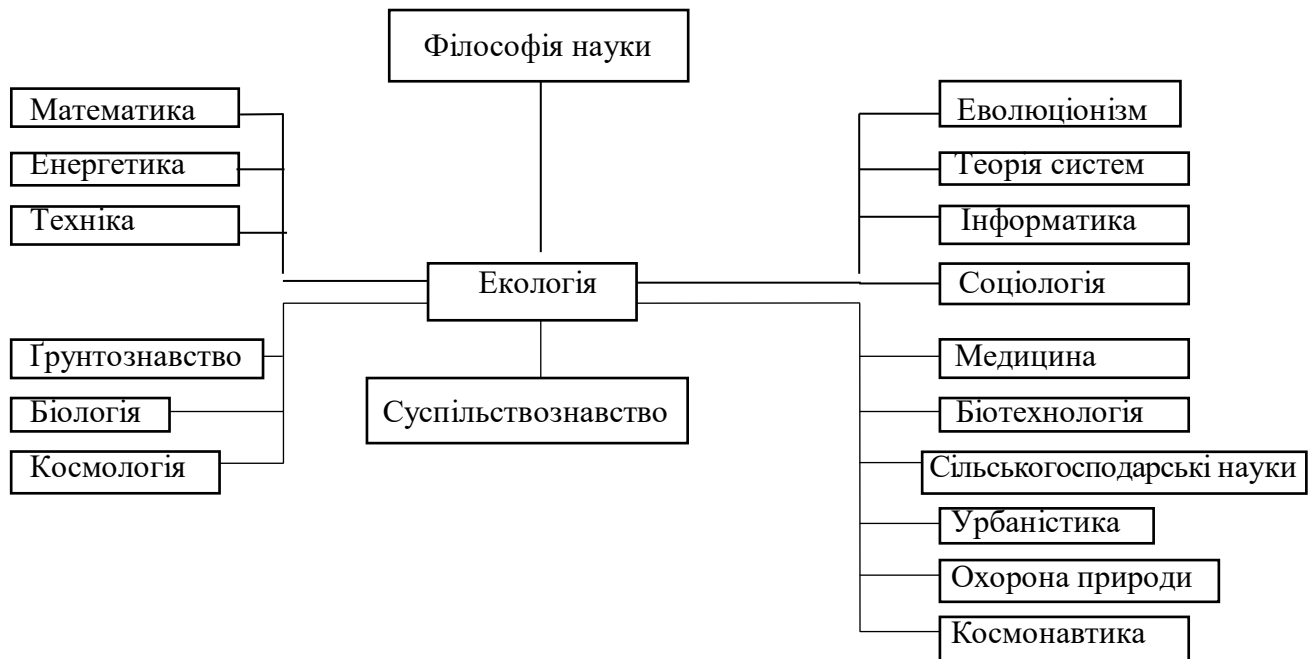


Рис. 3. Зв'язки екології з іншими науками за В.С. Крисаченко [4].

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 живих організмів між собою;
 - Б. Взаємовідносини живих організмів із середовищем існування;
 - В. Взаємовідносини живих організмів між собою та навколишнім середовищем.
 - 2.5. Встановити відповідність між вченим-авторами і термінами, які були запропоновані:

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

- А. Аутоекологія; екологія популяцій; екологія угруповань; екологія рослин;
 Б. Екосистемологія; екологія видів; біосферологія; біогеоценологія; біоекологія;
 В. Фундаментальна екологія. загальна екологія; теоретична екологія;
 глобальна екологія.

2.7. 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, демекології, синекології, біосферології?
3. Які основні блоки виділяють в екології?
4. Які основні розділи і дисципліни екології Ви знаєте?
5. Які основні напрями (аспекти) екології вирішують теоретичні та практичні завдання цієї науки?
6. Які критерії застосовують для диференціації екологічної науки?
7. Які вчені, що працювали в галузі екології Вам відомі?
8. Яке місце займає екологія в системі наук?
9. Які глобальні екологічні проблеми Вам відомі? В чому їх сутність та причини?
10. Яке значення має екологія у Вашому особистому житті?

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

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

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: 22.02.2023).
4. Краснова М.В., Краснова Ю.А. Екологічне право України. Загальна частина: підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2021. 190 с.
5. 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: 22.02.2023).

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 Законом 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 1998р.
 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.

На даний момент, ще не сформувався 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.

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].

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

Екологічні права громадян України



Рис. 1. Екологічні права громадян України.

Розмежування екологічних прав і інтересів громадян

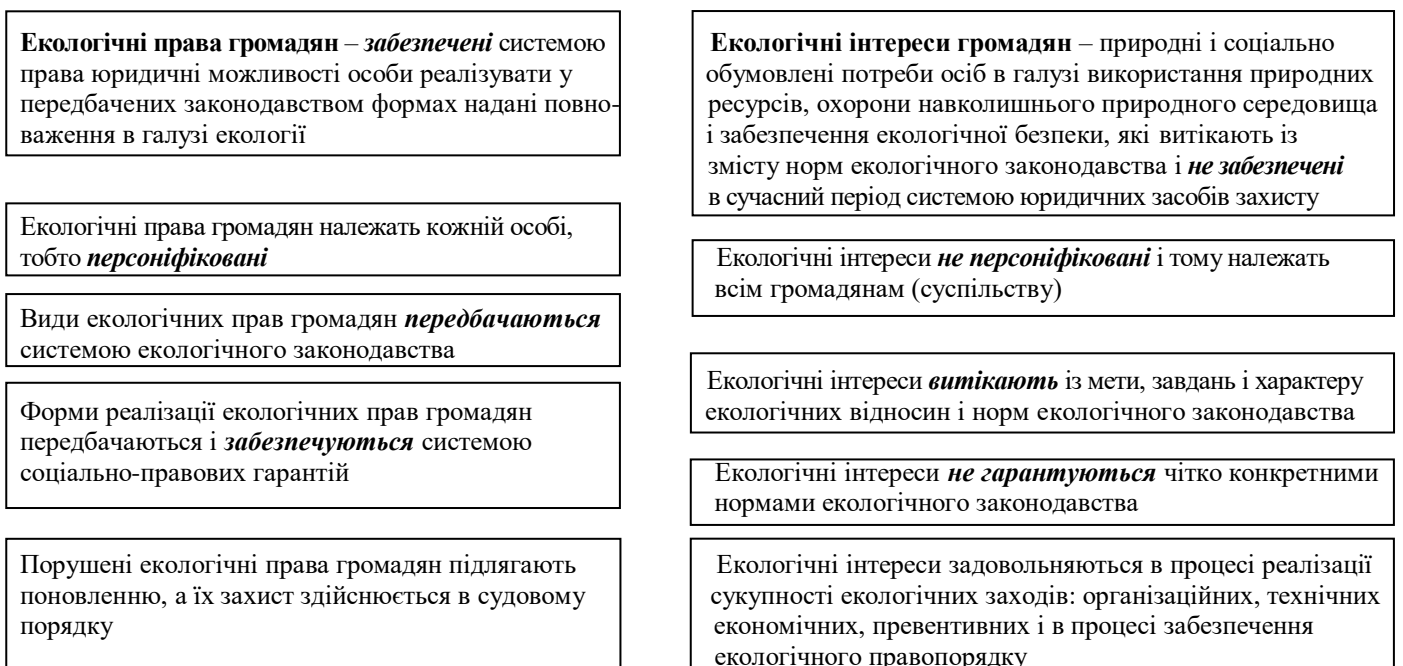


Рис. 2. Відмінності екологічних прав та інтересів громадян [1].

ефективного використання природи та її об'єктів, охорони всього навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки громадян. Воно покликано 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.

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.

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» [5]. 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 унеможливорює 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 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 в нормативно-правових актах (законодавстві).



Рис. 3. Гарантії реалізації екологічних прав громадян України



Рис. 4. Екологічна обов'язки громадян України.

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. 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».
 - 4.8. Яка стаття Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає екологічні обов'язки громадян?
 - А. стаття 12;
 - Б. стаття 9;
 - В. стаття 10.
5. Сформулювати висновки до роботи.

Питання самоконтролю:

1. Що таке екологічне законодавство?
2. Що таке 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. Яке призначення має Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»? Скільки розділів містить цей документ? Коли він був затверджений?
9. Перелічити загальні обов'язки громадян України.
10. Яке призначення має Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»? Коли був затверджений цей документ?

ТЕМА: МЕТОДИ ЕКОЛОГІЧНИЙ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Мета: поглиблення знань про специфіку та методи досліджень екології; розвиток здатності здійснювати польові та лабораторні екологічні дослідження об'єктів і складових навколишнього природного середовища; формування екологічної компетентності, відповідальності за якість виконуваних робіт та оцінювання їхньої результативності.

План

- 1. Ознайомитися з сутністю поняття «метод» та підходами до типології екологічних досліджень.**
- 2. Розглянути існуючі підходи до класифікації методів екології.**
- 3. Встановити призначення певних груп методів екологічних досліджень.**
- 4. Ознайомитися з приладами лабораторії екологічних досліджень, їх призначенням, принципами і правилами роботи.**
- 5. Розв'язати надані завдання.**

Література

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології : навч. посібн. Київ: Либідь, 1997. С. 5-36.
2. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ: Вид-во «Лібра», ТОВ, 1998. С. 23-27.
3. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О.Є. Пахомова. Харків: Фоліо, 2014. С. 24-31.
4. Кучерявий В.П. Екологія. Львів: Світ, 2001. С. 27-38.
5. Лабораторний та польовий практикум з екології / І.В. Бейко, В.М. Боголюбов, І.Г. Вишенська та ін.: під ред. В.П. Замостяна та Я.П. Дідуха. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. С. 23-60.
6. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підручник / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. С. 44-159.
7. Таран М.А., Нестор О.О. Екологічний практикум. 2-е вид. перероб. і допов. Кривий Ріг: Діоніс (ФОП Чернявський Д.О.), 2012. 297 с.
8. Криворізький державний педагогічний університет. Кафедра ботаніки та екології. URL: <https://kdpu.edu.ua/botaniky-ta-ekolohii/naukova-robota/naukova-robota-vykladachiv.html> (дата звернення: 09.09.2022).

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

Теоретичні відомості

Сучасна екологія - інтегральна міждисциплінарна наука, яка увібрала в себе розділи географії, геології, хімії, фізики, соціології, теорії культури, економіки, медицини. Нині, в широкому сенсі, вона уявляє потужну галузь знань, що вивчає взаємодії людської діяльності із планетарними природними процесами. Складність та множинність багатоманітних зв'язків між біосистемами та численними різноякісними та різнокількісними чинниками середовища обумовлюють унікальність екологічних систем, як цілісних, ієрархічних, дискретних і динамічних просторово-часових утворень, та визначають об'єктивну потребу застосування різноманітних методів в процесі їх дослідження.

Метод – це організований та систематизований спосіб досягнення певної мети, який є за суттю послідовністю кроків (дій), дотримання яких забезпечує розв'язання проблеми. У загальних рисах метод можна визначити як спосіб, яким людина керується для виконання завдання і здійснення бажаного. Сукупність логічно і послідовно взаємопов'язаних прийомів і методів вивчення об'єкту, явища чи процесу визначають методику будь-якого дослідження.

В залежності від місця проведення, мети та методів, що застосовуються, дослідження в екології можуть бути поділені на *польові, лабораторні, експериментальні*.

На теперішній час відсутній загальноприйнятий підхід до класифікації методів екологічних досліджень. Ю.А. Злобін [2] поділяє широкий арсенал методів, які застосовуються в ході екологічних досліджень, на три основні групи:

- 1. Методи збору інформації щодо стану екологічних об'єктів: рослин, тварин, мікроорганізмів, екосистем, біосфери.**
- 2. Методи обробки отриманої інформації та її узагальнення;**
- 3. Методи інтерпретації отриманого фактологічних матеріалів.**

Інші автори поєднують методи досліджень в екології у п'ять наступних груп [3]:

- 1. Методи реєстрації параметрів і оцінки стану навколишнього середовища.** До цих методів належать метеорологічні спостереження, вимірювання вологості, температури, освітленості, хімічного складу повітря, води та ґрунту, оцінка техногенного забруднення навколишнього середовища, рослинних і тваринних організмів, реєстрація показників прозорості та солоності води, фізико-хімічних показників ґрунтів, вимірювання радіаційного фону, напруженості фізичних полів, бактеріальної забрудненості, часу настання фенологічних фаз розвитку рослин та інших чинників. До цієї групи методів відносять також моніторинг (періодичне або безперервне стеження за станом екологічних об'єктів та якістю навколишнього середовища) та методи біоіндикації (використання для контролю якості середовища особливо чутливих до чинників екологічного середовища організмів та угруповань).
- 2. Методи кількісного обліку організмів, оцінки біомаси та продуктивності рослин і тварин.** Ці методи лежать в основі вивчення природних угруповань (біоценозів). Вони спираються на застосовування підрахунків кількості особин на контрольних ділянках, в об'ємах води, повітря та ґрунту; маршрутних обліках; вилові та міченні тварин; спостереженні за їх переміщеннями; аерокосмічній реєстрації чисельності стад, скупчень риби, густоти деревостанів, стану посівів, урожайності полів. Дана інформація необхідна для управління екосистемами, запобігання загибелі видів і зменшення біологічного різноманіття. Визначення біомаси та продуктивності екосистем дозволяє оцінити біопродукційний потенціал окремих територій і акваторій, а також глобальний природний фон органічної речовини та межі її використання.
- 3. Методи дослідження впливу факторів середовища на життєдіяльність організмів** - це найрізноманітніша група екологічних методів. Вони ґрунтуються на спостереженнях у природі та проведенні експериментів у лабораторних умовах. Спостереження – системне, цілеспрямоване вивчення біо- та екосистем у природних умовах шляхом фіксації певних їхніх ознак. Експеримент - це метод активного, цілеспрямованого впливу на об'єкт, завдання якого полягає в з'ясуванні причин взаємовідносин, що спостерігаються у природі. В процесі дослідження експериментального об'єкту створюють умови, за яких можна вивчати дію певного фактору або групи факторів на систему. Експеримент має складну структуру та аналітичний характер, оскільки може виявити причинно-наслідкові зв'язки в аналізі

розвитку біо- та екосистем (наприклад, вплив техногенного забруднення на рослини, дія меліорації на рослинність та тваринний світ, вплив пестицидів на організми, а радіації на ліси тощо). Він передбачає відтворення об'єкта пізнання, перевірку гіпотез про закономірності зв'язку явищ. Метод експерименту дозволяє встановлювати оптимальні та граничні умови існування, критичні та летальні дози хімічних забруднювачів, гранично допустимі концентрації шкідливих речовин, що лежать в основі екологічного нормування, стандартизації тощо. Цей метод важливий для оцінки визначення та порівняння стійкості видів рослин і екосистем до дії екстремальних екологічних факторів (морозостійкості, посухостійкості, газостійкості, солестійкості тощо), а також при вивченні адаптацій, як пристосувань організмів до різних умов середовища. Експеримент вимагає ретельного планування, застосування певних алгоритмів, спеціальної техніки та обладнання.

4. Методи вивчення взаємовідносин і взаємозв'язків між організмами у багатовидових угрупованнях. Ця група методів складає важливу частину дослідження екосистем і передбачає натурні (польові) спостереження, лабораторні дослідження трофічних відносин, проведення дослідів із перенесенням «міток» радіоактивних ізотопів, що дозволяє визначити кількість органічної речовини, яка переходить від однієї ланки ланцюга живлення до іншої (від рослин до травоядних тварин, а від травоядних до хижаків). Особливе значення має експериментальна методика створення та дослідження штучних угруповань і екосистем (лабораторне моделювання природних взаємодій організмів між собою та навколишнім середовищем).

5. Методи моделювання (емпірико-статистичного, імітаційного, аналітичного, самоорганізаційного). Головна мета побудови та використання моделей в екології - можливість прогнозування динаміки розвитку біо- та екосистем. Це особливо важливо, якщо екосистема піддається зовнішнім, антропогенним впливам. Прогноз віддалених екологічних наслідків техногенезу дозволяє передбачити, зменшити, нейтралізувати негативні ефекти, розробляти ефективні заходи і вносити корективи у прийняті рішення. Прийоми глобального моделювання, доведені до моделей, заснованих на проблемно-прогнозному підході, дозволяють розглядати варіанти сценаріїв і будувати обґрунтовані прогнози глобального розвитку. Переваги моделювання полягають в тому, що хороша модель (адекватний аналог оригіналу) може дозволити дослідникам перевірити цілий ряд сценаріїв, які були б занадто дорогими або важко здійсненними в умовах експерименту.

Інтегральний, міждисциплінарний характер сучасної екології обумовлює потребу та доцільність використання в процесі досліджень й **методів прикладної екології**, а саме:

- створення банків даних екологічної інформації та геоінформаційних систем (ГІС-технологій);
- комплексний еколого-економічний аналіз стану територій для екологічної оцінки впливу на довкілля та покращення екологічних умов середовища;
- методи інженерно-екологічних пошуків для оптимального проектування, розміщення, будівництва та реконструкції цивільних і господарських об'єктів;
- методи екологічно орієнтованого проектування об'єктів на принципах і розрахунках екологічної відповідності;
- технологічні методи зниження токсичних відходів підприємств і виробничих

комплексів, шкідливого впливу пристроїв і виробів на навколишнє природне середовище та здоров'я людей;

- методи екологічної регламентації господарської діяльності: екологічний моніторинг; екологічна паспортизація господарських об'єктів і територіальних природно-виробничих комплексів; прогноз негативного впливу проєктованих і споруджуваних об'єктів на навколишнє середовище.

Методи екології можна класифікувати й на основі обов'язковості безпосереднього контакту людини з об'єктом в процесі досліджень. Цей підхід дозволяє поділити наявні методи екологічних досліджень на дві групи:

1. Контактні методи дослідження зразків (проб) компонентів навколишнього середовища або безпосереднє вимірювання його параметрів, до яких належать такі групи методів:

- **Фізико-хімічні (еколого-аналітичні) методи** – інструментальні методи безпосереднього визначення фізичних параметрів та хімічного складу компонентів навколишнього середовища, які вимагають складного обладнання, підготовки персоналу та представлені наступними групами:

а) **спектральний аналіз** – сукупність методів визначення складу об'єкта, що базується на явищі дисперсії світла і передбачає вивчення спектрів взаємодії матерії з випромінюванням;

б) **газорідинна та високоефективна рідинна хроматографія** - методи розподілу, якісного виявлення та кількісного визначення компонентів рідких і газоподібних сумішей, що ґрунтуються на різному їх розподілі між рухомою і нерухомою фазами;

в) **електрохімічні методи** (потенціометричні, полярографічні, іонометричні);

г) **гравіметричний (ваговий) аналіз (гравіметрія)** – група методів кількісного визначення складу речовин, що засновані на вимірюванні їхньої маси або маси їхніх складових;

д) **радіометричний аналіз** – методи, засновані на вимірюванні радіаційного спектра випромінювання досліджуваного зразка як за характером випромінювання, так і по його інтенсивності, які дозволяють визначати характер випромінювання, його енергію й інтенсивність.

- **Мікробіологічні методи** виділення та (або) ідентифікації мікроорганізмів (бактерій, вірусів та інших неклітинних форм життя), оцінка їх кількості у компонентах навколишнього середовища та аналіз епідемічної й екологічної безпеки (мікроскопія, фарбування, виділення чистих культур тощо).

- **Біологічні методи** – це група методів, які ґрунтуються на визначенні фізіолого-біохімічних параметрів живих організмів з метою характеристики параметрів середовища існування. На відміну від інших контактних методів, методи цієї групи дозволяють отримати інтегральну (комплексну) характеристику довкілля. Вони включають такі методи:

а) **біоіндикація** – комплексний метод оцінки якості навколишнього середовища або параметрів його окремих компонентів за наявністю або відсутністю певних видів живих організмів (їх угруповань). Біологічний індикатор (біоіндикатор) – організм або його популяція, який своєю присутністю або відсутністю вказують на наявність певного критичного фактору (явища) навколишнього середовища. Чутливість біоіндикаторів залежить від ступеню стенобіонтності

за конкретним фактором. Кращими біонідикаторами є види-стенобіонти за певним екологічним фактором;

б) **біомоніторинг** - метод оцінки параметрів навколишнього середовища або його окремих компонентів за змінами властивостей та параметрів певного виду організму в природних умовах. Ступінь таких змін дозволяє кількісно оцінити наявність забруднення середовища або вплив іншого стресового фактору. На відміну від біоіндикації, видами-моніторами можуть бути лише види з широкою толерантністю до досліджуваного фактору (еврибіонти). Зміни біохімічного складу живих організмів-біомоніторів дозволяють виявити та оцінити інтенсивність негативного впливу довкілля. Часто здатність накопичувати стійкі забруднювачі в тканинах біомоніторів (важкі метали, нафтопродукти, ДДТ, радіонукліди), допомагає визначити ступінь забруднення середовища та біологічну доступність забруднювачів для живих організмів, а отже, і їх безпеку;

в) **біотестування** – методи встановлення токсичності середовища за допомогою лабораторних тест-об'єктів, які своїми тест-функціями (морфо-фізіологічними реакціями) сигналізують щодо безпеки середовища. Як біотести використовують: види-індикатори, які фактом своєї загибелі вказують на наявність небезпечного фактору); види-монітори, ступінь змін морфо-фізіологічних параметрів яких вказує на інтенсивність впливу чинників середовища. В процесі біотестування використовують спеціальні лабораторні культури тест-організмів, а під час експерименту з біотестування зразка компонента середовища контролюють основні фізико-хімічні параметри довкілля (температура, освітлення, концентрація кисню тощо), що дозволяє отримувати більш точні та відтворювані результати.

2. Дистанційні методи - аерокосмічні методи дистанційного зондування землі та інші неконтактні методи спостережень за довкіллям, які забезпечують збір інформації без контакту з досліджуваним компонентом довкілля завдяки чому досягається висока швидкість та масштабність досліджень. Дистанційні методи представлені групами:

- **Фото-відеоспостереження**, що у найпростішому вигляді представляє аерофотозйомку, яка дозволяє отримувати інформацію щодо топографічного розміщення конкретних географічних об'єктів, характеру рельєфу, визначати межі ландшафтів або напрямок та площу поширення небезпечних екологічних явищ (газодимових викидів, пожеж, повеней, зсувів тощо);
- **Спектральне сканування**, що здійснюється за допомогою спектрофотометрів, розташованих на літаках або супутниках і полягає в реєстрації спектральної характеристики відбитої сонячної радіації та інфрачервоного випромінювання поверхнею землі. На підставі співвідношення спектральних характеристик відбитого / поглинутого світла, можна визначити характер гірських порід, тип рослинності, зволоженість ґрунту, наявність на поверхні води нафтової плівки тощо;
- **Лазерні або лазерно-локаційні системи (LIDAR)**, що фіксують спектральні характеристики відбитого світла від поверхні землі або поглинання його атмосферою при активному освітленні монохроматичним лазерним світлом. Дані системи здатні активно підсвічувати поверхню і тому менше залежать від доби та

сезону спостережень. Крім того, вони дозволяють вивчати хімічний склад атмосфери, атмосферні явища за параметрами поглинання / розсіювання / відбивання світла;

- **Дистанційне g-зондування** - полягає в реєстрації радіоактивного гамма-випромінювання, яке має добру проникну здатність і поширюється на значні відстані. Дозволяє визначати розподіл природних радіоактивних елементів на поверхні землі з метою виявлення поліметалічних та рідкісноземельних рудних тіл або забруднення радіоактивними елементами внаслідок аварій.

Ще один підхід до класифікації методів екологічних досліджень дозволяє поділяти їх за характеристиками досліджуваних показників на такі дві групи:

1. **Методи якісного аналізу стану екологічних систем**, які дозволяють фіксувати наявність того або іншого елемента у складі системи і включають такі групи методів: а) фізичні методи; б) хімічні методи; в) біологічні;
2. **Методи кількісного аналізу стану екологічних систем**, які представлені такими групами: а) фізичні; б) хімічні; в) фізико-хімічні; г) біологічні.

Отже, проведення результативних екологічних досліджень вимагає застосування широкого спектру методів сучасної науки, в тому числі, загальнонаукових, спеціальних і конкретнонаукових. Слід зазначити, що такі методи, як спостереження, опис, порівняння, вимірювання складають основу класичної **описової або порівняльної екології**. За їх допомогою визначають видовий, екологічний, популяційний склад угруповань, видове різноманіття, рясноту, покриття тощо. Застосування методів опис, вимірювання, порівняння та статистична обробка отриманих даних, виражених у метричних одиницях, є **основою кількісної екології**. На базі методу експерименту виникла **експериментальна екологія**. Суттєвий внеском у розвиток даного напрямку екології були свого часу праці Чарльза Дарвіна, Миколи Федоровича Леваковського, Фредеріка Клементса, Володимира Миколайовича Сукачова, Олександра Петровича Шеннікова, Тихона Олександровича Работнова та інших видатних вчених.

Деталізоване ознайомлення здобувачів освіти з основними методами екологічних досліджень відбувається в процесі вивчення навчальних дисциплін професійного спрямування протягом усього періоду навчання за відповідними освітньо-професійними програмами. Послідовне ґрунтовне оволодіння методами екологічних досліджень спрямоване на здобуття визначених компетентностей різних рівнів та досягнення практичних результатів навчання. Складовою професійного володіння методами екологічних досліджень є обов'язкове дотримання техніки безпеки та правил надавання першої допомоги в разі нещасних випадків і захворювань в польових умовах (додаток 3) [1].

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Ознайомитися з обладнанням лабораторії екологічних та біологічних досліджень.
3. Розглянути будову мікроскопа, основні принципи і правила роботи з ним.

Заповнити таблицю (табл. 1) та вивчити правила роботи з приладом (додаток 2).

Мікроскоп (від грецької «μικρός» - маленький та «σκοπέω» - дивлюсь, розглядаю) – оптичний прилад, що дозволяє отримувати збільшене зображення об'єктів і структур, недоступних для людського ока. Ранні відомості про мікроскоп відносять до 1590 р. і міста Мідделбург (Нідерланди) та пов'язують з іменами Іоанна Ліпперсгея (розробив перший простий оптичний

телескоп) і Захарія Янсена, які займалися виготовленням окулярів. Термін «мікроскоп» запропонував у 1625 р. член Римської «*Akademia dei linsei*», товариш Галілео Галалей німецький лікар та ботанік Джованні Фабер. Перші успіхи, пов'язані із застосуванням мікроскопа в наукових біологічних дослідженнях, були досягнуті Р. Гуком, який описав рослину клітину (1665 р.). Найвагомішими подальшими технічними досягненнями у галузі дослідження мікросвіту стали: винахід електронного мікроскопа (Ернест Руска, Макс Кнол, 1931 р.), розробка методу фазового-контрастної мікроскопії (Фриц Цернике, 1935 р.), винахід конфокального мікроскопа (Марвін Лі Мінскі, 1955 р.), винахід атомно-силового мікроскопа (АСМ) (Герд Бінніг, Келвін Квейт, Крістоф Гербер, 1986 р.), винахід флуоресцентного мікроскопа (наноскопа) (Ерік Бетціг, Вільям Мернер, Штефан Хеллен, 2006 р.) тощо. Використання в процесі вивчення об'єктів мікроскопа сприяло становленню мікроскопічних методів дослідження (**мікроскопії**): світлова мікроскопія, флуоресцентна мікроскопія, поляризаційна мікроскопія, інтерференційна мікроскопія, стереоскопічна мікроскопія, електронна мікроскопія.



Рис. 1. Профорієнтаційні зустрічі викладачів кафедри ботаніки та екології та здобувачів загальної середньої освіти на базі лабораторії екологічних та біологічних досліджень КДПУ [8].

Таблиця 1

Будова мікроскопа

Складова приладу	Характеристика та функціональне призначення
Оптична система	
Об'єктив	
Окуляр	
Механічна частина	
Тубус	
Предметний столик	
Револьверна головка	
Механізми фокусування	
Освітлювальна система	
Джерела світла	
Конденсатор і діафрагма	



Рис. 2. Зовнішній вигляд мікроскопа: А - Мікроскоп Sigeta MB-202 40x-1600x LED Bino; Б - Мікроскоп Sigeta Biogenic 40x-2000x LED Bino; В - Мікроскоп KONUS CRYSTAL 7x-45x STEREO.

4. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке метод, методика досліджень?
2. Які типи досліджень використовуються в екології?
3. Які існують підходи до класифікації методів екологічних досліджень?
4. Які методи були покладені в основу формування порівняльної екології?
5. До якої групи методів належать фізико-хімічні методи екологічних досліджень? Які методи входять до складу цієї групи?
6. До якої групи належать і якими методами представлені біологічні методи досліджень в екології?
7. Які методи поєднані у групу дистанційних методів екологічних досліджень?
8. З якою метою дослідники застосовують методи якісного аналізу стану екосистем?
9. Складовою яких груп методів є мікроскопія?
10. Яку будову має мікроскоп? Яких правил необхідно дотримуватися при роботі з цим приладом?

ТЕМА: ТЕОРІЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД, АНАЛІЗ.

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

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. Пригожин И., Стенгерс И. *Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: пер. с англ. / общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича и Ю.В. Сачкова*. Москва: Прогресс, 1986. 432 с.
4. Прокопенко Т.О. *Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник*. Черкаси: ЧДТУ, 2019. 139 с.
5. Розенберг Г.С. *Введение в теоретическую экологию*. Тольятти: Кассандра, 2013. Т.1. 565 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 та інших. Починаючи з 20-30-х років ХХ століття австрійський біологом-теоретик **Людвігом фон Берталанфі** працював над створенням загальної теорії систем, які згодом узагальнено були викладені в праці «Загальна теорія систем» в **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 США, а з середини ХХ ст. поняття «система» стало одним з ключових філософсько-методологічних та спеціально-наукових.

Система (від давньогр. «σύστημα» – 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.

Поняттям «система» можна описати фактично всі об’єкти навколишнього світу. Це пояснює існування різноманітності підходів до класифікації (типології) систем за різними критеріями (табл. 1), (рис.1).

Таблиця 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; Соціальні суспільство або певна його складова, що розвивається як ціле (держава, законодавство тощо); Інтелектуальні системи знань, способів пізнання та мислення; 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)

5	Масштаб (величина) системи	Мікросистеми – системи мікромасштабів (організми в краплині рідини); Мезосистеми - середні за величиною системи (біогеоценоз); Метасистеми – системи великого масштабу (суспільство, біосфера тощо); Мегасистеми – нескінченні за величиною системи (Всесвіт)
6	Характер детермінації	Стохастичні (імовірнісні) системи, характер поведінки яких має імовірнісний, непередбачуваний характер; Детерміновані системи, поведінка яких визначена певною мірою
7	Кількість складових елементів	Одноклітинні системи (клітина); Бінарні системи, які складаються з двох елементів; Трьох-, чотирьох-, п'яти елементні системи; Багатоелементні системи утворені множиною елементів
8	Ступінь складності системи	Прості системи, які складаються з невеликої кількості елементів та зв'язків між ними; Складні системи, які утворені великою кількістю простих систем та їхніх взаємозв'язків; Суперскладні системи, які утворені великою кількістю складних систем зі складною системою зв'язків між ними; Трансцендентальні системи, усвідомлення надзвичайної складності яких знаходиться за межами можливостей осмислення людиною
9	Ступінь організації	Хаос – системи з непізнаними чи невизначеними зв'язками та непрогнозованими закономірностями розвитку; Сумативні системи з недорозвинутими взаємозв'язками між елементами; Організовані системи зі складними структурно-функціональними зворотними зв'язками. Можуть бути наведені низькоорганізованими, високоорганізованими, самоорганізованими системами; Заорганізовані системи з однозначно передбачуваною поведінкою елементів (армія, тюрма тощо)
10	Характер взаємодії елементів	Координаційна системи складені рівноправними елементами; Ієрархічні системи , елементи яких перебувають в ієрархічних (субординаційних, чітко підпорядкованих) зв'язках; Координаційно-ієрархічні системи поєднують елементи рівноправні та нерівноправні (суспільство)
11	Тип структури	Лінійні системи , які характеризуються лінійною структурою взаємозв'язків елементів (ланцюг харчування); Сотові (сітьові) системи, яким властиві розгалужені зв'язки та множина інформаційних, енергетичних зв'язків; Ієрархічні системи , які мають чітку взаємозалежність та супідрядність елементів та зв'язків; Змішані системи, у складі яких наявні всі типи структури (напр., парк культури)
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 ззовні 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; Високоєфективні системи

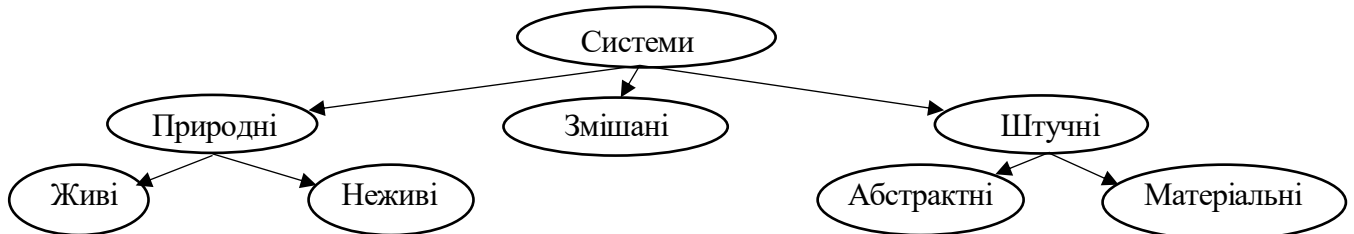


Рис.1. Класифікація систем за походженням та способом існування.

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 їх 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, емерджентність, 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 одиничне 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 досліdnих 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: ПОНЯТТЯ «СЕРЕДОВИЩЕ» ТА ЙОГО ПОХІДНІ. КЛАСИФІКАЦІЯ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА.

Мета: формування та закріплення знань про середовище, похідні цього поняття, фактори середовища, підходи та критерії їхньої типології; здобуття вмінь та навичок дослідження навколишнього середовища; розвиток фахових компетентностей здобувачів освіти.

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.
5. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь -справочник. Москва: Просвещение, 1992. 312 с.
6. 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.

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 необов'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.

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.1);

Таблиця 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 нап'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 настільки, 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 вродливості (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 (зміна 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 їх роботи. Заповнити таблицю 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. 1. Загальний вигляд автономної, професійної, метеостанція WS-6006, з модулем для роботи з сітями 3G/WCDMA, USB-інтерфейсом.

Таблиця 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;
Б. Еволюційні, історичні, діючі фактори;
В. Фактори подразники, обмежувачі, модифікатори, сигналізатори.
- 4.5. Техногенні фактори входять до складу:
А. Антропогенних факторів; Б. Абіогенних факторів; В. Біогенних факторів.
- 4.6. Характер факторів дозволяє виділяти такі їх групи, як:
А. Фізичні, хімічні, біогенні;
Б. Індивідуальні, групові;
В. Летальні, екстремальні, мутагенні.
- 4.7. Фактори, що обмежують хід будь-якого явища, процесу чи існування організму, виду, угруповання називаються:
А. Летальні фактори; Б. Лімітуючі фактори; В. Легітимні фактори.
- 4.8. До кліматичних факторів належать:
А. Температура; Б. Тиск; В. Кислотність ґрунту.
- 4.9. Для вимірювання тиску використовують такий прилад як:
А. Манометр; Б. Дозиметр; В. Пірометр.
- 4.10. Встановити відповідність між показниками та одиницями вимірювання.
А. Температура а) децибел;
Б. Тиск б) метр на секунду;
В. Швидкість вітру в) градус Цельсія;
Г. Вологість повітря г) бар;
Д. Шум д) грам на метр кубічний.
5. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке природа?
2. Що таке середовище?
3. Дати визначення поняттям «природне середовище», «навколишнє середовище», «зовнішнє середовище». Чи можна вважати їх синонімами?
4. Чи можна поняття «квазіприродне середовище», «артеприродне середовище» вважати складовими поняття «антропогенне середовище»?
5. Які фактори називають екологічними?
6. Що таке умови існування?
7. Які критерії застосовуються для класифікації екологічних факторів?
8. Які групи факторів виділяють на основі їхнього походження?
9. На які групи поділяють екологічні фактори залежно від середовища їх виникнення?
10. Які прилади використовують для дослідження кліматичних факторів?

ТЕМА: ОСНОВНІ СЕРЕДОВИЩА ЖИТТЯ. ПРИСТОСУВАННЯ ОРГАНІЗМІВ ДО СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ.

Мета: закріплення знань про середовища існування організмів, пристосування до них різних представників живої речовини біосфери; здобуття вмінь та навичок аналізу специфіки навколишнього середовища; розвиток фахових компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Ознайомитися зі специфікою наземно-повітряного середовища існування організмів.
2. Проаналізувати особливості водного середовища існування організмів.
3. Розглянути ґрунт як середовище існування живих організмів, вивчити роль едафічних чинників у житті рослин і тварин.
4. З'ясувати особливості організмів як середовища існування інших живих організмів.
5. Розв'язати надані завдання.

Література

1. Вернадський В.І. Біосфера. Москва: Мысль, 1967. 376 с.
2. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О.Є. Пахомова. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
3. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ: ТОВ «ДСК-Центр». 143 с.
4. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Знання, 2002. 550 с.
5. М'ягченко О.П. Основи екології: підручник для ВНЗ. Київ: ЦУЛ, 2010. 312 с.

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

Теоретичні відомості

На планеті Земля мешкають дуже різноманітні організми. Вони населяють всі наявні середовища, які суттєво відрізняються за специфікою умов. Учені вважають, що життя виникло та поширилося спочатку у водному середовищі. Надалі організми опанували наземно-повітряне середовище, а згодом був утворений та заселений ґрунт, а самі організми також стали специфічним середовищем життя для інших організмів (симбіонтів, паразитів) (рис.1).

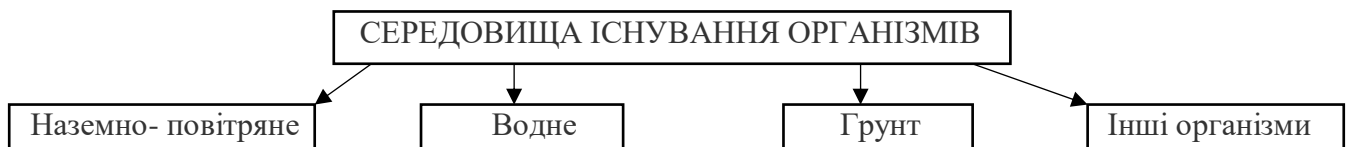


Рис. 1. Середовища існування організмів.

Наземно-повітряне середовище існування - найрізноманітніше за умовами існування, тобто за проявом чинників, які впливають на особливості життєдіяльності організмів (рис.2).

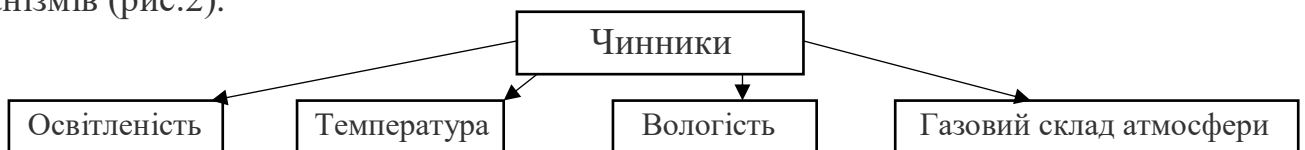


Рис. 2. Основні чинники наземно-повітряного середовища.

Особливості існування в наземно-повітряному середовищі обумовлені специфічними характеристиками атмосфери.

Атмосфера (від грець. «*atmos*» - пар, «*sphaira*» – сфера, куля) – це газоподібна оболонка планети, яка на Землі складається з механічної суміші різних газів, водяної пари і пилових (аерозольних) часток. Маса атмосфери 5 квадрильйонів 300 трильйонів тон ($5,3 \cdot 10^{15}$), що менше 1 мільйонної частини загальної маси Землі ($6 \cdot 10^{21}$ т). Вивченням атмосфери займається метеорологія.

Атмосферне повітря – це найважливіший природний ресурс, без якого життя на Землі було б абсолютно неможливе. Атмосферне повітря є джерелом кисню для дихання, вуглекислого газу для фотосинтезу, захищає живі істоти від шкідливих космічних випромінювань, сприяє збереженню тепла Землі і регулює клімат, трансформує газоподібні продукти обміну речовин, переносить водяну пару по планеті.

Основними ознаками атмосфери є:

- 1) газоподібний стан;
- 2) різнокількісне співвідношення газів;
- 3) сферичність;
- 4) незначна опірність;
- 5) температурна стратифікація;
- 6) неоднакова висотна щільність, яка по мірі віддалення від поверхні Землі зменшується;
- 7) мала підйомна сила;
- 8) просторово-часова нестабільність;
- 9) локальна, регіональна, зональна нестабільність;
- 10) радіоактивність; 11) іонізація; 12) тиск.

Основні властивості атмосфери:

- 1) хвиле- та полепроникність;
- 2) турбулентність - безладна, бурхлива течія (перебіг), за якої відбувається сильне перемішування рухомих потоків, внаслідок хаотичного руху частинок по складних траєкторіях. При цьому швидкість, температура, тиск, щільність середовища зазнають хаотичних флуктуацій (коливань);
- 3) циркуляція - сукупність великомасштабних повітряних течій в земній атмосфері (пасати, мусони, течії в циклонах та антициклонах і т. д.);
- 4) конвекція - перенесення теплоти, маси, зарядів рухомим середовищем (потокami повітря);
- 5) адвекція - горизонтальний перенос повітря і разом з ним тих чи інших його властивостей (тепла, вологи, запиленості та ін.);
- 6) самовідновлення і самоочищення (Самоочищення атмосфери пов'язано зі здатністю атмосферних опадів вимивати аерозолі, з осіданням іонів під дією електричного поля атмосфери і гравітації, перетворенням шкідливих речовин в нешкідливі в ході хімічних реакцій. Так, дощ інтенсивністю 1 мм/год за 45 хвилин видаляє з повітря 28% часток пилу розміром 10 мікрон. Однак здатність атмосфери до самоочищення не безмежна. При надходженні до неї величезної кількості забруднюючих речовин вона не встигає самоочищатися, тому необхідні спеціальні технічні, економічні, соціальні та інші заходи щодо охорони атмосфери).

Склад атмосфери і його екологічне значення.

78,1% складу атмосфери припадає на азот (нітроген), 21,0% - кисень (кисисген), 0,9% - аргон, 0,03% - оксид вуглецю (карбону (вуглекислий газ)). Інші гази неон, гелій, криптон, водень, озон, метан складають 0,01% атмосфери. Такий склад атмосфери характерний для висоти 10-120км. У приземному шарі атмосфери газовий склад

повітря у відношенні змісту головних компонентів досить однорідний. Вище домінуюче місце займає озон, а ще вище - на висоті 500-700км - атмосферний кисень, потім гелій і водень. Атмосфера постійно містить воду (до 4% в приземному шарі на висоті кількох метрів від Землі). Склад атмосфери постійно змінюється. Значення різних газів для життя людини і біосфери не визначається їх кількістю в атмосфері. Найсуттєвіше значення з газів атмосфери для життя мають кисень та вуглекислий газ. Вільний кисень підтримує життя, але й сам є продуктом життєдіяльності (фотосинтезу). Кисень необхідний для дихання. Високий вміст кисню сприяє підвищенню обміну речовин у наземних організмів. Висока ефективність окислювальних процесів в організмі призвела до виникнення теплокровності. Вуглекислий газ необхідний для синтезу органічної речовини тіла рослинного організму. Низький вміст вуглекислого газу гальмує процес фотосинтезу.

Екологічна роль атмосфери різноманітна:

- 1) атмосфера вловлює, поглинає, відбиває і пропускає сонячне та космічне випромінювання і частинки;
- 2) захищає земне життя від надмірних доз ультрафіолетового випромінювання;
- 3) є носієм газів, що забезпечують існування рослин і тварин;
- 4) є середовищем життя та поширення рослин, тварин, грибів, мікроорганізмів;
- 5) акумулює і переносить гази, пил, тепло, вологість, випромінює тепло у космічний простір та приймає з нього пил і, можливо, віруси, мікроорганізми;
- 6) є передавачем оптичної та акустичної інформації;
- 7) впливає на радіаційний баланс тощо.

В цілому, атмосфера виконує наступні десять основних функцій:

- | | |
|--|---------------------|
| 1) пропусчна; | б) механічна; |
| 2) постачальна (волого- і теплозабезпечення); | 7) очисна; |
| 3) захисна; | 8) транспортна; |
| 4) інформаційна (біооптична, біоакустична, біохімічне поле); | 9) обмінна; |
| 5) середовищевірна; | 10) накопичувальна. |

В процесі еволюції організми набули різноманітних пристосувань до існування в умовах наземно-повітряного середовища. Низька щільність повітря зумовила необхідність появи власної опорної системи. У тварин такою системою став твердий скелет, а також виникли спеціальні органи пересування - кінцівки. Деякі тварини, зокрема комахи, птахи, ссавці, набули здатності до активного польоту. За відношенням до світла рослини поділяють на три екологічні групи. Перша група - світлолюбні рослини, які добре ростуть лише за умов інтенсивного сонячного освітлення. Це рослини відкритих, добре освітлених сонцем місць. Вони мають відносно товсті листки з добре розвинутою фотосинтезуючою паренхімою й велику кількість продохів, сконцентрованих переважно на нижній стороні листка. До цих рослин належать дерева й чагарники (береза, акація, модрина, сосна) трав'янисті рослини степів, рослини напівпустель та пустель, а також водні рослини з розташованими над поверхнею води листками (латаття, лотос). Друга група рослин - тіньовитривалі, пристосовані до умов недостатньої освітленості. Поміж тіньовитривалих рослин є деревні форми (наприклад, липа, граб, ялина тощо), що мають густу крону, темно-зелене листя. Трапляються й трав'янисті форми, наприклад копитняк, яглиця, підмаренник та інші рослини широколистяних лісів. Тіньлюбні рослини виростають в умовах тривалого затемнення й не витримують інтенсивного освітлення. Це рослини нижніх ярусів лісу, водних глибин, скель та печер.

Їхнє листя досить велике, темно-зелене з широкою та тонкою листковою пластинкою, що сприяє інтенсивному поглинанню світла (наприклад, квасениця, плаун, смерека).

Тварин за відношенням до світла можна поділити на нічних і денних. Для орієнтування в просторі нічні використовують переважно слух і нюх. Натомість денні тварини мають більш розвинений зір.

Життя людини на Землі починається з дихання і закінчується з його припиненням. Людина може відмовитися від прийому недоброякісної їжі, не пити забруднену воду, але не дихати вона не може. Людина дихає, поглинаючи із зовнішнього середовища кисень та виділяючи в нього вуглекислий газ. Кожній клітині в тканині будь-якого органу необхідна енергія. Так, як в процесах окислення бере участь кисень, клітини потребують його притоку постійно. В середньому людина споживає за добу понад 500 л кисню, пропускаючи через легені більше 10 тис. л повітря. Однак, незважаючи на першорядне, життєво важливе значення кисню для організму, його запаси в ньому дуже обмежені (їх вистачає всього на 2-3 хвилини). Через 4-5 хвилин після повного припинення доступу кисню в організм і, перш за все, в тканини мозку виникають незворотні зміни, настає біологічна смерть.

Водне середовище існування. Найважливіша роль в житті, особливо в процесах його зародження і розвитку, належить водному середовищу (гідросфері).

Гідросфера - це сукупність всіх вод Землі: материкових (глибинних, ґрунтових, поверхневих прісних (річок, озер, водосховищ)), солоних (океанічних, морських), льодовикових та атмосферних вод.

Водна оболонка не є цілісною, оскільки у багатьох місцях переривається материками або континентами, які виступають над рівнем Світового океану. Тому гідросфера Землі характеризується як **переривчаста** оболонка. Гідросфері властива висока **динамічність**. Вода у біосфері безперервно рухається, приймає участь в геологічному та біологічному кругообігу речовин. Моря й океани є тією буферною (проміжною) системою, що пом'якшує дію екстремальних температур. Водяна пара відіграє роль фільтру для сонячної радіації та значним чином визначає кліматичні особливості багатьох регіонів. Характерною рисою водного середовища є його **рухливість**. Морям та океанам властиві приливи, відливи, течії, хвилювання. В озерах вода переміщується під дією вітру та температури (вертикальні переміщення води). Гідросфері властиві **висока щільність та густина, істотні перепади тиску, певний склад солей і відносно низький уміст кисню** тощо.

Основними функціями гідросфери є:

- 1) акумулятивна функція, що виявляється у накопиченні водою величезної кількості тепла та забезпеченні постійної середньої температури планети (терморегуляція);
- 2) продукуюча функція, що пов'язана з утворенням більшої частини кисню (оксигену) атмосфери фітопланктоном;
- 3) ресурсопостачальна функція гідросфери (енергія води, споживання води, використання мінеральних ресурсів, забезпечення харчовими ресурсами тощо);
- 4) транспортна функція;
- 5) середовищотвірна функція, так як вода є середовищем існування та розвитку великої кількості живих організмів.

Екологічне значення гідросфери полягає у тому, що вода це -:

- 1) найважливіший природний ресурс та мінеральна сировина;
- 2) агент-переносник енергії;

- 3) основний механізм здійснення взаємозв'язків усіх процесів в екосистемах (обмін речовин, тепла, ріст біомаси тощо);
- 4) основна складова всіх живих організмів;
- 5) середовище існування величезної кількості видів організмів.

Вода – унікальна, найпоширеніша у біосфері речовина, універсальний розчинник (*в природі майже відсутня чиста вода, це завжди розчин*), свого роду скульптор рельєфу поверхні планети, єдина речовина на Землі, щільність якої в твердому стані менша, за рідкий (*лід легший за воду*). Воді властива висока теплоємність (*порівняно з іншими відомими рідинами*), високі теплота пароутворення та поверхневого натягу (*завдяки якому вона краще інших рідин утримується в капілярах*). Усі властивості води не відомі до теперішнього часу навіть вченим. Щороку публікуються праці, пов'язані з вивченням властивостей води, деякі з яких науковці взагалі вважають аномальними.

У водному середовищі мешкає близько 150 тис. видів тварин (приблизно 7% загальної їх відомої чи визначеної кількості на земній кулі) та 10 тис. видів рослин (8%). Мешканців водного середовища називають **гідробіонтами**.

Еволюція тварин і рослин йшла в двох напрямках відносно ролі води в житті організму. Перший з них пойкилогідризм, другий гомойогідризм.

Пойкілогідричні організми - це організми, які можуть переносити значні коливання вологості середовища та відповідно відмінності у вмісті води у клітинах. Періоди висихання такі організми переживають зазвичай у стані спокою, при сильному обезводненні тканин. У клітин рослин із таким механізмом адаптації немає вакуолей, тому в процесі висихання вони скорочуються значно менше, ніж клітини, які мають вакуолі. Пойкілогідризм властивий синьо-зеленим водоростям, деяким грибам, лишайникам, деяким вищим рослинам (мохам, папоротям). Пойкілогідричні й пилокві зерна та зародки насіння рослин.

Гомойогідричні організми - це організми, пристосовані до постійного вмісту води у клітинах. Гомойогідричними є більшість вищих наземних рослин, вищі тварини.

Залежно від способів адаптації рослин до вологості їх поділяють на такі екологічні групи:

- **гідаатофіти** - водні рослини, цілком занурені у воду (*єлодея, рдесник, водяні жовтці, уруть*). Без води ці рослини швидко висихають та гинуть. В них редуковані стромі, коренева система, кутикули, а поглинання води та мінеральних солей здійснюється всією поверхнею тіла;
- **гідрофіти** - наземно-водні, частково занурені у воду рослини, що виростають по берегах водойм, на мілководдях і болотах (*очерет звичайний, частуха подорожникова та ін.*). В них добре виражена аеренхіма, є епідерміс із стромами, інтенсивність транспірації дуже висока, вони можуть рости тільки при постійному інтенсивному поглинанні води;
- **гігрофіти** - наземні рослини, що живуть в умовах підвищеної вологості повітря і часто на вологих ґрунтах (*недоторка, осот городній, папірус, рис та ін.*);
- **мезофіти** - рослини помірно вологих, теплих місцевиростань;
- **ксерофіти** - рослини посушливих місцевиростань, які поділяються на два основні типи :
 - **сукуленти** - соковиті рослини з сильно розвиненою водозапасаючою паренхімою у різних органах (*кактуси, кактусовидні молочаї* (стеблові сукуленти), *алоє, агави*

(листові сукуленти), *аспарагус* (кореневі сукуленти) та ін.). Листя та стебла цих рослин часто мають товсту кутикулу, потужний восковий наліт, строми вдень закриті, коренева система неглибока, але сильно розгалужена;

- **склерофіти** - це рослини, навпаки, сухі на вигляд, часто з вузьким і дрібним листям. У клітинах переважає зв'язана вода, за нестачі якої вони різко знижують транспірацію. Склерофіти поділяють на 2 групи:

еуксерофіти - степові рослини із розетковими та напіврозетковими, сильно опушеними пагонами (полин холодний, едельвейс);

стіпаксерофіти - це група вузьколистих дернових злаків (ковила, тонконоги, типчак), які характеризуються низькою транспірацією, здатністю переносити сильне обезводнення тканин.

Серед тварин за відношенням до вологості можна виділити групи, аналогічні екологічним групам рослин:

- **гідробіонти (гідрофіли)** - організми, що мешкають у воді, серед яких традиційно виділяють:

нектон (плаваючий) - організми, які активно пересуваються в воді, не мають безпосереднього зв'язку із дном (*риби, кальмари, ластоногі, кити*). Ці організми мають обтічну форму та добре розвинені органи руху. *Кальмари здатні розвивати швидкість до 50 км/год, меч - риба - до 130 км/год;*

планктон (ширяючий, блукаючий) - організми, які не мають здатності до швидких пересувань та не можуть протистояти течії. В основному це дрібні тварини (*зоопланктон*) (*бактерії, водорості, коловертки, раки, креветки*). Планктонні організми, розташовані на поверхні води, на глибині чи навіть в придонному шарі називають **нейстон**. Планктонні організми, частина тіла яких знаходиться у воді, а частина над її поверхнею називаються **плейстон (сифонові, ряска)**;

бентос (глибина) - водні організми, що мешкають на дні (на ґрунті або в ґрунті) водойм (*зубки, багатоцетинкові черв'яки, молюски, деякі риби, п'явки*). Бентосні організми розрізняються за способом життя (малорухомі, рухливі, нерухомі), за способом живлення (фотосинтезуючі, рослиноїдні, м'ясоїдні), за розмірами (макро-, мезо-, мікробентос)). До фітобентосу відносять гідрофітів та гідатофітів.

- **гелобіонти (гелофіли)** - організми, які мешкають в пограничній зоні води та суходолу;

- **гігробіонти (гігрофіли)** - організми, які вимагають високої вологості середовища;

- **мезобіонти (мезофіли чи атмофіли)** - організми, які вимагають високої відносної вологості повітря;

- **ксеробіонти (ксерофіли)** - організми, які виявляють значну стійкість до сухості (низької вологості) середовища існування.

Вода виконує в організмі людини безліч найважливіших функцій:

- 1) забезпечує транспорт речовин, транспортуючи клітинам поживні речовини і, за допомогою водних розчинів, усуваючи із клітин продукти обміну речовин;
- 2) сприяє охолодженню тіла (потовиділення);
- 3) слугує одним з компонентів мастила (суглобова рідина);
- 4) несе опорні функції (гідростатичний скелет);
- 5) виконує захисну функцію (наприклад, сльози);
- 6) бере участь практично в усіх біохімічних реакціях, що відбуваються в організмі людини;

Вода - це здоров'я. Вона допомагає людям відновити сили, пізнати себе й оточуючий світ. Всесвітня організація охорони здоров'я вважає, що 80 % усіх хвороб

на Землі викликані забрудненою водою чи відсутністю елементарних гігієнічних умов. Із нестачею та забрудненням води пов'язані такі хвороби як черевний тиф, дизентерія, вірусний гепатит, туляремія, холера, бруцельоз, лямблії, поліомієліт, гельмінтози тощо. На нашій планеті більше 500 млн. осіб хворіють внаслідок користування забрудненою водою. Нестача у воді фтору викликає карієс, що вражає серце, м'язи. Вміст у питній воді більше 1мг/л фтору руйнує зубну емаль та призводить до втрати зубів. Нестача йоду викликає ендемічний зоб – захворювання, пов'язане з порушенням функцій щитоподібної залози. Забруднення води нітратами призведе до втрати активності гемоглобіну, зниження артеріального тиску, кисневого голодування.

Ґрунт як середовище існування. **Ґрунт** - це особливе природне історичне біокосне тіло, органо-мінеральний утвір, що є основою біосфери і уявляє собою пухкий поверхневий шар земної кори, який сформувався на поверхні планети в результаті тісного контакту материнських порід (літосфери), організмів і клімату в процесі тривалого історичного періоду під впливом фізичних, хімічних і біологічних процесів. В.І. Вернадський писав, що «..ґрунт – це особливе природне утворення, що має ряд властивостей, притаманних живій і неживій природі, тобто біокосне тіло природи» [1]. Ґрунт - це більш стабільне середовище існування, ніж наземно-повітряне. Ґрунт має систему порожнин, які заповнені сумішшю газів і водними розчинами. Вологість у ґрунті завжди вища, ніж у наземно-повітряному середовищі. В глибині коливання температури є менш виразними, тому деякі наземні організми можуть переживати в ньому холодну пору року.

Екологічна роль ґрунтів визначається багатопланово:

- 1) ґрунт - це життєвий простір, житло та тимчасовий притулок;
- 2) механічна опора;
- 3) депо організмів, їх діаспор, вологи, енергії, елементів живлення;
- 4) стимулятор або інгібітор життєвих процесів;
- 5) сорбент речовин;
- 6) регулятор біосферних процесів, хімічного складу атмосфери та гідросфери.

Ґрунт в біосфері виконує такі функції:

- 1) акумуляція речовин;
- 2) трансформація речовин та енергії;
- 3) очищення газів, води (*атмосфери, ґрунтових вод*) (*санітарна функція*);
- 4) буферна та захисна функція (*біогеоценотичний екран*);
- 5) сигнальна функція для сезонних біологічних процесів;
- 6) регуляція чисельності, складу і будови організмів та їх угруповань;
- 7) запуск механізмів сукцесій.

Едафічні чинники і їх роль в житті рослин і тварин.

Едафічні чинники - це особливості ґрунту, що впливають на живі організми. Едафічні чинники можна поділити на: **хімічні** (реакція ґрунту, сольовий режим, склад хімічних елементів, обмінна здатність, склад обмінних катіонів); **фізичні** (водний, повітряний, тепловий режими, щільність, потужність ґрунту, його гранулометричний склад, структура тощо); **біологічні** (рослинні і тваринні організми, що населяють ґрунт). До важливих едафічних чинників відносять також **тип та історію ґрунтів**.

Залежно від складу, насиченості ґрунтів поживними речовинами виділяють наступні екологічні групи рослин: **мегагрофи** (*евтрофи або еутрофи*) - рослини

поширені переважно на родючих ґрунтах (рослини луґів, лісів, культурні); **мезотрофи** - рослини ґрунтів середньої родючості; **оліготрофи** - рослини ґрунтів малої родючості.

За відношенням до хімізму ґрунтового розчину виділяють такі екологічні групи рослин: **ацидофіли** (ацидофільні рослини) - мешканці кислих ґрунтів; **нейтрофіли** - рослини, що виростають на ґрунтах з рН = 7; **базифіли** - рослини лужних ґрунтів; **індиферентні рослини** - рослини, які можуть виростати на ґрунтах з різним значенням рН (конвалія, вівсяниця овеча).

Рослини, пристосовані до зростання на засолених ґрунтах називають **галофітами**. Залежно від морфо-фізіологічних шляхів адаптації до засолення розрізняють декілька груп галофітів: **кумулятивні галофіти чи еугалофіти** - мешканці солончаків, які в зв'язку з високою солестійкістю цитоплазми здатні поглинати й нагромаджувати велику кількість солей (до 45% - 50% від маси золи) (*солянки, солонець європейський та ін.*); **секреторні галофіти чи кріногалофіти, виділювачі солей** - рослини, які здатні виділяти назовні надлишок солі у вигляді сольового розчину через особливі залози на листі (*тамарикс, кермек*); **регуляторні галофіти або глікогалофіти** - рослини ксерофільної подоби, кореневі системи яких мало проникні для солей і тому рослини навіть на сильно засолених ґрунтах не нагромаджують солі в тканинах (*полин*).

За відношенням рослин до вмісту окремих хімічних елементів в ґрунтах виділяють рослини: **нітрофіли** - рослини, які пристосовані до підвищеного вмісту азоту в ґрунті (рослини вирубок (*малина, бузина червона, хміль, в'юнка*), бур'янові (рудеральні) рослини: *чистотіл великої, блекота чорна, кропива дводомна* тощо); **кальцефіли** - рослини карбонатних ґрунтів, що містять більше 3% карбонатів, що скипають з поверхні (*заяча конюшина багатоліста, головатень* тощо); **кальцефоби** - ацидофільні рослини, що уникають ґрунтів із великим вмістом вапна (*сфагнові мохи, береза бородавчаста, каштан* тощо).

За відношенням до виростання на ґрунтах з різними механічними властивостями виділяють рослини таких екологічних груп: **псамофіти** - мешканці пісків (*цмин піщаний, перстач піщаний, буркун, астрагал, верба гостроліста*); **пелітофіти** - рослини глинистих ґрунтів (*полин білоземельний, ежовник солончаковий*); **алевритофіти** - рослини супіщаних і суглинних ґрунтів (*чебрець, осока піщана*); **літофіти** - мешканці каменів, скель, кам'янистих осипів (*ломикамінь, едельвейс*); **хасмофіти** - мешканці тріщин у каменях і скелях, заповнених ґрунтом, здатні жити на дуже малій кількості субстрату (*ломикамінь, ялівець, сосна та ін.*) (їх можна вважати різновидом літофітів).

Рослини і рослинні угруповання можуть вказувати на властивості ґрунтів, їх зміни, пов'язані з антропогенною діяльністю, техногенезом, служити індикаторами особливостей ґрунтів, гідрологічних умов, материнських порід, тобто використовуватися як індикатори (*мінералогічна, геологічна, геоботанічна індикація*). Індикаторними є різні специфічні особливості рослинності (*флористичні, фізіолого-біохімічні, анатомо - морфологічні*).

За ступенем зв'язку з місцем існування ґрунтові тварини можуть бути згруповані в таким чином: **геобіонти** - постійні мешканці ґрунтів (*дощові черв'яки*); **геофіли** - тварини, частина циклу розвитку яких обов'язково проходить в ґрунтах (*сарана, різні жуки, комарі, личинки яких розвиваються в ґрунті, а дорослі особини є*

наземними мешканцями); **геоксени** - тварини, що іноді відвідують ґрунти для тимчасового укриття або притулку (*таргани, жуки, гризуни та інші ссавці, які живуть у норах*).

Сукупність живих мешканців ґрунту називають едафоном. У складі едафону залежно від розміру та ступеню рухливості організмів виділяють: **мікробіоту чи мікрофауну** - ґрунтові мікроорганізми, що є сполучною ланкою між рослинними залишками і ґрунтовими тваринами (*зелені, сине-зелені водорості, бактерії, гриби, простіші*); **мезобіоту або мезофауну** - сукупність порівняно дрібних рухливих тварин, що витягуються з ґрунту (*ґрунтові нематоди, членистоногі, дрібні личинки комах, кліщі*); **макробіоту або макрофауну** - ґрунтові тварини, з розмірами тіла від 2 до 20 мм (*личинки комах, дощові черв'яки, коріння рослин, ін.*); **мегабіоту чи мегафауну** - крупні землерії, в основному з числа ссавців. Ряд видів проводить в ґрунті все життя (*сліпак, кроти, великі олігохети*). Едафон виконує такі функції: 1) подрібнення та розкладання органічних залишків; 2) переміщення речовин; 3) вплив на живлення рослин; 4) перетворення та зв'язування азоту. Маса едафону може досягати 30-40 ц/га та більше, з яких 80% припадає на мікроорганізми. 90% макроорганізмів ґрунтів складають комахи.

Організми одних видів можуть використовувати в якості середовища існування організми інших видів. У такому середовищі біотичним екологічним факторам належить істотно більша роль, ніж в інших типах середовищ. В організмах як хазяїна, так і квартиранта розвиваються численні адаптації до впливів одне на одного, що є одним із прикладів коеволюції. Заселеними можуть бути як поверхні тіла організмів, так і їхні внутрішні порожнини. У якості квартирантів можуть виступати прокаріоти, одноклітинні еукаріоти або ж багатоклітинні організми різних груп. Симбіонти можуть траплятися навіть в одноклітинних організмів.

Організм як середовище існування (*гостальне середовище (від англ. «host» - господар)*) має низку переваг перед іншими середовищами життя: стабільність водного режиму, сталість сольового складу, велика кількість їжі, захищеність мешканців, відсутність температурних перепадів. Водночас гостальне середовище життя має й певні недоліки для його мешканців: обмеженість життєвого простору, незначний вміст кисню, нестача світла, наявність захисних бар'єрів та ін. Лімітуючими чинниками у цьому середовищі є біотичні впливи з боку організму хазяїна. У випадку сумісного проживання співмешканців декількох чи багатьох видів обмежувальні впливи можуть мати ресурси середовища чи антибіотичні відносини.

Своєрідність умов гостального середовища пов'язана з визначальним впливом біотичних екологічних чинників та опосередкованим впливом абіотичних, що зумовило своєрідність адаптацій його мешканців. У чому ж полягає ця своєрідність? Еволюція співмешканців відбувається разом з еволюцією їх хазяїв, тому прослідковується взаємозалежність адаптацій, що особливо чітко виявляється в трофічних відносинах. Так, жуйні тварини, таргани, корабельні черв'яки споживають деревину, яку розщеплюють ферменти-целюлази симбіотичних бактерій або твариноподібних організмів; квіти мають нектарники для приваблювання бджіл; вестиментифери або молюски куфуси залежать від поживних речовин хемотрофних сіркобактерій. Захист від несприятливих впливів, достатня кількість їжі, відносна сталість умов існування визначають і такий напрям еволюційних змін мешканців гостального середовища, як загальна дегенерація, що виявляється у спрощенні

організації (втраті генів, органел, органів і навіть цілих систем органів). *Наприклад, галові кліщі мають одну пару кінцівок замість чотирьох, як у всіх павукоподібних; у цип'яків немає нервової системи й органів чуттів.* Незначний вміст кисню всередині організмів-хазяїв зумовлює у багатьох мешканців цього середовища переважання анаеробного типу обміну. Необхідна енергія вивільняється завдяки гліколізу та різним видам бродиння. В ектопаразитів або коменсалів для прикріплення до тіла хазяїна наявні спеціальні органи (присоски, гачки, кігтики), які розвиваються незалежним чином у різних груп (*наприклад, присоски мають риби-прилипали, риб'ячі п'явки, печінковий сисун*). Отже, основними адаптаціями мешканців організму як середовища існування інших організмів є взаємозалежне живлення, спрощення організації, анаеробне дихання, органи прикріплення тощо.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Заповнити таблицю 1, використовуючи методичні матеріали та інші джерела інформації.

Таблиця 1

Екологічні групи організмів по відношенню до середовища існування

Середовища існування	Екологічні групи та приклади живих організмів	Адаптації до відповідного середовища існування
Наземно-повітряне середовище		
Водне середовище		
Ґрунтове середовище		
Гостальне середовище (організм як середовище існування)		

3. З'ясувати анатомо-морфологічні показники адаптацій рослин, наведених у таблиці 2, до різних факторів навколишнього середовища.

Таблиця 2

Анатомо-морфологічні показники адаптацій різних груп рослин

Екологічні групи	Анатомо-морфологічні показники	Види адаптацій	Представники рослин
Геліофіти			
Галофіти			
Гідрофіти			
Мезофіти			
Ксерофіти			

4. Розв'язати тестові питання:

- 4.1. Пристосуванням до існування в наземно-повітряному середовищі є:
 - А. Твердий скелет;
 - Б. Анаеробний тип обміну;
 - В. Обтічна форма тіла.
 - 4.2. До властивостей атмосфери належать:
 - А. Висока щільність; Б. Турбулентність; В. Переривчастість; Г. Циркуляція.
 - 4.3. Організми, пристосовані до постійного вмісту води у клітинах називаються:
 - А. Пойкілогідричні; Б. Ксерогідричні; В. Гомойогідричні; Г. Геліогідричні.
 - 4.4. Рослинні організми, які пристосовані до існування на каменистих, скельних субстратах, щербенистих осипах називаються:
 - А. Базифіти; Б. Літофіти; В. Грунтофіти; Г. Псамофіти.
 - 4.5. Тварин, які іноді відвідують ґрунт для тимчасового укриття або притулку, називають:
 - А. Геоксени; Б. Геофіли; В. Геобіонти; Г. Геліобіонти.
 - 4.6. Представниками мікробіоти є:
 - А. Кліщі; Б. Дощові черв'яки; В. Сине-зелені водорості; Г. Сліпаки.
 - 4.7. Стабільність водного режиму, сталість сольового складу, велика кількість їжі, захищеність мешканців, відсутність температурних перепадів характеризує таке середовище існування, як:
 - А. Наземно-повітряне;
 - Б. Водне;
 - В. Грунтове;
 - Г. Гостальне.
 - 4.8. Адаптація до нічного способу життя мешканців наземно-повітряного середовища сприяла розвитку таких процесів:
 - А. Зір; Б. Нюх; В. Травлення; Г. Слух; Д. Смак.
 - 4.9. Вчені пов'язують процес виникнення життя з таким середовищем існування, як:
 - А. Наземно-повітряне; Б. Водне; В. Грунтове; Г. Гостальне.
5. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Які середовища існування наявні на планеті Земля?
2. Які чинники визначають специфіку наземно-повітряного середовища існування?
3. Які ознаки та властивості характеризують атмосферу?
4. Яку екологічну роль відіграє атмосфера і які функції вона виконує?
5. Які характеристики, риси, властивості, функції характеризують гідросферу?
6. Які Вам відомі напрями еволюції організмів щодо ролі води в їхньому існуванні?
7. Які екологічні групи організмів виділяють за адаптаціями до вологості?
8. Яку екологічну роль та функції виконує ґрунт у сфері існування живої речовини?
9. Що таке едафічні чинники? Які групи організмів виділяють за пристосуванням до властивостей ґрунтів?
10. Що таке гостальне середовище існування? Які адаптації характеризують мешканців цього середовища?

ТЕМА: ВПЛИВ УМОВ ІСНУВАННЯ НА РОЗВИТОК РОСЛИН.

Мета: поглиблення та закріплення знань про адаптації, вплив чинників навколишнього середовища на існування та розвиток рослинних організмів; здобуття вмінь та навичок аутекологічного аналізу, пошуку й обробки інформації; розвиток екологічної компетентності здобувачів освіти.

План

1. Закріпити знання про адаптації організмів до умов існування та основні середовища існування.
2. Повторити основні постулати екологічної аксіоматики.
3. Розв'язати надані завдання.

Література

1. Коренева І.М., Луценко О.І. Загальна екологія: практикум: навч.-метод. посібник. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 99 с.
2. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ: ТОВ «ДСК-Центр». 143 с.
3. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь -справочник. Москва: Просвещение, 1992. 312 с.
4. Пеларгонія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%8F> (дата звернення: 10.10.2022).
5. Хлорофітум. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%84%D1%96%D1%82%D1%83%D0%BC> (дата звернення: 10.10.2022).
6. Бегонія королівська. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Begonia_Fireworks_%283073316918%29.jpg (дата звернення: 10.10.2022).

Матеріали та обладнання: зошит; ручка, доступ інтернет-мережі, посібники, натуральні або гербарні екземпляри кульбаби лікарської, подорожника великого або інших рослин із різних місць існування (затінених, відкритих, освітлених ділянок, із лісопаркової та забруднених зон).

Хід роботи

1. Пригадати основні постулати екологічної аксіоматики та основні закономірності впливу факторів середовища на організми.
2. Знайти рослини, які для свого розвитку потребують різного освітлення й порівняти їх між собою (рис.1). Результати занести в таблицю 1.

Таблиця 1

Геліофільність рослин

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



Рис. 1. А - світлолюбна рослина (Пеларгонія плющеподібна (калачики) (*Pelargonium peltatum*)); Б – тіньолюбна рослина (Хлорофітум хохлатий (павучок) (*Chlorophytum comosum*)); В – тіньовитривала рослина (Бегонія королівська (*Begonia rex*)) [4, 5, 6].

3. Враховуючи, що кожний вид має свій екологічний оптимум розвитку, що впливає на розміри особин виду, встановити оптимуми екологічних факторів для досліджуваних Вами рослин, або довільно обрати групу рослин, які Вас цікавлять, та визначити оптимальну для них сукупність екологічних факторів. Результати аналізу занести в таблицю 2.

Таблиця 2

Визначення зони оптимуму для рослин

Назва рослин (укр./лат.)	Екологічні фактори			
	Температура	Освітлення	Вологість	Трофність

4. Температурний фактор є одним із найбільш значущих у природі. На рисунку зображений графік залежності чисельності особин певного виду рослин від температури навколишнього середовища. Вказати та позначити на рисунку 1:

- 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) _____;

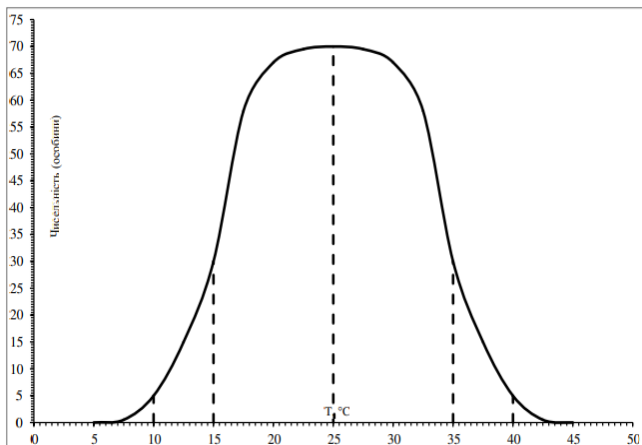


Рис.1. Вплив температурного чинника на життєдіяльність організму.

Сутність якого екологічного закону графічно демонструє наведений рисунок?

5. Розв'язати тестові завдання:

5.1. Що таке лімітуючий фактор?

- А. Найбільш сприятлива для організму інтенсивність екологічного фактора;
- Б. Фактор середовища, що виходить за межі витривалості організму;
- В. Інтенсивність фактору, при якій ще можливе існування організму.

5.2. 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.

5.3. Еврибіонтні організми – це організми...

- А. З широким діапазоном пристосування;
- Б. З вузьким діапазоном пристосування;
- В. У стані фізіологічного оптимуму;
- Г. Всеїдні.

5.4. Стенобіонтні організми – це організми...

- А. З широким діапазоном пристосування;
- Б. З вузьким діапазоном пристосування;
- В. У стані фізіологічного оптимуму;
- Г. Всеїдні.

5.5. Під середовищем існування (життя) організмів розуміють:

- А. Неживу природу;
- Б. Вся сукупність абіотичних і біотичних факторів;
- В. Сукупність біотичних факторів;
- Г. Сукупність біотичних і абіотичних факторів, при яких існує популяція.

5.6. 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.

5.7. Які з перелічених деревних рослин є світлолюбними рослинами?

- А. Липа серцелиста; Б. Береза повисла; В. Дуб звичайний

6. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Які закони екології описують вплив факторів навколишнього середовища на представників живої речовини планети?
2. Сформулюйте закони оптимуму, мінімуму, сукупної дії екологічних факторів, рівнозначності всіх умов життя. Які вчені є авторами цих законів? Коли вони були сформульовані?
3. Перелічити основні закономірності та характеристики дії екологічних факторів на організми.
4. Які особливості властиві світлолюбним рослинам?
5. Наведіть приклади світлолюбних і тіньолюбних рослин, які виростають в межах Вашого міста.

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ДО ВПЛИВУ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР.

Мета: поглиблення знань про пристосування рослинних організмів до дії температурного чинника; формування вмінь та навичок визначення рівня витривалості рослин до дії високих температур; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Розглянути різноманіття рослинних організмів за пристосуванням до дії температурного фактору.
2. Опанувати методику визначення рівня витривалості рослин до дії високих температур.
3. Розв'язати надані завдання, надати відповіді на питання самоконтролю.

Література

1. 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 с.
2. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Знання, 2002. 550 с.

Матеріали та обладнання: зошит; ручка, доступ інтернет-мережі, посібники, водяна баня, термометр, пінцет, чашки Петрі (5 шт.), стакан з водою; олівець по склу, 0,2 Н розчин соляної кислоти, листя деревинних рослин та листя різних видів кімнатних рослин.

Теоретичні відомості

Температура є одним із важливих екологічних факторів. Вона змінюється у широкому діапазоні в залежності від природних зон і конкретних умов середовища. Проте різні рослини по різному реагують на її зміни.

За пристосуванням до температури як екологічного фактору розрізняють дві основні екологічні групи рослин:

- 1) **теплолюбні** (термофіли чи термофіти) – види помірних широт, які становлять переважну більшість рослин Землі (температурний оптимум їхньої життєдіяльності становить $+20 + 25^{\circ}\text{C}$, а максимум $+35 + 45^{\circ}\text{C}$);
- 2) **холодовитривалі** (психрофіли чи психрофіти) - переважно тропічні рослини, для яких характерною ознакою є висока інтенсивність фотосинтезу та усіх фізіологічних процесів при високих температурах і достатній кількості вологи, а їхній температурний оптимум становить $+35 + 45^{\circ}\text{C}$, а максимум $+45 + 65^{\circ}\text{C}$.

Досить часто за пристосуванням до температурних кліматичних умов рослини поділяють на такі групи:

- 1) **мегатерми** – рослинні організми жаркого клімату;
- 2) **мезотерми** – рослинні організми, які виростають в умовах домінування помірних температур навколишнього середовища;
- 3) **оліготерми** – рослини пристосовані до існування в умовах низьких температур середовища.

За рівнем адаптації до погодних умов та умов крайнього дефіциту тепла виділяють такі групи рослин:

- 1) **нехолодостійкі** – види рослин, які сильно страждають, можуть навіть загинути при низьких позитивних температурах. Загибель пов'язана з інактивацією ферментів, порушенням обміну нуклеїнових кислот і білків, руйнуванням мембран і припиненням дії асиміляторів. Це рослини дощових тропічних лісів, водорості теплих морів;
- 2) **неморозостійкі** – види рослин, які переносять низькі позитивні температури, але гинуть, як тільки у тканинах починає утворюватися лід. При настанні холодного періоду року в них підвищується концентрація осмотично активних речовин у клітинному соці та цитоплазмі, що знижує точку замерзання до -5° - 7° C.

За ступенем адаптації до високих температур виділяють такі групи рослинних організмів:

- 1) **не жаростійкі** – рослинні організми, які зазнають пошкоджень вже за температури 30 - 40° C (водні квіткові, наземні мезофіти);
- 2) **жаровитривалі** – рослини, які переносять півгодинне нагрівання до 50 - 60° C (рослини сухих місцезростань з сильною інсоляцією, еуксерофіти степів, пустель, саван, субтропіків і т. п.);
- 3) **жаростійкі** – термофільні бактерії і деякі види синьо-зелених водоростей, які можуть жити в гарячих джерелах при температурі 85 - 90° C.

Відома ще одна група рослин, які витримують температуру пожеж, їх називають **пірофітами** (рослини саван з грубою корою і товстошкірим насінням).

Отже, різні типи рослин по-різному переносять високі температури.

C3 – це переважна більшість рослин Землі, які здійснюють **C3** шлях фіксації вуглекислого газу у процесі фотосинтезу, в результаті чого утворюються проміжні три вуглецеві сполуки (цикл Кальвіна). Це переважно рослини помірних широт, температурний оптимум яких коливається від $+20$ до $+25^{\circ}$ C, а максимум від 35 до 45° C. Проте рослини цієї групи також мають значні відмінності.

C4 – це рослини, у яких проміжними продуктами фіксації CO_2 є чотири вуглецеві органічні кислоти та утворення щавлево-оцтової кислоти. До них належать переважно тропічні рослини (кукурудза, сорго, цукрова тростина, мангрові дерева). Ці рослини відрізняються дуже високою інтенсивністю фотосинтезу, переносять високі температури (оптимум $+35$ до $+45^{\circ}$ C, а максимум від 45 до 60° C). Вони добре пристосовані до умов існування при високих температурах, ефективно використовують воду, добре переносять стреси – посуху, засолення, відрізняються підвищеною ефективністю усіх фізіологічних процесів, що визначає їхню дуже високу біологічну й господарчу продуктивність. Як відомо **C4** рослини витримують більш високі температури, ніж **C3** рослини.

Переважна більшість рослин середньої полоси нормально почувається за температури 23° C. Якщо ж її досить швидко підняти всього на шість-сім градусів, активізуються кілька десятків генів, які запускають захисні механізми. Зокрема, синтез специфічних макромолекул – білків теплового шоку. Серед них є молекули, які видаляють залишки зруйнованих клітин. Є білки шаперони (з французького це перекладається як нянька), які буквально супроводжують потрібну молекулу на всіх етапах її формування. Проте, механізми, які забезпечують виживання кожної окремої клітини можуть бути «байдужими» до того, що відбувається з цілою рослиною. Однак для стійкості рослині потрібні не тільки стійкі окремі клітини чи

тканини, а усі її органи – листок, стебло, корінь. Отже, у найбільш стійких рослин механізм захисту реалізується на рівні цілого організму.

З метою створення зелених зон міст, озеленення територій підприємств, лісопосадок потрібно обов'язково добирати види рослин, які є найбільш витривалими до високих температур. Водночас композиції зелених насаджень повинна відповідати їх призначенню. Біля адміністративно-громадських будівель це: ялина колюча голуба і срібляста, ялиця сибірська, ялівець віргінський, тополя пірамідальна, туя східна, тис ягідний. І зовсім інша композиція біля палаців, пам'яток історичного значення, «парків Перемоги». Вона повинна включати довговічні породи: дуби, клени, липи, модрина. Біля будинків відпочинку доцільніше висаджувати дерева з густою кроною: липа дрібнолиста, клен гостролистий, кінський каштан, платан західний і гарно квітучі чагарники - бузок, калина звичайна та Сарженга, різні види глоду, троянди, яблуні.

Хід роботи

1. Приготувати для проведення досліду по 5-6 свіжих листків різних порід дерев (бажано різного географічного походження). Кінчики черешків треба обгорнути у мокру вату, фольгу, а усі листки покласти у целофан.

Принцип методу заснований на встановленні межі ушкодження живих клітин від екстремальних температур (метод запропоновано Ф. Ф. Мацковим). Якщо впливати на листки високою температурою, а потім занурити їх у слабкий розчин соляної кислоти, то ушкоджені і мертві клітини побуріють унаслідок вільного проникнення у них кислоти, яка й викликає перетворення хлорофілу в феофітин (бурий колір), тоді як неушкоджені листки залишаються зеленими. У рослин, які мають кислий клітинний сік, феофітинізація може відбутися й без обробки соляною кислотою, адже при руйнуванні напівпроникного тонопласту органічні кислоти надходять із клітинного соку у цитоплазму й витісняють магній із молекули хлорофілу.

Роботу краще проводити у першу половину вегетації, коли не спостерігається природне руйнування хлорофілу в деревних порід.

2. З'єднати листки досліджуваних рослин у пучки (по п'ять штук одного виду).

3. Нагріти водяну баню до 40°C, занурити у нагріту воду пук із досліджуваного листя і тримати його у нагрітій воді протягом 30 хвилин, підтримуючи температуру на рівні 40°C.

Перша проба: відірвати по одному листку кожного виду рослин і перенести їх у чашку Петрі з холодною водою. Після охолодження пінцетом перенесіть листя у чашку з розчином соляної кислоти.

Друга проба: збільшити температуру у водяній бані до 50°C і через 10 хвилин після цього взяти ще по одному листку й повторити процедуру.

4. Дослідити за аналогічною методикою наступні проби, підвищуючи температуру кожного разу на 10°C і через кожні 10 хвилин переносити по одному листку різних рослин у розчин соляної кислоти. Температуру доводять до 80°C.

5. Через 20 хвилин після занурення листка в кислоту підрахувати ступінь ушкодження листка за кількістю бурих плям за допомогою таких умовних позначень:

- відсутність побуріння позначають «-»;
- слабе побуріння «+»;
- побуріння площі листка понад 50% «++»;
- суцільне побуріння «+++».

Результати дослідів занести у таблицю 1.

Таблиця 1

Витривалість деревинних рослин до високих температур

Назва рослини	Ступінь ушкодження листя					Висновок
	Проба 1 40°C	Проба 2 50°C	Проба 3 60°C	Проба 4 70°C	Проба 5 80°C	

6. Аналогічні процедури провести з листками кімнатних рослин. Результати занотувати у таблиці 2.

Таблиця 2

Витривалість кімнатних рослин до високих температур

Назва рослини	Ступінь ушкодження листя					Висновок
	Проба 1 40°C	Проба 2 50°C	Проба 3 60°C	Проба 4 70°C	Проба 5 80°C	

7. Побудувати ряд термостійкості деревинних і кімнатних рослин.

8. Знайти види дерев, які мають C4 - шлях фіксації CO₂. Обґрунтувати доцільність їх висаджування на вулицях міст України, зокрема, Кривого Рогу.

9. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки. У висновках відмітити узагальнення щодо: 1) ступеня витривалості різних рослин до впливу температурного чинника; 2) доцільності висаджування певних видів рослин на відкритих, не захищених від сонця ділянках міських екосистем.

Питання самоконтролю:

1. Яке значення має температура як екологічний фактор?
2. Що таке температурний оптимум?
3. Які пристосування наявні в рослин від перегрівання на сонці?
4. Що Ви знаєте про можливості рослин пристосовуватися до низької температури?
5. За яким механізмом відбувається ушкодження рослин при підвищенні температури?
6. Які Ви знаєте групи рослин щодо витривалості до впливу температури?
7. Чому довжина вух у лисиць тим більша, чим ближче до екватора місце їх поширення?
8. До яких груп рослин, щодо пристосування до кліматичних температурних умов, належить більшість деревних видів району Вашого мешкання?
9. Які вимоги на Вашу думку, окрім термовитривалості, необхідно враховувати, при доборі видів дерев для висаджування на вулицях промислового міста?
10. Які види деревних рослин Ви можете пропонувати для озеленення рідного міста? Які критерії покладені в основу вибору цих рослин?

ТЕМА: ЖИТТЄВІ ФОРМИ ОРГАНІЗМІВ.

Мета: поглиблення та закріплення знань про пристосування організмів до дії факторів середовища, життєві форми організмів; формування практичних умінь та навичок визначення та аналізу життєвих форм організмів; розвиток екологічної та дослідницької компетентності здобувачів 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 їх 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: навч.-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 с.
6. Миркин Б.М. *Современная наука о растительности: Учебник*. Москва: Логос, 2001. 264 с.
7. Реймерс Н.Ф. *Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь – справочник*. Москва: Просвещение, 1992. 312 с.
8. Серебряков И.Г. *Жизненные формы высших растений и их изучение. Полевая геоботаника*. Москва; Ленинград: Наука, 1964. Т. 3. С. 146-205.
9. Чернова Н.М. *Лабораторный практикум по экологии: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов по биол. спец.* Москва: Просвещение, 1986. С. 26 – 32.
10. 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, складаючих його організмів. Життєві форми – це систематичні одиниці в екології, аналогічні систематичним одиницям у флористиці, систематиці рослин та 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.

Життєві форми змінюються в онтогенезі і 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.), котрій поділив рослини на дерева, чагарники, напівчагарники та трави, вчення відроджується на наукових засадах на початку XIX століття завдяки видатному німецькому ботаніку, засновнику ботанічної географії **Олександрю Фрідріху фон Гумбульдту**. Опублікованій вперше в 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 екотопу зокрема). 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 середовищетвірні (медіопативні) особливості, що виникли в процесі природного добору в певних умовах зовнішнього середовища.



Йоганнес Еугеніус Вармінг
(03.11.1841 - 2.04.1924)



Крістен Раункієр
(29.03.1860 - 11.03.1938)



Олександр Люціанович Бельгард
(04.10.1902 – 22.08.1992)

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).
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, геліотопу, 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).

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, багатошаровим 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 місцевиростань*); *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, світлолюбні* (*He*) – рослини, які віддають перевагу місцевиростанням яскраво освітленим сонцем (*більшість рослин степів і пустель*); *сціогеліофіти* або *факультативні світлові рослини* (*ScHe*) – рослини, які віддають перевагу місцевиростанням яскраво освітленим сонцем, але добре адаптуються й до слабкої освітленості, та здатні виростати в затінку (*амброзія полинолиста, полін звичайний та гіркий, мати-й-мачуха тощо*); *геліосціофіти* або *факультативні тіньові рослини* (*HeSc*) – рослини, які віддають перевагу місцевиростанням у затінку, але здатні виростати 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*).

Кліаморфи – екоморфи, які характеризують пристосування рослин до кліматичних умов місцевиростання (кліматопу). Під кліаморфами 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 засоленних 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.

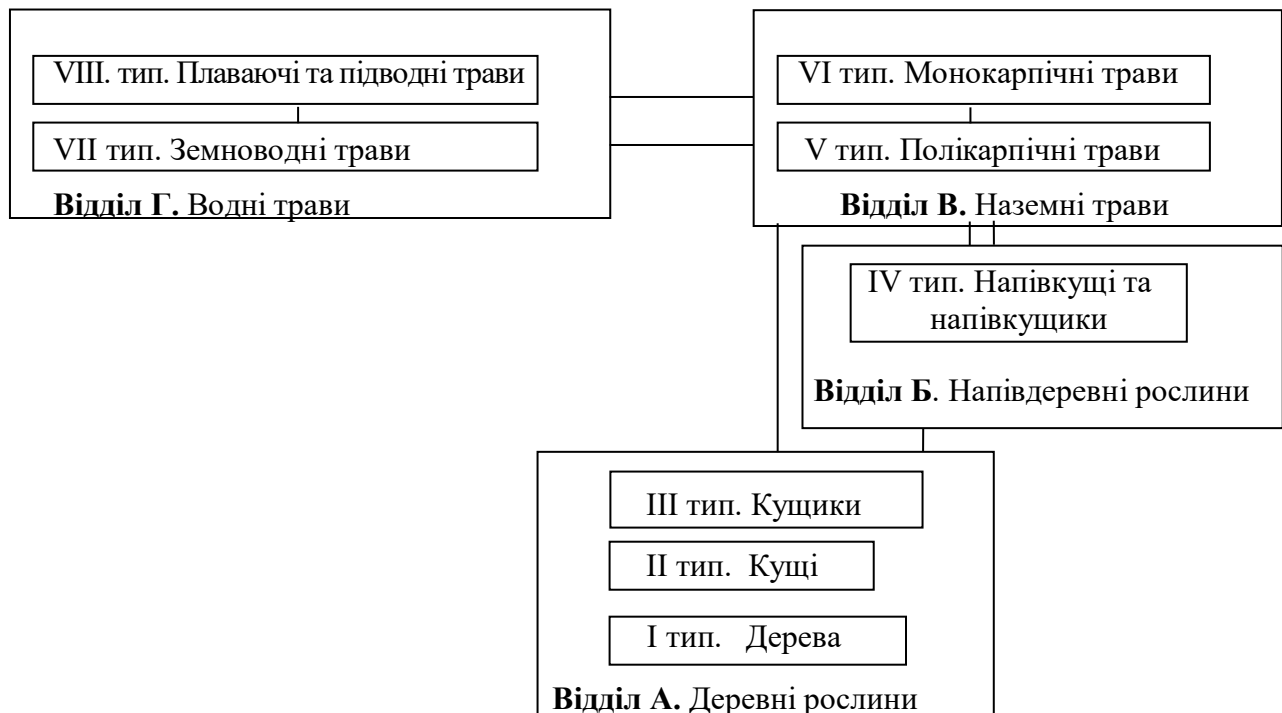


Рис.1. Співвідношення та типи життєвих форм покритонасінних рослин.

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). Нажаль, система І.Г. Серебрякова не була опублікована за кордоном, і тому мало відома англомовним дослідникам (рис. 1).

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, бульбоцибуліні, без спеціалізованих підземних пагонів; 4) **структура кореневої системи:** стрижньова, китицева, стрижньокитицева, без коренів; 5) **спосіб перезимовування бруньок відновлення,** тобто їх положення в просторі відносно поверхні землі та спосіб захисту (система життєвих форм Раункієра).

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 Алеєва (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. Арнольд, 1937), жуків чорнотілок (В.Г. Мордкович, 1973), коллембол (Стебаєва, 1970) тощо.

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) (*простіші, черви, п'явки, молюски, губки, ракоподібні, кишковопорожнинні, іглокожі*);

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 форм:

1. Ті, що не роблять нор: а) бігаючи; б) стрибаючи; в) повзаючи;
2. Ті, що роблять нори: а) бігаючи; б) стрибаючи; в) повзаючи;
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 ґруну з оптимальною температурою $+20$ - $+30^{\circ}\text{C}$;

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 запасається 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; **засидчиків**, які чекають здобич і нападають на неї із засідку; **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 (трупоеди, некрофаги) - організми, які харчуються падаллю (*гієни, грифи, жуки-трупоеди, 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 самотійно поза хазяїном напр., *міноги*) та **облігатних паразитів** (не здатних жити та розмножуватися самотійно). Паразитів поділяють також на такі групи: 1. **Стационарні 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**.

Пристаосування 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 місцевіснуванню ядро освіченим сонячним світлом;

Сціобіонти (геліофоби, фотофоби) - організми, місце існування яких не мають яркого 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 нор (личинки жуків маєк, які розвиваються у гніздах земляних бджіл за рахунок пилюки 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 пилильщика, 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 жукив короїдів, лубу - личинки жукив 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 плавунці);
 - 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 (10x10 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 екотопів. Зробити висновки щодо впливу умов місцевиростання на формування життєвої форми рослини.

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

5. Використовуючи рисунок 2, заповнити таблицю 1. Пояснити, на які екологічні ознаки спирається класифікація життєвих форм рослин Х. Раункієра.

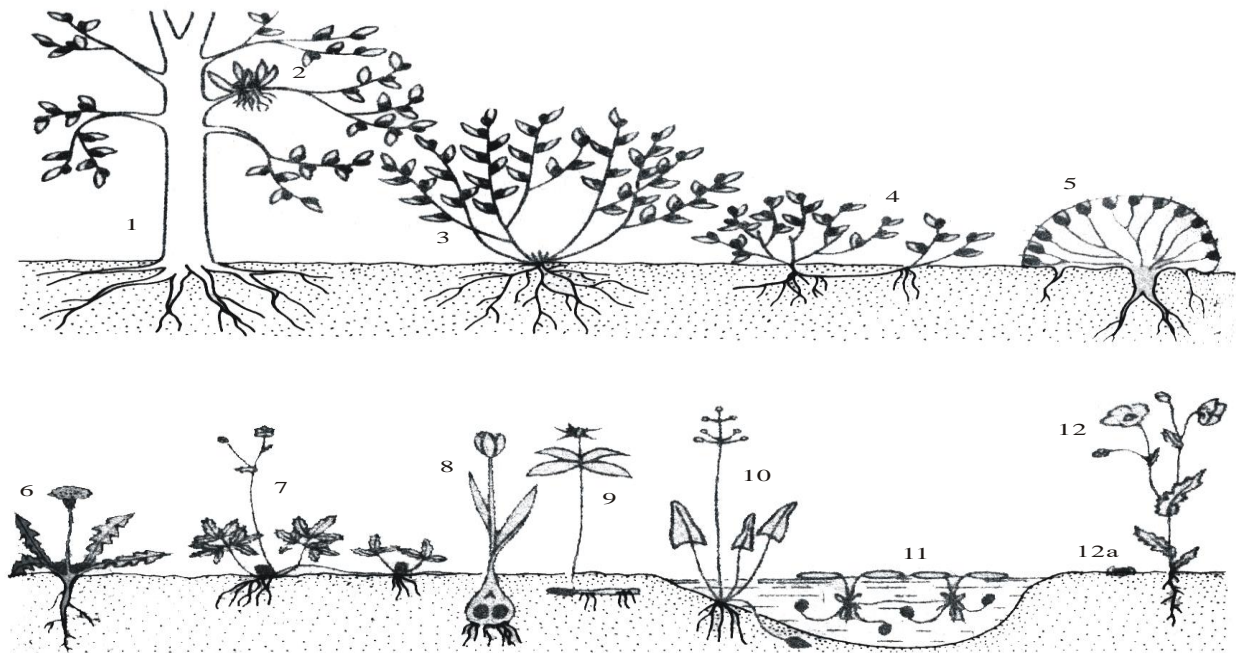


Рис.2. Життєві форми рослин за К. Раункієром.

Таблиця 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 2.

Таблиця 2

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

Вид рослини	Латинська назва	Класифікація Х. Раункієра	Класифікація О.Л. Бельгарда	Зовнішні ознаки
Береза повисла				
Суниця лісова				
Кульбаба лікарська				
Латаття біле				

Вид рослини	Латинська назва	Класифікація Х. Раункієра	Класифікація О.Л. Бельгарда	Зовнішні ознаки
Малина звичайна				
Бузок звичайний				
Амброзія полинолиста				
Алое Альфреда				
Пирій повзучий				
Щириця звичайна				

7. Розглянути колекції комах і таблиці з їх зображеннями. Надати характеристику життєвих форм комах. Заповнити таблицю 3.

Таблиця 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 терміна та класифікації екоморф є:

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

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

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

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

- А. Ценоморфи;
- Б. Термоморфи;
- В. Геліоморфи.

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

- А. Гемікриптофіти;
- Б. Криптофіти;
- В. Терофіти;

Г. Хамефіти.

8.6. Встановити відповідність між видами рослин та їхніми геліоморфами:

А. 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:

А. 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:

А. 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:

А. 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:

А. 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.
3. Класифікація життєвих форм І. Г. Серебрякова.
4. Що таке екоморфа? Критерії 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. Обґрунтуйте зв'язок понять «адаптація» та «життєва форма».

ТЕМА: СПЕЦИФІКА АУТЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Мета: поглиблення знань про аутекологію, її завдання та методи досліджень; формування вмінь та навичок аутекологічного опису організмів, об'єктів екологічних досліджень; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

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. Бигон М., Харпер Д., Таузенд К. Экология / пер. с англ. В.Н. Михеева, М.А. Снеткова. Москва: Мир, 1989. Т.2. 477 с.
2. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології: навч. посібник. Київ: Либідь, 1997. 160с.
3. Воронов А.Г. Геоботаника. Москва: Высшая школа, 1963. С. 344-352.
4. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Біологія. Москва: Мир, 1990. Т.2. С. 146-149.
5. 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.
6. 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. .URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/4279> (дата звернення: 09.11.2022).
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, доступ інтернет-мережі, посібники, лінійки, калькулятори, гербарній.

Теоретичні відомості

Ауतेкологічне дослідження включає вивчення всіх екологічних факторів, що впливають на окремих 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.

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. 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 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, котрі повинен поставити перед собою дослідник при вивченні рослинного організму.

1. **Систематичне положення.** Назва виду. Які існують підвиди, різновиди та екотиби даного виду? Схожість та відмінності між близькоспорідненими видами. Повний таксономічний опис виду?
2. **Місцевиростання.** I. **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?); II.

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?); III. **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'явились 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.

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 4) [6]. 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 з різних екоотопів міста. Розрахунки можна проводити з використанням гербарних матеріалів кафедри.
5. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Які характеристики необхідно висвітлювати при складанні екологічного опису рослини?
2. Які характеристики необхідно висвітлювати при складанні екологічного опису тварини?
3. Які ключові питання повинен містити екологічний опис місцевості?
4. Які дані повинен включати екологічний опис промислового об'єкта?
5. Про що свідчить позитивний коефіцієнт кореляції? В яких випадках доцільно використовувати кореляційний аналіз?

ТЕМА: 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 популяцій; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів 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. Розв'язати надані завдання.

Література

1. Быков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука, 1988. 212 с.
2. Дідух Я.П. Популяційна екологія. Київ: Фітосоціоцентр, 1998. 192 с.
3. Димань Т.М. Екологія людини: підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2009. 376 с.
4. Лабораторний та польовий практикум з екології / ІВ. Бейко, В.М. Боголюбов, І.Г. Вишенська, Г.В. Вишневіська, 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. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь – справочник. Москва: Просвещение, 1992. 312 с.
6. Чернова Н.М. Лабораторний практикум по екології: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов по биол. спец. Москва: Просвещение, 1986. С. 26 – 32.
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.
8. Яблоков А.В. Популяционная биология: Учебное пособие для биологических специальностей вузов. Москва: Высшая школа, 1987. 303 с.

Матеріали та обладнання: зошит, ручка, доступ інтернет-мережі, посібники, гербарій рослин, колекція комах «Стадії індивідуального розвитку комах», рисунки, 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 та певними відношеннями з середовищем. Абсолютний або календарний вік та віковий стан - поняття не тотожні. Організми одного календарного віку можуть знаходитися у різних вікових станах.

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

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 (європейські вугрі, лососеві, горбуша, кета, нерпа, агава, морква, буряки, які розмножуються лише один раз на життя і гинуть, залишаючи після себе потомство. Одне покоління може формуватися з різних приплодів (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 приплодів)). Один приплід з різних поколінь характерний для більшості тварин, що живуть і розмножуються тривалий час, а нащадки встигають досягти генеративної фази, у 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 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. 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. 3).

Особливостями, що відрізняють онтогенез людини від онтогенезу інших організмів) 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 найдовший 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 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 насінниною, мають зародкові корінці та перші листки, живляться за рахунок мобілізації запасних поживних речовин насіння та фотосинтезу
	Ювенільна рослина	j	Втрачають (зв'язок з насінниною, 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 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 3

Стадії життєвого циклу людини (Б. Богін, 1999)

<p>Пренатальний період Запліднення Перший триместр - від запліднення до 12-го тижня: ембріогенез. Другий триместр - 4-й - 6-й місяці місяця «швидкий зріст у довжину» Третій триместр - з 7-го місяця до народження: швидкий ріст маси тіла та дозрівання органів Народження</p> <p>Постнатальний період Період новонародженості - від народження до 28 діб: адаптація до зовнішніх умов життя, самі швидкі для усього періоду постнатального зросту швидкості зросту та дозрівання. Період немовля - 2-й місяць життя до кінця грудного вигодовування (у середньому до 3 років): поступове зменшення швидкостей зросту, прорізування молочних зубів, засвоєння багатьох ключових стадій розвитку у психологічному та поведінковому аспектах (ходіння, мова). Дитинство - з 3 до 7 років: помірні швидкості зросту, напівростковий стрибок, прорізування перших малярів та різців, закінчення зросту мозку у кінці цієї стадії. Ювенільна стадія - дівчинки - 7-10 років; хлопчики - 7-12 років: уповільнення швидкостей зросту, здатність до самостійного харчування, перехід до оволодіння соціальними навичками. 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. Підлітковий період - від 3 до 8 років після початку пубертата: 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. Дорослість Зрілість та перехідний період - від 20 років до закінчення періоду дітонародження: гомеостаз фізіологічних, поведінкових, інтелектуальних функцій, менопауза у жінок у віші близько 50 років. Похилий вік та старість - з закінченням періоду дітонародження до смерті: затухання функцій багатьох тканин, органів та систем органі.</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.

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 пізньої 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 10-15см 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. 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 їх дії тим сильніше, 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, котрі залежать від щільності теперішніх наявних поколінь. Конкуренція, канібалізм, зміни плодючості, міграції досягають ефекту в одному поколінні і 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, котрий управляється помилкою: механізми регуляції починають діяти лише тоді, коли чисельність виходить за певні межі;
2. Регуляція відзначається однобічною дією і сприяє лише активному обмеженню росту популяції, тоді як ріст чисельності після її сильного зниження можливий у випадку зменшення сили впливу регуляторів.

Коливання чисельності популяцій в 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. 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 популяцій 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 щелети, пристосовані для знищення личинок того ж виду. Після знищення конкурента личинка линяє і її гострі щелети змінюються м'якими, пристосованими до харчування вмістом яйця личинки);

- **виділення в навколишнє середовище продуктів, затримуючих ріст особин того же 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.

- **нашестя (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, викликаного неприродно 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 місцеіснування, 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.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Розглянути рисунок та описати особливості вікових станів рослин різних життєвих форм (рис. 1).
3. Дослідити та описати особливості вікової структури популяції мешканців Вашого міста. Побудувати базовий спектр вікової структури (за віковими групами). Визначити тип популяції за віковою структурою. Використовувати дані державної статистичної звітності.

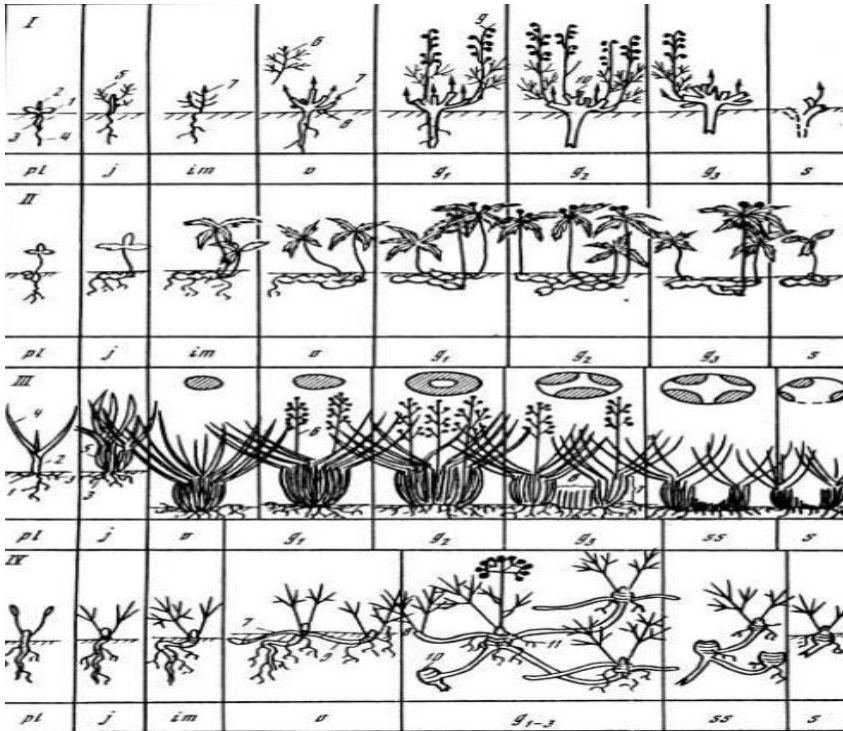


Рис.1. Схема вікових станів рослин різних життєвих форм:
 I - стрижнекореневий багаторічник полин польовий (*Artemisia campestris* L.),
 II - короткокореневищний багаторічник анемона лісова (*Anemone sylvestris* L.),
 III - щільнокущовий багаторічник щучник дернистий (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.),
 IV - довгокореневищний багаторічник яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.).

4. Розв'язати тестові завдання.

4.1. Автором терміна «популяція» був:

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

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

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

4.3. 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.

4.4. Основними параметрами популяцій є:

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

4.5. Основними показниками динаміки популяцій є:

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

4.6. Для характеристики статевої структури популяцій використовують такі поняття:

- А. Прайд;
- Б. Когорта;

В. Покоління;

Г. Колонія.

4.7. Для характеристики вікової структури популяцій використовують такі поняття:

А. Колонія;

Б. Когорта;

В. Генерація;

Г. Родина.

4.8. 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.

4.9. 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

4.10. До жорстких форм саморегуляції щільності популяцій належать:

А. Територіальна поведінка;

Б. Масові міграції;

В. Самозріджування;

Г. Алелопатія.

5. 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. Що таке модифікація чисельності популяції? Які особливості мають модифікуючі фактори?

8. Що таке регуляція чисельності популяції? Які відомі механізми дії факторів регуляції чисельності популяції?

9. Що таке гомеостаз популяції? Яке значення має процес саморегуляції популяцій?

10. Які форми саморегуляції щільності популяцій Вам відомі?

ТЕМА: АНАЛІЗ ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ ПОПУЛЯЦІЙ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ

Мета: поглиблення теоретичних знань щодо структури популяцій, засвоєння методів і здобуття практичних навичок дослідження вікової структури популяцій деревних насаджень; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Закріпити знання про особливості вікової структури популяцій.
2. Опанувати методикку аналізу вікової структури популяцій деревних насаджень.
3. Ознайомитися з методикою оцінки життєвого стану деревних рослин.
4. Дослідити життєвий стан та вікову структуру деревних насаджень в межах двох довільно обраних ділянок.
5. Розв'язати надані завдання.

Література

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. №4. С. 51-57.
2. Клименко М.О., Прищепя А.М., Борщевська І.М., Михальчук М.А., Буднік З.М. Лабораторний практикум із загальної екології (та неоекології). Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2017. С.24-26.
3. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: Навчально-методичний посібник. вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ: ТОВ «ДСК-Центр». 2016, С.40-45.

Матеріали та обладнання: лупи, лінійки, штангенциркулі, спири дерев, метрова стрічка, зошит, ручка.

Теоретичні відомості

Вік деревостану є таксаційним показником, який характеризує його загальний стан. Існує дві групи основних способів визначення віку дерева: 1) **недеструктивні методи**, які дозволяють визначити вік рослини, не завдаючи їй каліцтв і не знищуючи, але завдяки яким можна лише приблизно оцінити вік дерева (**підрахунок мутовок, вимір діаметра стовбура**); 2) **деструктивні методи**, які передбачають спилування дерев або порушення цілісності стовбура тим самим травмуючи рослину (**метод визначення віку по кільцях, метод визначення віку за діаметром стовбура**). Надостовірніший спосіб визначення віку дерева - пошук інформації про час посадки.

Метод підрахунку мутовок. Мутовка (колотівка) - частина осьового органу рослини (вузол), зазвичай стебла або гілки, на якій кільцеподібне, на одній висоті (одному рівні), розташовуються три й більше органів, зазвичай листя, іноді квіток або гілок. Кожна наступна мутовка може бути повернута на кут в 90° від попередньої, або на половину кута між листям, або зберігати орієнтацію попереднього вузла. Мутовка - важлива морфологічна характеристика. Вік хвойного дерева можна дізнатися, перерахувавши кількість мутовок (ярусів кільцеподібного розташування гілок) на стовбурі. Щорічно на стовбурі утворюється тільки одна мутовка. Підрахувавши їх кількість, необхідно додати до нього 3 (сосна), 4 (ялина), 5 (ялиця) або 10 (кедр). Цей метод не такий точний, як підрахунок річних кілець на спиці стовбура, але він дозволяє приблизно визначити вік дерева, не пошкоджуючи його.

Метод визначення віку дерева за діаметром стовбура. Вік листяних дерев визначають по річному приросту. Необхідно розділити діаметр стовбура на середній річний приріст у діаметрі. У міру зростання дерева, товщина його стовбура з кожним роком збільшується. Знаючи середній річний приріст дерева цього виду на місцевості, можна розділити на нього діаметр стовбура для визначення приблизного віку дерева.

Проте середньорічний приріст залежить від виду дерева і місцевих умов. Наприклад, в лісі дерева ростуть швидше, ніж в місті, тому цей метод також дає приблизні результати. Отже, необхідно виміряти окружність стовбура в сантиметрах на рівні **1,3 м від землі** та обчислити діаметр стовбура за допомогою формули: $D = C : \pi$ (де D – діаметр, C – довжина кола, π – постійна 3,14). Після цього треба поділити діаметр на середній річний приріст (інформацію можна отримати з літературних та інтернет джерел), що дозволить отримати приблизний вік дерева.

Метод визначення віку дерева за кільцями росту, полягає у їх простому підрахунку від центру назовні на спилі стовбура чи пні. Кільця на спилі можуть бути світлішими (утвореними навесні) чи темнішими (сформованими наприкінці літа або на початку осені), товсті, що є свідчення оптимального отримання усіх необхідних поживних речовин і води, і тонкі.

Знання вікової структури є основою раціонального природокористування, оскільки дає можливість уникнути регресу екосистеми, забезпечує максимальне використання природного ресурсу. Яскравим прикладом незнання вікової структури лісових насаджень є створення одновікових угруповань, які найбільш вразливі, як для факторів живої (короїди) так і неживої природи. Оцінка життєвого стану деревних видів - невід’ємна складова розробки ефективних заходів оптимізації стану міських насаджень.

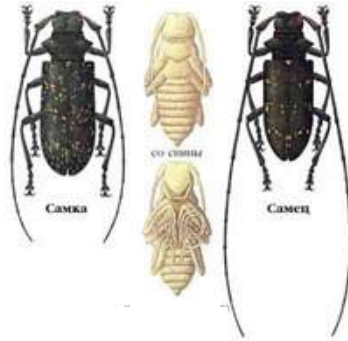
Для оцінки життєвого стану деревостану традиційно використовують шкалу В.А. Алексєєва (табл.1).

Таблиця 1

Шкала оцінки життєвого стану дерев В.А. Алексєєва [1]

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 густота 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. Найвні ознаки комах-ксилофагів. В подальшому дерево втрачає гілки та кору



Непарний шовкопряд

Ялинові вусачі

Золотоочко

Рис. 1. Ентомошкідники [3].

Цікаві факти про найстаріші дерева світу

Пінус лонгаева (сосна остиста міжгірська, довгоживуча) - це вічнозелена хвойна рослина, що мешкає в горах США, на південному заході. Росте дуже повільно, тому рідка можна побачити екземпляри, які перевищують 10 метрів. Діаметр його стовбура може досягати 3,6 метра. Тривалість його життя вражає, оскільки рослина може прожити **5000 років**.

Секвоядендрон гігантський - вічнозелене хвойне дерево, яке живе в Сьєрра-Неваді в Каліфорнії. Вона сягає середньої висоти від 50 до 85 метрів, а діаметр - 5-12 метрів. Тривалість його життя становить **3200 років**.

Секвоя - вічнозелена хвойна рослина, добре відома під назвою червона секвоя. Це дерево знаходиться на узбережжі Тихого океану Північної Америки і досягає близько 100 метрів, діаметр стовбура 7,9 метра, має середню тривалість життя **1200-1800 років**.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. На визначених ділянках насаджень провести опис деревних видів.
3. Визначити орієнтовний вік дерева і зафіксувати його діаметр (дані отримані в такий спосіб використовуються для приблизної оцінки вікової структури кожного виду деревних насаджень). Ознайомитися з методикою визначення висоти дерева (додаток 5).
4. Оцінити життєвий стан деревних рослин на ділянках дослідження.
5. Отримані результати занести в таблицю 2.

Таблиця 2

Характеристика життєвого стану рослин та вікової структури популяцій дослідних ділянок насаджень

№ ділянки/ розташування	Назва рослин		Вік дерев	Життєвий стан
	українська	латинська		

6. На основі отриманих результатів зробити узагальнення щодо вікової структури деревних насаджень, визначити стадії (стани) популяцій рослин досліджуваних ділянок (*інвазійний, нормальний, регресивний; повночленні або неповночленні*).
7. Розв'язати тестові завдання:
- 7.1. Вікова структура популяцій – це:
 А. Кількісне співвідношення особин різних розмірів;
 Б. Кількісне співвідношення особин різних вікових груп;
 В. Кількісне співвідношення особин різних статей у різних вікових групах.
- 7.2. Особини, що народилися у батьків різних поколінь, але в один період – це:
 А. Приплід; Б. Генерація; В. Посів.
- 7.3. Співвідношення вікових станів особин популяції визначає:
 А. Константність популяції; Б. Життєвість популяції; В. Чисельність популяції.
- 7.4. Тенденція прискорення розвитку та фізіологічного дозрівання дітей і підлітків називається:
 А. Секуляризація; Б. Інтенсифікація; В. Акселерація.
- 7.5. Популяції, в яких спостерігається випадіння особин окремих вікових груп називають:
 А. Неповночленними; Б. Повночленними; В. Регресивними.
- 7.6. Популяції, наведені в момент дослідження переважно молодими особинами називають:
 А. Регресивними; Б. Нормальними; В. Інвазійними.
- 7.7. Якщо чисельність різних вікових груп забезпечує баланс між молодими та відмираючими організмами, то популяцію називають:
 А. Нормальною; Б. Дефінітивною; В. Сукцесійною.
- 7.8. У постгенеративній стадії розвитку перебувають:
 А. Імматурні рослини; Б. Відмираючі рослини; В. Генеративні старі рослини.
- 7.9. Метод визначення віку дерев по кільцях за способом реалізації є:
 А. Недеструктивним; Б. Надійнішим; В. Деструктивним.
- 7.10. Чи ефективним з наукової точки зору є створення одновікових деревних насаджень? Наведіть обґрунтування обраному варіанту відповіді.
 А. Так; Б. Ні.
8. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Дайте визначення поняття «вікова структура» популяції.
2. Дайте визначення поняттям «віковий стан», «вікова група (стадія)».
3. Що таке когорта, покоління?
4. Дайте характеристику вікових стадій популяції рослин, людини.
5. Як поділяються популяції за переважанням тих чи інших вікових груп?
6. Які популяції називають інвазійними, нормальними, регресивними?
7. Яку вікову структуру популяції називають дефінітивною?
8. Що характеризує сукцесійну структуру популяцій?
9. Які методи застосовують для визначення віку рослин?
10. Які категорії оцінки життєвого стану дерев Вам відомі?

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ЗРОСТАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ (НА ПРИКЛАДІ ПОПУЛЯЦІЇ ДРІЖДЖІВ). РОЗРАХУНОК ЧИСЕЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ МІСТА.

Мета: закріплення знань про динаміку популяцій, формування практичних вмінь та навичок дослідження статистичних параметрів популяцій; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

ПЛАН

1. Закріпити теоретичні знання щодо процесів динаміки популяцій.
2. Дослідити швидкість зростання чисельності популяцій (на прикладі популяції дріжджів).
3. Здобути навички розрахунків чисельності популяцій.
4. Проаналізувати ріст чисельності населення планети на основі створення графічної моделі.
5. 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. 24-26.

Матеріали та обладнання: розчин дріжджів у живильному середовищі; мікроскоп; електроплитка; піпетка; предметне скельце; йодний розчин.

Теоретичні відомості

Швидкість зростання чисельності популяцій - це кількість організмів, на яку вона збільшується за певний проміжок часу. Середню швидкість зміни популяцій прийнято виражати у вигляді формули:

$$V = N / t \quad \text{де } N - \text{величина популяцій, } t - \text{час, } V \text{ (або } r) - \text{середня швидкість зросту.}$$

Експериментальні дослідження зростання чисельності особин популяцій свідчать про наявність наступних трьох фаз:

- фаза зростання;
- фаза спаду (колапс);
- фаза рівноваги (стабілізація).

На швидкість зростання чисельності популяції впливають як біотичні, так і абіотичні фактори. При сприятливих умовах лімітуючий вплив зовнішніх факторів зведений до мінімуму, спостерігається експоненціальне зростання чисельності популяції.

В ідеальному випадку (існує тільки теоретично) графік чисельності особин популяції є прямою паралельною осі ординат. У природі такий стан чисельності особин популяцій не спостерігається.

Більш характерним є неоднорідний процес, що характеризується коливанням чисельності особин популяції - *флуктуаціями*. Коливання обумовлені біотичними факторами, внутрішніми (ендогенними чи автогенними) за відношенням до популяції, називають *осциляціями*.

Щоб уявити закономірності зростання популяцій, доцільно розглянути модель зростання популяції дріжджів, які потрапили на свіжу культурну речовину (рис. 1). Вона буде мати вигляд:

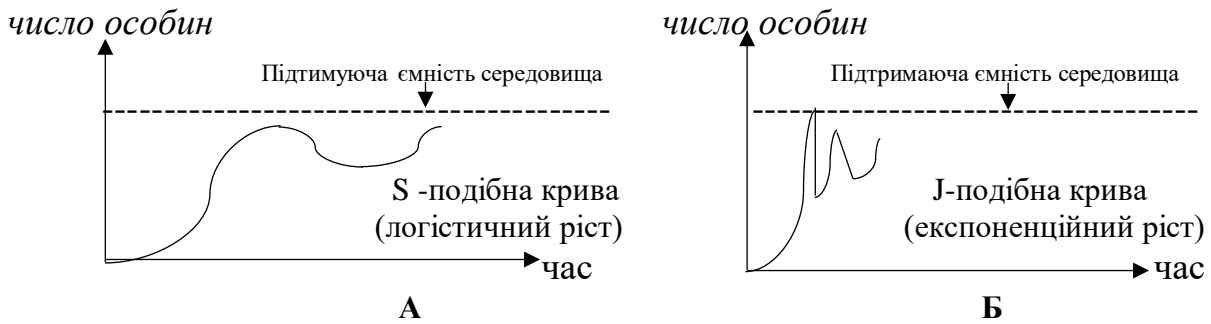


Рис. 1. Ріст чисельності популяцій: А – логістичний ріст; Б – експоненціальний ріст.

Це може бути експоненціальна або логістична (логістична) крива. Прокоментуємо її. В новому та сприятливому середовищі умови для зростання популяції оптимальні і буде спостерігатися експоненціальне зростання популяції. Спочатку зростання іде поступово. Затримка зростання на початкових етапах пов'язана із адаптацією до нових умов середовища. В наступних етапах життєдіяльності популяції настає момент, коли експоненціальний розвиток неможливий. Це відбудеться за умов зменшення ресурсів живлення та накопичення продуктів метаболізму. Як наслідок – процес зростання популяції поступово уповільнюється і крива зростання набуває S - подібну форму.

Існує й інший тип зростання чисельності популяції, коли експоненціальне зростання продовжується до раптового зменшення кількості організмів. Це явище може відбутись за рахунок різкого зменшення ресурсу, території, тощо (*підтримуючої ємності середовища*). Такий тип кривої зростання дістав назву J- подібної кривої.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичні відомості теми.
2. Слід відзначити, що в обох випадках експоненціальне зростання відзначається на початкових етапах зростання. Відібрати із лабораторної склянки 1 мл розчину дріжджів у живильному середовищі на предметне скельце.
3. Провести забарвлення краплиною йоду і накрити покривним скельцем.
4. Підрахувати кількість клітин (особин) у полі зору мікроскопа. Спостерігаємо, що рух особин уповільнений.
5. Помістити досліджуваній розчин у інші температурні умови (підігріти його).
6. Відібрати зразок із підігрітого розчину, помістити на предметне скельце і розглянути. Можна побачити в полі зору мікроскопа прискорений рух особин дріжджів (рухаються і діляться).
7. Зробити висновок про ріст чисельності популяції в різних температурних умовах.
8. Провести розрахунки чисельності населення міста.
 - 8.1. Динаміка популяцій.
 - 8.1.1. Визначити швидкість росту популяції міста (r), якщо народжуваність (b) становить 150 особин, а смертність (d) - 150 особин. Як можна характеризувати таку популяцію?
 - 8.1.2. Визначити народжуваність популяції міста (b), якщо швидкість росту (r) становить 70 особин, а смертність (d) - 150 особин. Як можна характеризувати таку популяцію?

8.1.3. Визначити число особин популяції, що вижили, якщо виживання становить 45,45%, а чисельність вихідної популяції 220 особин.

8.2. Динаміка чисельності популяцій.

Умовні позначення:

N_k – чисельність (кількість) населення;

B – народжуваність – кількість народжених на 1 000 мешканців;

K_b – коефіцієнт народжуваності – кількість народжених на 1000 осіб (%), що визначається за формулою $K_b = B : N_k * 1000$;

P – померлі;

D – смертність - кількість померлих на 1000 мешканців;

K_d – коефіцієнт смертності – кількість померлих на 1000 осіб населення (%), що розраховується за формулою $K_d = P : N_k * 1000$;

PP – природний приріст – різниця між кількістю народжених та кількістю померлих за певний проміжок часу (осіб), що розраховується за формулою $PP = B - P$;

K_{pp} – коефіцієнт природного приросту – збільшення або зменшення кількості населення в розрахунку на 1000 осіб населення за певний період (%), що визначається:

$K_{pp} = K_b - K_d$ або $K_{pp} = PP : N_k * 1000$

Приклади розв'язування завдань:

1. У місті N чисельність населення на початку року становила 2 млн. осіб, а показники руху населення були наступними: народжуваність – 30%, смертність – 18%, еміграція – 3%, імміграція – 1%. Обчислити чисельність населення міста на кінець року (млн. осіб).

Розв'язання:

1. Імміграція та народжуваність визначають приріст населення, а еміграція та смертність зменшують чисельність.

2. Загальний приріст населення становить: $(30+1) - (18+3) = 10\%$. У розрахунку на 1000 осіб 2 млн. це 2 000 тис. осіб, а на кожну тисячу приріст складає 10 осіб, отже $10 * 2000 = 20\,000$ тис осіб.

3. На кінець року чисельність населення буде становити $2\,000\,000 + 20\,000 = 2\,020\,000$ осіб або 2 млн 20 тис осіб.

2. У місті проживає 500 тис осіб. За рік число городян зросло на 10 тис. осіб, коефіцієнт смертності становить 10%. Визначити коефіцієнт природного приросту.

Розв'язання:

Варіант А. $10\,000 : 500\,000 * 1000 = 20\%$.

Варіант Б. $500000 - 10000$

1000 -x

x = 20 осіб на 1000 мешканців.

Відповідь: Коефіцієнт природного приросту 20% або 20 осіб на 1000 мешканців.

3. За наведеними в таблиці статистичними даними розрахуйте природний приріст (осіб) населення міста.

Народжуваність на 1 000 осіб	Смертність на 1 000 осіб	Еміграція (тис осіб)	Імміграція (тис. осіб)	Чисельність населення (млн. осіб)
50	26	200	208	7,1

Розв'язання:

1. $K_{pp} = 50 - 26 = 24\%$

2. $K_{pp} = PP : N_k * 1000$, звідси $PP = K_{pp} * N_k : 1000$, тобто

$PP = 24 * 7100000 : 1000 = 1704400$.

Відповідь: Природний приріст становить 170400 осіб.

- 8.2.1. У місті X чисельність населення на початку року становила 1,5 млн. осіб, а показники руху населення були наступними: народжуваність – 28%, смертність – 16%, еміграція – 5%, імміграція – 3%. Обчислити чисельність населення міста на кінець року (млн. осіб).
- 8.2.2. У місті проживає 640 000 тис осіб. За рік число городян зросло на 10 тис. осіб, коефіцієнт смертності становить 10%. Визначити коефіцієнт природного приросту.
- 8.2.3. За наведеними статистичними даними розрахуйте природний приріст (осіб) населення міста (табл. 1).

Таблиця 1

Народжуваність на 1 000 осіб	Смертність на 1 000 осіб	Еміграція (тис осіб)	Імміграція (тис. осіб)	Чисельність населення (млн. осіб)
20	16	200	58	0,62

- 8.2.4. За науково-популярними даними побудуйте криву росту чисельності населення Землі. Який тип кривої описує ріст людства як популяційної системи *Homo sapiens*?
- У 1800 році чисельність населення планети становила 1 млрд. осіб, у 1930 – 2 млрд. осіб., у 1960 – 3 млрд. осіб, у 1975 – 4 млрд. осіб, у 1987 – 5 млрд. осіб, наприкінці 1999 – 6 млрд. осіб, у 2011 – 7 млрд. осіб, у 2022 – 8 млрд. осіб. За даними футурологів сучасна біосфера здатна підтримувати нормальне існування на планеті 8-10 млрд. осіб.

9. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке динаміка популяцій? Перелічити основні показники динаміки популяцій.
2. Які процеси визначають динаміку чисельності популяцій?
3. Дайте визначення поняттям «народжуваність», «смертність». Як визначають коефіцієнт народжуваності, коефіцієнт смертності?
4. Відношення яких показників визначає швидкість росту популяцій? Як називають популяції, що формуються за різних відношень показників швидкості росту?
5. Що таке виживання? Яким чином розраховують цей показник?
6. Дайте визначення поняття «крива виживання». Які типи кривих виживання Вам відомі? Чим характеризуються популяції, яким властиві кривих різних типів?
7. Що таке підтримуюча ємність середовища?
8. Що таке флуктуації, осциляції чисельності популяцій?
9. Які типи кривих характеризують ріст чисельності популяцій? Наведіть рівняння (закон) Томаса Мальтуса та рівняння Ферхюльста-Пірла.
10. Криві яких типів характеризують виживання та динаміку чисельності людських популяцій?

ТЕМА: ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА ПОЛІМОРФІЗМУ.

Мета: поглиблення знань про екологію популяцій, явище поліморфізму, формування вмій та навичок дослідження видів поліморфізму, системного аналізу, інтерпретації та узагальнення отриманої інформації; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Розглянути поняття «поліморфізм».
2. З'ясувати значення поліморфізму в процесі еволюційного розвитку.
3. Вивчити види (типи) поліморфізму популяцій організмів.
4. Дослідити поліморфізм агропопуляції колорадських жуків.
5. 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. 31-34.
2. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Знання, 2002. 550 с.
3. Сіренко А. Г. Популяційна біологія. Лекції. Івано-Франківськ, 2019. 314 с.
4. 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. 18-26.
5. Поліморфізм. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%BC_%28%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%29 (дата звернення: 09.11.2022).

Матеріали та обладнання: колекція «Шкідники сільськогосподарських культур», «Метаморфоз метеликів», визначники, довідникова література, джерела інтернет, зошит, олівці.

Теоретичні відомості

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 перезимованих лялечок 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 водонепроникністю, 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.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.1. Поліморфізм популяцій: А - світла морфа ягуара (типова); Б - темна або меланістична морфа ягуара (близько 6% південно-американської популяції) [5].

Хід роботи

1. Розглянути онтомологічні колекції агропопуляцій колорадських жуків.
2. Скласти загальну характеристику виду.
3. Вивчити, описати та замалювати вікові стадії розвитку колорадського жука.
4. Схематично замалювати фени А та Е передньоспинки 20 особин колорадських жуків (рис.2).



А



Б

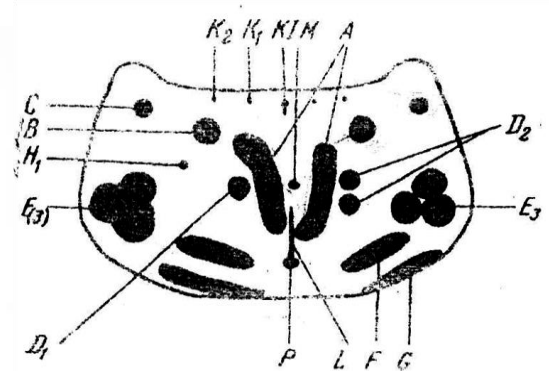


Рис. 2. Загальний вигляд колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (А) та схематичне зображення його передньоспинки (Б).

5. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке поліморфізм?
2. Чи можна вважати поліморфізм проявом дискретності популяцій?
3. Яке значення в природі має поліморфізм?
4. Які види поліморфізму існують?
5. Навести приклади статевого, сезонного та вікового поліморфізму в популяціях рослин і тварин.

ТЕМА: СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ.

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

План

1. Розглянути підходи до вивчення структури угруповань.
2. Проаналізувати засади та методи дослідження структури як складу угруповань організмів.
3. Ознайомитися зі специфікою дослідження структури як будови угруповань.
4. Вивчити особливості дослідження структури угруповань як сукупності зв'язків (функціональної структури).
5. Визначити кількісні співвідношення видів на ділянці фітоценозу ботанічного саду КДПУ, паркового культурфітоценозу, техногенного урочища тощо.
6. Оцінити флористичну схожість угруповань.
7. 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. Быков 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. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. Москва: Наука, 1983. 133 с.
6. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів: Монографія. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. 276 с.
7. Чернова Н.М. Лабораторный практикум по экологии: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов по биол. спец. Москва: Просвещение, 1986. С. 26 – 32.
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, Є.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 р. 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 луків), 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 та 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 його оцінки є визначення відношення числа видів у всіх угрупованнях до числа видів в 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 їх 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 особиною кожний, в той час як друге угруповання може включати по 20 особин кожного виду (так званий ефект «Ноєва ковчега» та «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. 1).

Таблиця 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**. Суть 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 і 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**. Існую 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 % 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 6).

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.

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 ґрунтовому 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 [11] визначає ярус як «структурну частину фітоценозу, відмежовану від інших ярусів не тільки морфологічно, флористично та екологічно, але й фітоценотично, так як у кожному ярусі є своя система взаємовідношень між компонентами та з тією частиною середовища фітоценозу, у якій вони існують». 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 Ріє (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, що 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 у 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 хижаки*). 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 корневих систем використовується у сільському господарстві. *Наприклад, сидеральні культури (види з родини Бобові, Хрестоцвіті)* з більш глибокими, ніж у зернових злаків корневими 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).

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 Работновим, 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 Работновим, 1984, біоморфологічна, за 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 Работновим, 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 (мікроугруповань (Ярошенко, 1961), мікроценозів (Ярошенко, 1937)) виділяють наступні **ідеальні** або **модельні типи горизонтальної структури** [3]:

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



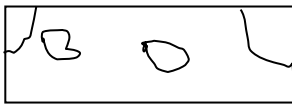
Смугаста структура

Коміркувата структура,
що складається з неорієнтованих парцел



Коміркувата структура

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*). 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

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 розумінням 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 поспіти 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 б).
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. Розв'язати тестові завдання:

- 8.1. Будь-яка сукупність популяцій, що займає певну територію та характеризується певними відносинами між собою називається -
 А. Біоценоз;
 Б. Біогеоценоз;
 В. Біотоп.
- 8.2. Перехідна зона між 2 чітко фізіономічно відмінними угрупованнями називається:
 А. Екотоп; Б. Ефатоп; В. Екотон.
- 8.3. Термін «біоценоз» запропонував.....в..... році:
 А. Віктор Мазинг; Б. Карл Мебіус; В. Томас Мальтус;
 а) 1877 р.; б) 1973 р.; в) 1940 р.
- 8.4. Хто і коли вперше використав термін «фітоценоз» для чистих заростей, утворених одним видом?
 А. Йосип Пачоський; Б. Георгій Висоцький; В. Хельмут Гамс;
 а) 1916 р.; б) 1918 р.; в) 1915 р.
- 8.5. Показник внутрішнього видового різноманіття угруповань називається:
 А. α -різноманіття; Б. β -різноманіття; В. σ -різноманіття.
- 8.6. Метод визначення рясноти видів у рослинних угрупованнях запропонував:
 А. Крістен Раункієр; Б. Оскар Друде; В. Леонтій Раменський.
- 8.7. Види, що одинично трапляються в угрупованні, позначають символом:
 А. Sol (solitarius); Б. Sp (sparsus); В. Soc (socialis).
- 8.8. 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.
- 8.9. Дослідження вертикальної стратифікації угруповань передбачає вивчення:
 А. Ярусності; Б. Мозаїчності; В. Комплексності.
- 8.10. Горизонтальна неоднорідність угруповань, обумовлена характером використання рослинності людиною, називається:
 А. Фітоценотична; Б. Епізодична; В. Антропогенна.
9. 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. Охарактеризуйте методи дослідження кількісних співвідношень видів в угрупованнях рослин.
4. Які характеристики властиві показникам шкали оцінки рясноти?
5. Які існують підходи до вивчення будови угруповань?
6. Що таке ярус, ярусність? В чому полягає її значення?
7. Які існують форми мозаїчності?
8. Які модельні типи горизонтальної структури угруповань Вам відомі?
9. Що таке біоценотичний коннекс?
10. Перелічити підходи та принципи вивчення функціональної структури угруповань.

ТЕМА: ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СКЛАДУ ТА ВЕРТИКАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ БІОЦЕНОЗУ.

Мета: закріплення теоретичних знань про структуру угруповань та методи її досліджень; формування вмінь та навичок проведення польових і камеральних досліджень структури фітоценозів, еколого-таксономічного аналізу їхнього складу та інтерпретації результатів; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Закріпити знання про структуру угруповань, підходи та методи її вивчення.
2. Ознайомитись з вихідними положеннями теорії еколого-таксономічних спектрів (ЕТС) угруповань.
3. З'ясувати та вивчити сутність, принципи та значення встановлення таксономічного об'єму життєвих форм (екоморф) та екологічної (екоморфічної) ємності таксонів, побудови відповідних спектрів.
4. Опанувати методику дослідження вертикальної структури угруповань (ярусності фітоценозів).
5. 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. Клименко М.О., Прищепя А.М., Борщевська І.М., Михальчук М.А., Буднік З.М. Лабораторний практикум із загальної екології (та неоекології). Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2017. С. 24-26.
3. Маленко Я.В. Специфіка спектрів видів давньосередземноморської групи ареалів угруповань рослин техногенних екотопів Криворіжжя // Екологічний вісник Криворіжжя: збірник наукових та науково-методичних праць / відп. редактор В.М.Савосько. Кривий Ріг: КДПУ, 2019. вип. 4. С. 22-40.
4. 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-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-european-scientific-discussions-25-27-aprelya-2021-goda-rim-italiya-arhiv/> (дата звернення: 01.12.2022).
5. Маленко Я.В. Еколого-таксономічні спектри – комплексні показники організованості складу рослинних угруповань // Formation of innovative potential of world science: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the I International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 1), May 7, 2021. Tel Aviv, State of Israel: European Scientific Platform. Pp. 115-120. URL: <https://doi.org/10.36074/scientia-07.05.2021>. (дата звернення: 01.12.2022).
6. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів: Монографія. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. 276 с.
7. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В.І. Шанда, Є.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.

Матеріали та обладнання: гербарій; метрові стрічки, визначники вищих рослин, зошит, ручка.

Теоретичні відомості

Об'єктивні потреби багатоспрямованого та деталізованого аналізу таксономічного та екологічного складу рослинних угруповань обумовлюють актуальність 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 століття 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.



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 ємкість (ємність, фонд, об'єм) таксонів і спектри екологічної ємкості таксонів** - співвідношення життєвих форм (ekomorph, 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 ємкості 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 жорстко 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 антропо 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.

Вертикальна структура біоценозу – це його будова у вертикальному вимірі. Різновисотність рослин та «різноглибинність» (різниця у розподілі корневих систем різних видів у ґрунтовому 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). **Ярусність дозволяє рослинам більш повно використовувати світовий потік** – у верхніх ярусах розташовані рослини-світлолюбіві, в нижніх – тіньовитривалі, а в самих нижчих – тіньлюбіві. **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.

На рисунку 1 зображена вертикальна структура біоценозу лісу та луку. У

лісових біоценозах визначають наступні яруси: 1. Ярус крон розташований найвище у лісових експозиціях; 2. Чагарниковий, або підлісковий, ярус охоплює як чагарники, так і дерева, які в даних умовах можуть розвиватися у вигляді чагарників. Групу дерев, утворену з молодого покоління лісу, лісівники називають підростом (*молоді дуб іясен на рис. 1*); 3. Трав'яний ярус включає однорічні й багаторічні трави, а також напівчагарнички; 4. Приземний ярус складається з мохів і лишайників. У лучних фітоценозах перший ярус утворюють тимофіївка лучна, грястиця збірна; другий – лисохвіст лучний, конюшини рожева і лучна, герань лучна, тонконіг лучний; третій ярус – так звані низові злаки – тонконіг однорічний, конюшина повзуча, кульбаба лікарська.

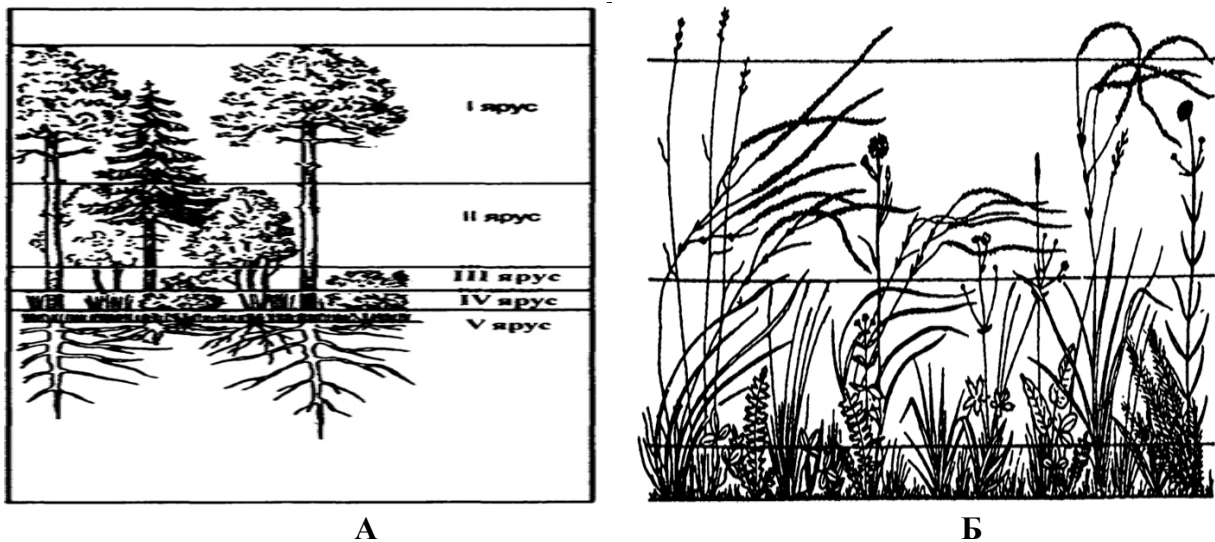


Рис.1. Вертикальна структура угруповань: А – лісове угруповання; Б – лучне угруповання.

Хід роботи

1. Опрацювати теоретичний матеріал теми.
2. Скласти спектри таксонів (родин, родів); екоморф (ценоморф, гігроморф, геліоморф та кліаморф), спектри екоморфічної (цено-, гігро-, геліо, кліаморфічної) ємкості таксонів (родин), спектри таксономічного об'єму екоморф (ценоморф, гігроморф, геліоморф, кліаморф) піонерного угруповання, до складу якого входять види покритонасінних рослин перелік яких наданий у додатковій інформації. Заповнити таблиці 1, 2, 3.

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, насіннева 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 (липкі, 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. Насіннева 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, мегатроф, космополіт, самозапилювач, зоохор, анемохор, антропохор, насіннева 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. Спорши 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, насіннева 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, анемофил, автохор, анемохор, насіннева 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, барахор, зоохор, бур'ян, має лікарське та кормове значення.

Таблиця 1

Таксономічний спектр піонерного угруповання

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

Таблиця 2

Спектр екоморф піонерного угруповання

Екоморфи	Кількість	
	абсолютна	%
Разом	n	100,00

Таблиця 3

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

Екоморфи	Таксони (родини)												Разом	
	родина (назва)			родина (назва)			родина (назва)			родина (назва)				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	3
														100,0
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 (%).

3. Обрати дослідну ділянку (парку, степу, лісопосадки тощо) 10 x 10 м.
4. Візуально виділити основні яруси біоценозу, визначити домінантні види.
5. Провести геоботанічний опис видів, що виростають в межах закладеної дослідної ділянки.
6. Встановити таксономічний склад і склад життєвих форм рослинних видів угруповання.
7. Побудувати спектри екоморфічної ємності таксонів та таксономічного об'єму екоморф рослинного угруповання.
8. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке склад угруповання організмів?
2. Які показники використовують для оцінки видового багатства?
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 обов'язкові складові включає геоботанічний опис?
7. Що таке пробна ділянка? Яку форму та площу вона може мати?
8. Що таке метод бісекції і яке його призначення?
9. Який елементарний спосіб дозволяє визначити висоту дерев у польових умовах?
10. Який коефіцієнт застосовується для встановлення схожості (подібності) двох фітоценозів?

ТЕМА: 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 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. Быков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука, 1988. 212 с.
3. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. Ленинград: Наука, 1983. С. 59 - 63.
4. Мазинг В.В. Что такое структура биогеоценоза? Проблемы биогеоценологии. Москва: Наука, 1973. С. 148-187.
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, Є.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 Ліппмаа**.

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 [3] 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.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 сформувалося сучасне розуміння поняття консорції. Дослідження консорцій Дніпропетровської екологічної школи представлені у працях О.Л. Бельгарда, А.П. Травлеєва, Н.А. Білової, В.М. Зверковського, Н.М. Цветкової, Львівської школи екологів - у роботах М.А. Голубця, Й.В. Царика, І.Ю. М. Чернобая.

Схематично будова консорції відображена на рисунку 2.

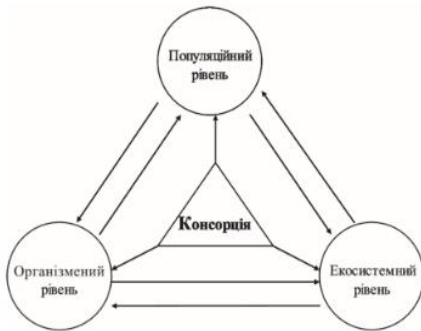


Рис. 1. Положення індивідуальної консорції відносно систем різного рівня інтеграції життя.

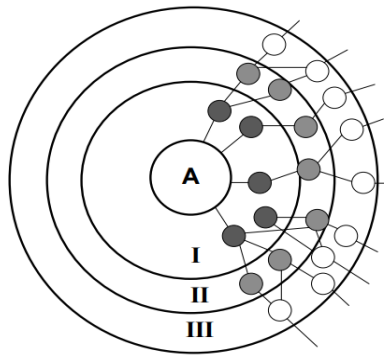


Рис. 2. Схема консорції (за В.В. Мазингом) [4]: А – детермінант (ядро); I, II, III - найближчі центри (консорти різних порядків); чорні кола (фітофаги, симбіонати, паразити); сірі кола - зоофаги; білі кола – зоопаразити.

- 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.1).

Таблиця 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 (*еніфітів* – 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.А. Работнов):

- **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.

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, їх структури, функцій, розвитку, адаптацій і еволюції [7, 8]. Екологічна ніша – складне, неоднозначне поняття поліфункціонального та поліфундаментального характеру. Термін «екологічна ніша» запропонував у 1917 році американський еколог **Джозеф Гриннелл**. Суттєвий внесок у розвиток уявлень про екологічну нішу внесли Чарльз Елтон, Джордж Хатчинсон, П. Джиллер, Роберт Ріклефс, Ерік Піанка, Роберт МакАртур, 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 біогеоценотичних виділів, як парцели, до біосфери, окремо до людини, людства в біосфері планети Земля, а в майбутньому і поза нею.

Екологічна ніша це те 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 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 середовищтворення; 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 відсутністю 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 3.

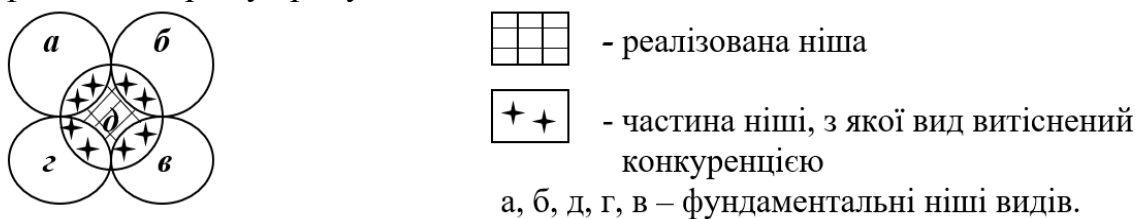


Рис.3. Співвідношення фундаментальної та реалізованої екологічних ніш виду.

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 Уїттекер умовно назвав «пакуванням» ніш. 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 зужує 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 4. Визначити детермінанта, консортів I, II, III порядків, консортивні зв'язки.
3. Визначити наявність та характер конкуренції видів, екологічні ніші яких зображені на рисунку 5.



Рис. 4. Консорція дубу.

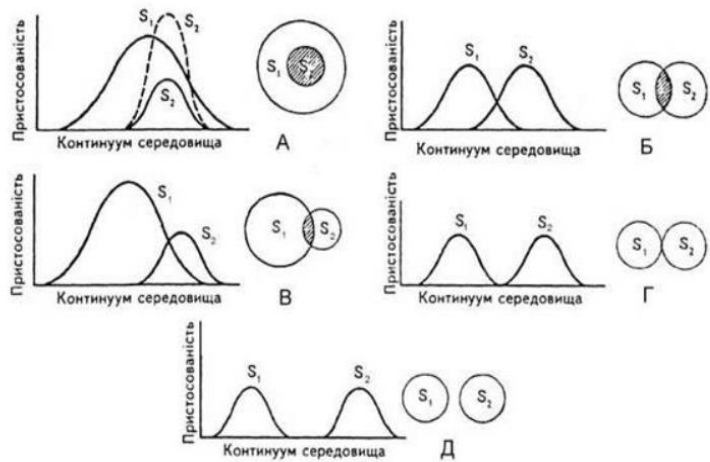


Рис.5. Екологічні ніші двох видів, проілюстровані за допомогою поняття щільності та пристосованості (зліва) і моделей теорії множин (справа): А - ніша всередині ніші; Б - перекривання ніш однакової ширини; В - перекривання ніш неоднакової ширини; Г - прилягання ніш; Д - повний розділ ніш.

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 Ліпшмаа; 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:

ТЕМА: ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ. ТРОФІЧНІ ЗВ'ЯЗКИ, ЛАНЦЮГИ, СІТКИ.

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 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: навч.-метод. посібник. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 99 с.
5. Одум Ю. Экология. пер с англ. В 2т. Москва: Мир, 1986. Т.1. 328 с.; Т.2. 376 с.
6. Соломенко Л.І., Боголюбов В.М., Волох А.М. Загальна екологія: підручник. вид. друге випр. і доп. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 352 с.
7. 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).
8. Раймонд Ліндемман. 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, довідники, зошит, ручка.

Теоретичні відомості

Енергія (від гр. «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 космогенічними

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.

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 рослину 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.** В зв'язку з цим харчові ланцюги складаються зазвичай в середньому з 3-5 ланок.



Чарльз Сазерленд Елтон
(29.03.1900 – 01.05.1991)



Раймонд Ліндеман
(24.07.1915 – 29.06.1942)

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) [5].



Рис.1. 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 0,04г на один кг біомаси, у риб, що харчуються водяними рослинами – 10г на один кг біомаси, у хижких великих риб – 5г на один кг ваги тіла, а у птахів, що харчуються рибою – 75г на один кг біомаси. Отже, всього за 4 ланки трофічного ланцюга концентрація ДДТ

в тканинах зростає в 1 875 разів [2, 6]. 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 1 м^2 площі (чи в 1 м^3 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/м^2 на рік) (*високі та густі зарості очерету, фітоценози тропічних вологих лісів*); 2) **фітоценози високої біологічної продукції** ($1\text{-}2\text{ кг/м}^2$ на рік) (*прибережні зарості рогозу та очерету на озерах*); 3) **фітоценози помірної біологічної продукції** ($0,25\text{-}1\text{ кг/м}^2$ на рік) (*соснові та березові ліси, сінокісні луки, степи*); 4) **фітоценози низької біологічної продукції** (менше $0,25\text{ кг/м}^2$ на рік) (*степові пасовища, угруповання техногенних екотопів 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 (м^2 , *га*), включаючи речовину, витрачену на дихання та процеси росту, а також кількість речовини опаду 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/м^2 на рік). **Вторинна продукція** – швидкість накопичення органічної речовини на рівні гетеротрофних організмів.

Запас фітомаси – маса рослин, віднесена до одиниці площі (кг/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.

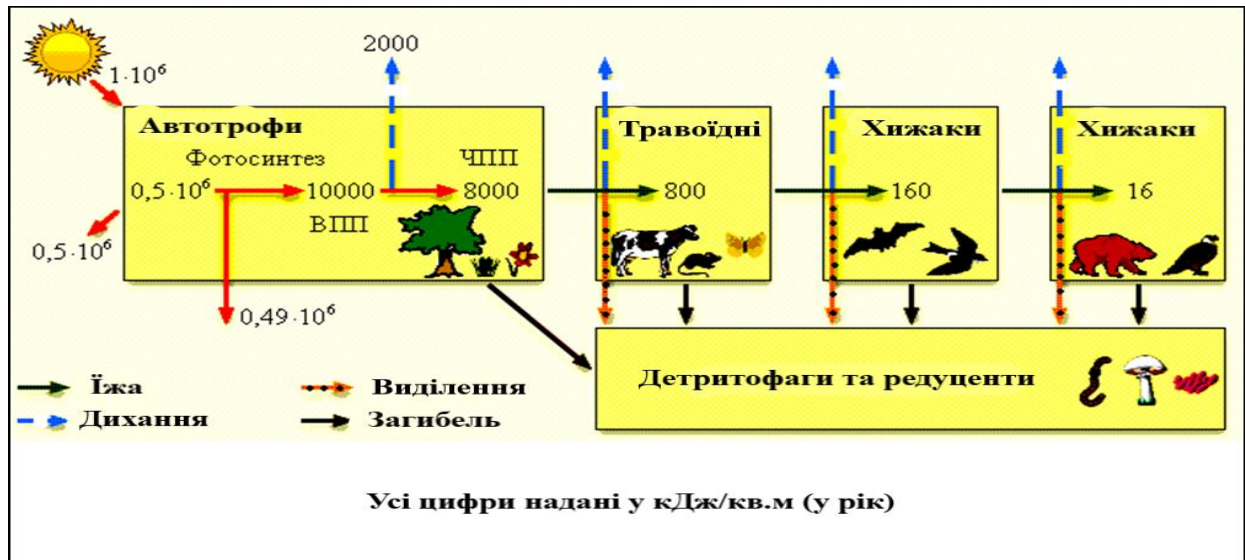


Рис. 2. Потік енергії через пасовищний харчовий ланцюг: ВПІ - валова первинна продукція, ЧПІ - чиста первинна продукція. (Кількість речовини, створеної рослинами за одиницю часу при даній швидкості фотосинтезу - це валова первинна продукція. Частина цієї продукції йде на підтримку життєдіяльності самих 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 непереверені залишки, в кожній ланці частина енергії втрачається. Середня ефективність переносу енергії від рослини до тварини становить 10%, а від тварини до тварини - 20%).

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, 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 – трав'яний ссавець – блоха – джгутикове найпростіше.

Обґрунтуйте відповідь.

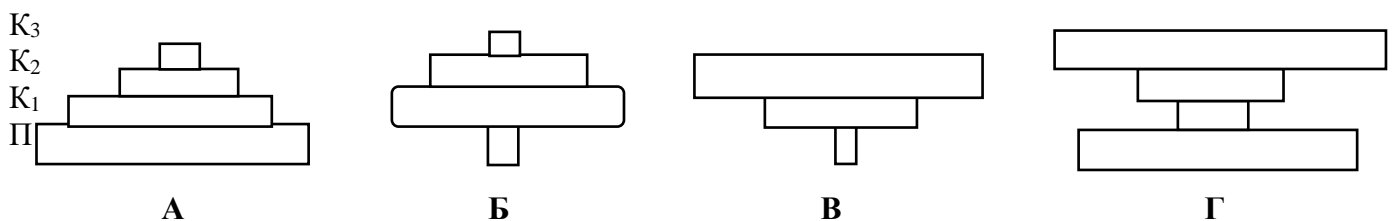


Рис. 3. Піраміди чисел: II – продуценти; K₁ – консументи I порядку (трав'яні); K₂ – консументи II порядку (первинні хижаки); K₃ – консументи III порядку (вторинні хижаки).

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?

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ РОЛІ ПРОДУЦЕНТІВ В ЕКОСИСТЕМАХ.

Мета: поглиблення та розвиток знань про особливості функціональної структури екосистем, функціональні групи організмів, роль продуцентів у природних системах, сутність процесів фотосинтезу та хемосинтезу; формування вмінь та навичок дослідження ролі продуцентів в екосистемах; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Розглянути особливості руху речовин та енергії в екосистемах.
2. Закріпити знання про типи живлення організмів, сутність процесів фотосинтезу та хемосинтезу.
3. Визначити в процесі проведення досліду роль продуцентів в екосистемах.
4. 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. Москалець В.В., Москалець Т.З., Князюк О.В., Голунова Л.А. Загальна екологія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
4. Одум Ю. Экология. пер с англ. В 2т. Москва: Мир, 1986. Т.1. 328 с.; Т.2. 376 с.
5. 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.
6. Соломенко Л.І., Боголюбов В.М., Волох А.М. Загальна екологія: підручник. вид. друге випр. і доп. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 352 с.
7. Франческо Реді. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%BD%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%A0%D0%B5%D0%B4%D1%96> (дата звернення: 02.02.2023).
8. Виноградський С.М. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D0%B9%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87> (дата звернення: 02.02.2023).

Матеріали та обладнання: крохмаль; йод; спирт; скляні стаканчики; скляні палички; піпетка; скляні пластинки; пінцет; електроплитка; установка для водяної бані; кімнатна рослина (герань, бегонія).

Теоретичні відомості

Ще в епоху Відродження на початку XVII ст. відомий італійський вчений лікар з Тоскани Франческо Реді проголосив принцип «Живе походить тільки від живого» (лат. «*ovo ex ovo*») (1668 рік).



Все живе - результат біопродукційного процесу, наслідок життєдіяльності організмів. Завдяки цьому процесу існують різноманітні організми, екосистеми, біосфера. Рушійною силою функціонування всіх живих систем є енергія, що характеризує їхню здатність виконувати роботу. Енергія виступає загальною мірою руху і взаємодії усіх видів матерії. Потік та перетворення енергії відбувається за законами термодинаміки:

1. Енергія не виникає і не зникає. Вона переходить з однієї форми в іншу (наприклад, електрична енергія лампочки переходить в світлову і теплову).
2. Кожний раз, коли енергія переходить з однієї форми в іншу, частина енергії втрачається та переходить в некорисне тепло.

Цей процес отримав назву ентропії.

Майже всі форми життя на Землі одержують необхідну їм енергію прямо або опосередковано від Сонця. Шлях сонячної енергії – крізь живу речовину, де їй доводиться виступати в формі хімічних реакцій та біологічних процесів. Необоротна конверсія негативної ентропії (яка дорівнює вільній енергії) в позитивну, відповідно до другого закону термодинаміки, є рушійною силою життя.

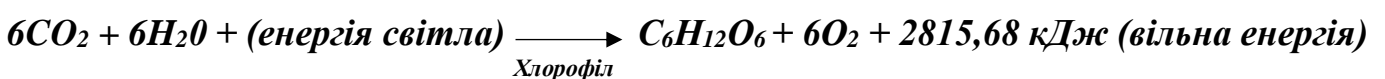
У світі живих істот реалізуються два основних докорінно різних типи живлення: **автотрофне** (від грецьк. «авто» - сам, «трофо» - їжа, живлення) та **гетеротрофне**. Організми з автотрофним типом живлення є продуцентами.

Продуценти (від лат. «*producens*» – той, що виробляє, створює) – 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.

У суто хімічному сенсі автотрофне живлення полягає в утворенні великих молекул органічних сполук з окремих атомів хімічних елементів або простих молекул неорганічних речовин. Так, наприклад, зелені рослини в ході процесу живлення з ізолюваних молекул вуглекислого газу та іонів мінеральних речовин (NO_3^- , NH_4^+ , K^+ , PO_4^{+3} тощо) утворюють макромолекули органічних речовин. Таким чином, автотрофне живлення – це своєрідне агрегування атомів у макромолекули, з яких складається жива речовина, яке можливе тільки за умови обов'язкового притоку енергії.

У живих організмів із автотрофним живленням в процесі еволюції сформувалося два біохімічні механізми, які здатні забезпечувати їх енергією. Їх називають **фотосинтез** та **хемосинтез**.

Фотосинтез (від грецьк. «*фотос*» – світло, «*синтезис*» – створення) – **це окисно-відновний процес**, при якому окиснення стосується від'єднання електронів від молекули; а відновлення – приєднання електронів молекулою. Енергія світла використовується для окислення води (H_2O), та вироблення кисню (O_2). Більшість вилучених електронів та іонів водню в кінцевому підсумку переходять у вуглекислий газ (CO_2), який відновлюється до органічних продуктів фотосинтезу – вуглеводів. Інакше кажучи, **фотосинтез - це процес утворення органічних речовин за рахунок використання сонячної енергії, яку вловлює хлорофіл**. Узагальнено фотосинтез можна подати у вигляді такого рівняння:



Хлорофіл міститься практично в усіх фотосинтетичних організмах, включаючи зелені рослини, ціанобактерії та водорості. У зелених рослин хлорофіл знаходиться в перетинчастих дископодібних одиницях (тилакоїдах) в органелах, які називаються хлоропластами. У бактерій немає хлоропластів, тому фотосинтез відбувається в цитоплазмі та на внутрішніх складках плазматичної мембрани — мезосомах.

Хлорофіл поглинає енергію світла, яка потім використовується для перетворення вуглекислого газу у вуглеводи. Він зустрічається у кількох різних формах: хлорофіли **a** та **b** – це основні типи, що містяться у вищих рослинах та зелених водоростях; хлорофіли **c** і **d** – зустрічаються часто з хлорофілами **a** у різних водоростях; хлорофіл **e** – доволі рідкісний тип хлорофілу, що зустрічається в деяких золотистих водоростях¹³⁸, а бактеріохлорофіл¹³⁹ зустрічається в деяких бактеріях. Хлорофіли ефективно поглинають сонячне світло у синій та червоній частинах спектру, і, відповідно, мають зелений колір.

Глюкоза, синтезована в процесі фотосинтезу накопичується в клітинах у вигляді крохмалю.

Фотосинтез може відбуватися в морському або наземному середовищі, де організми продуценти можуть використовувати сонячне світло як джерело енергії. Роль фотосинтетичних бактерій в продукуванні органічної речовини не значна, але вони функціонують в тих умовах, де не функціонують зелені рослини. Доля ж фотосинтетичних бактерій становить 5-25 % річної продукції фотосинтезу. Також вважається, що вид океанічної ціанобактерії – *Prochlorococcus*, що дає $\approx 10\%$ всього O_2 , був першим, що зробив Землю придатною для життя через окиснений фотосинтез. Щороку глобальне фотосинтетичними організмами (зеленими рослинами, фотосинтезуючими водоростями та бактеріями (*пурпурні, зелені, ціанобактерії*)) створюється від 100 до 200 млрд. т органічної речовини, за рахунок якої підтримується життєдіяльність всіх гетеротрофних організмів. Приблизно така ж кількість органічної речовини розкладається з виділенням вуглекислого газу та води.

Хемосинтез – це процес синтезу органічних речовин з вуглекислого газу за рахунок енергії окиснення аміаку, сірководню й інших речовин, який здійснюється мікроорганізмами в процесі їх життєдіяльності. Отже, в цьому випадку як



Сергій Миколайович Виноградський

джерело енергії використовуються деякі типи хімічних реакцій, при яких виділяється енергія. Хемосинтез відбувається з використанням кисню, тобто це **аеробний процес**. Процес хемосинтезу відкрив 1887 року видатний український мікробіолог, еколог і ґрунтознавець Сергій Миколайович Виноградський (13.09.1856 – 24.02.1953).

Хемосинтез властивий хемоавтотрофним бактеріям:
- **нітрофікуючі бактерії** чи **азотобактерії** (окислюють аміак спочатку до нітритів (солі нітритної кислоти), а згодом - до нітратів (солі нітратної кислоти)):



- **залізобактерії** (окислюють сполуки двовалентного Феруму до трьохвалентного):



- **сіркобактерії** (окислюють сірководень та інші сполуки Сульфуру до сульфатної кислоти):



Вважається, що першими організмами, що населяли Землю, були саме хемосинтетичні (хемоавтотрофні) бактерії, які виробляли кисень, а згодом

еволюціонували в тваринні та рослинноподібні організми. Отже, хемосинтетичні бактерії відіграють важливу роль у вивільненні мінеральних поживних речовин і освоєнні при цьому енергії. Доля хемосинтетичних бактерій в планетарному масштабі становить не більше 1 % річної продукції фотосинтезу.

Хід роботи

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Нанести розчин крохмалю на скляну пластинку. Піпеткою додати краплю йодного розчину.
(Крохмаль забарвлюється в темно-синій колір. Реакція дуже чутлива і синій колір з'являється навіть при наявності крохмалю лише в кількох частинах на тисячу).
3. Обгорнути чорним папером і закріпити листок герані за добу до досліду. На чорному папері вирізати фігурний отвір (кружок, хрестик тощо) і виставити рослину на світло або під яскраву електричну лампу на 24 години.
4. Зрізати листок і зняти чорний папір.
5. На водяній бані підготувати киплячі розчини води і спирту.
6. Опустити листок пінцетом у стакан з киплячою водою, а потім з киплячим спиртом.
(Листок знебарвлюється, хлорофіл розчиняється в спирті).
7. Знову опустити листок на 1-2 секунд у киплячу воду, щоб він розм'як.
8. Перемістити листок на скляну пластину і змочити розчином йоду.
(Синій колір з'являється там, куди потрапило світло (кружок, хрестик). Решта частина листка, що була закрита від світла чорним папером, залишається безбарвною. Продуценти синтезують органічні речовини з простих неорганічних за допомогою процесу фотосинтезу, тобто в клітинах зелених рослин під дією світла утворюється крохмаль).
9. Розв'язати тестові завдання:
 - 9.1. Головним джерелом енергії на нашій планеті є:
 - А. Енергія Сонця;
 - Б. Кінетична енергія оберту Землі;
 - В. Ядерна енергія.
 - 9.2. Організми, здатні будувати свої тіла за рахунок синтезу органічних речовин з неорганічних, це -:
 - А. Автотрофи;
 - Б. Гетеротрофи;
 - В. Сапротрофи.
 - 9.3. Організми, які синтезують основну масу органічної речовини біосфери, це -:
 - А. Консументи;
 - Б. Продуценти;
 - В. Синтетика.
 - 9.4. Процес синтезу органічних речовин з вуглекислого газу за рахунок енергії окиснення аміаку живими організмами називається:
 - А. Хемосинтез;
 - Б. Аміакосинтез;
 - В. Фотосинтез.
 - 9.5. Вченим, який відкрив явище фотосинтезу в 1771 році є:
 - А. Франческо Реді;
 - Б. Сергій Виноградський;

В. Джозеф Прістлі.

- 9.6. Органели зелених рослин, в яких міститься хлорофіл називаються:
- А. Мезосоми;
 - Б. Хлоропласти;
 - В. Мітохондрії.
- 9.7. Світлова фаза фотосинтезу відбувається на:
- А. Мембрана тилакоїдів;
 - Б. Строма хлоропласта;
 - В. Талакоїди хромапласта.
- 9.8. Спосіб живлення, який мали перші живі організми нашої планети:
- А. Автотрофний;
 - Б. Гетеротрофний;
 - В. Сапротрофний.
- 9.9. Органічні речовини, які виникли з появою фотосинтезуючих рослин:
- А. Білки;
 - Б. Жири;
 - В. Вуглеводи;
 - Г. Амінокислоти.
- 9.10. Роль продуцентів в екосистемах полягає в:
- А. Розкладанні біомаси на неорганічні речовини;
 - Б. Застосуванні органічних речовин для отримання енергії та синтезу нових органічних речовин;
 - В. Утворенні органічних речовин з використанням енергії окислення неорганічних речовин;
 - Г. Створенні біомаси з використанням енергії Сонця.
10. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Сформулюйте принцип Франческа Реді. В чому полягає його значення?
2. Які закони описують перетворення енергії в системах?
3. Які основні типи живлення властиві організмам?
4. Які організми називають продуцентами? Чому?
5. Яке рівняння описує сутність процесу фотосинтезу?
6. Які організми здатні до фотосинтезу? Наведіть приклади.
7. Що таке хемосинтез? Які реакції описують цей процес?
8. Які організми здатні до хемосинтезу? Наведіть приклади.
9. Чому продуцентів вважають основою трофічної структури та існування біоценозу загалом?
10. У вигляді якої речовини глюкоза накопичується в клітинах рослин?

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ РОЛІ КОНСУМЕНТІВ В ЕКОСИСТЕМАХ.

Мета: поглиблення та розвиток знань про особливості функціональної структури екосистем, функціональні групи організмів, специфіку та типи живлення гетеротрофних організмів; формування вмій та навичок дослідження ролі консументів в екосистемах; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Розглянути етимологію та сутність терміна «консумент».
2. Вивчити типологію консументів.
3. Закріпити знання про специфіку й типи живлення гетеротрофних організмів.
4. Визначити в процесі проведення дослідів роль консументів в екосистемах.
5. Розв'язати надані завдання.

Література

1. Вінчук М.М. В ХХ Загальна екологія: Навчальний посібник, видання друге, виправлене та доповнене. Житомир: Видавництво Державного університету «Житомирська політехніка», 2021. С. 116-118с.
2. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібник. Київ: Каравела. 2006. С. 79-82.
3. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ: Лібра, 1998. 248 с.
4. Москалець В.В., Москалець Т.З., Князюк О.В., Голунова Л.А. Загальна екологія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
5. Одум Ю. Экология / пер с англ. В 2т. Москва: Мир, 1986. Т.1. 328 с.; Т.2. 376 с.
6. 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.

Матеріали та обладнання: глюкоза; жерстяна пластинка; пінцет; спиртівка, зошит, ручка, методичні рекомендації.

Теоретичні відомості

Консументи (від лат. «*consume*» – споживаю) – це гетеротрофні організми, які споживають готову органічну речовину, тобто підтримують своє існування за рахунок перетворення речовин, синтезованих продуцентами. До консументів належать всі тварини, включаючи людину, частина мікроорганізмів, паразитичні та частково комахоїдні рослини.

За типом організмів, яких споживають, та місцем в екосистемі консументів поділяють на такі рівні (порядки):

Консументи 1-го порядку – гетеротрофні організми, які живляться продуцентами, тобто зеленими рослинами (рослиноїдні або травоїдні тварини (*фітофаги*), мікроорганізми, рослинні паразити та напівпаразити);

Консументи 2-го порядку – гетеротрофні організми, які живляться консументами 1-го порядку або фітофаги (всеїдні та м'ясоїдні або плотоїдні (*зоофаги*), комахоїдні рослини (*росичка, пухирчатка*), мікроорганізми);

Консументи 3-го порядку – гетеротрофні організми, які існують за рахунок поїдання консументів 2-го порядку (м'ясоїдні та паразити; крупні хижаки, як наприклад, *беркут*, який полює на лисиць, *скопа*, яка ловить щук тощо).

Отже, консументи – це організми, яким властиве гетеротрофне живлення. Гетеротрофне живлення принципово відрізняється від автотрофного тим, що організми, які реалізують його, будують своє тіло за рахунок готових органічних сполук. Енергію, необхідну для засвоєння та перетворення цих речовин, вони

отримують в процесі окислення цих же органічних сполук. Тому, біопродукційний процес гетеротрофних організмів не веде до збільшення кількості живої речовини на Землі, а лише збільшує різноманіття форм живої матерії.

В природі існує безліч форм і типів гетеротрофного живлення, на відміну від автотрофного, реалізація якого більш однотипна. Гетеротрофні мікроорганізми поглинають органічні речовини шляхом їх всмоктування через усю поверхню тіла (*осмотрофний спосіб живлення*). *Гетеротрофні тваринні організми відрізняються від рослин з гетеротрофним живленням* тим, що поглинають енергію, яка вивільняється при окисненні готових органічних речовин - вуглеводів, жирів, білків. Ці ж сполуки є для них і джерелом будівельного матеріалу, який використовується для відновлення та побудови нових клітин і тканин. А для гетеротрофних рослинних організмів джерелом енергії є Сонце, яке забезпечує їх або рослин, на яких вони паразитують чи рештки яких використовують, світлом для здійснення реакцій фотосинтезу. Саме цей процес і є основою відмінностей гетеротрофного живлення рослин і тварин. Отже, обмін речовин гетеротрофного тваринного організму пов'язаний з енергією, що вивільняється при розщепленні готових органічних сполук, на відміну від обміну речовин у рослин, який залежить від енергії Сонця. Крім того, на відміну від гетеротрофних мікроорганізмів і рослин тварини поглинають готову органічну речовину не шляхом всмоктування, а у «твердому» стані (*голозойний чи фаготрофний спосіб живлення*). Як орган поглинання їжі сформувався рот, який у різних видів може мати різну будову. Деякі консументів 1-го порядку мають великі, тупі та плоскі зуби, які допомагають їм подрібнювати і жувати рослини. У багатьох є спеціальні бактерії, що живуть в кишківнику та допомагають розщепити, наприклад, целюлозу. Найчисленнішими фітофагами на Землі є комахи. Вони добре пристосовані для отримання енергії з частин рослини, яку вони їдять. Окремі, як, наприклад, сарана перелітна (*Locusta migratoria*) (рис. 1), їдять всю рослину, тоді як гусениці з'їдають лише листя. Окремі види жуків проникають у стебло рослини і харчуються волокнами, з яких воно складається, інші комахи харчуються лише корінням. Деякі спеціалізовані

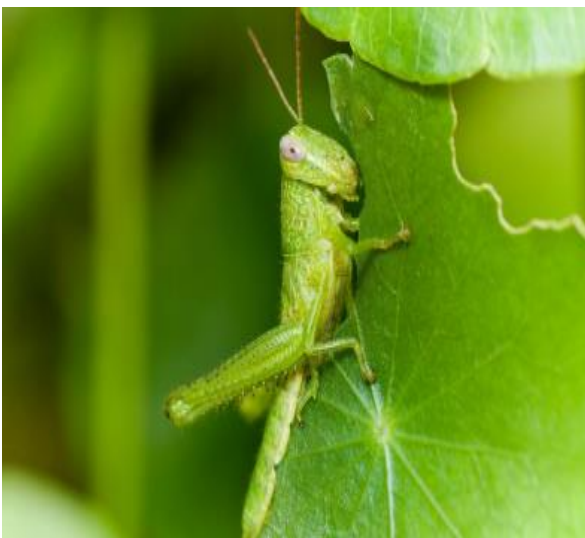


Рис. 1. Сарана перелітна (фітофаг).

види їдять лише один вид рослини або рослинного продукту. Так, наприклад, *гігантська панда* харчується лише листям і пагонами бамбука, *терміти* їдять лише деревину, а *колібри* – нектар квітів. На відміну від первинних, вторинні консументи змушені полювати, тому вони часто є хижаками. Тварини, яких вони споживають можуть бути трав'яними або іншими вторинними консументами. Всеїдні харчуються всім, що зможуть добути: леви будуть їсти антилопу, зебру або буйвола, акули будуть їсти кальмарів, рибу та тюленів. Види, які живляться організмами лише певного виду називають *стенофагами* (наприклад, колорадський жук).

Консументів, які використовують у якості їжі 2-3 види називають *олігофагами*. Консументи, які мають досить широкий неспеціалізований асортимент їжі – *еврифаги чи поліфаги* (всеїдні). Види найвищого трофічного рівня відіграють дуже важливу

роль в екосистемах. Вони контролюють популяції або змінюють поведінку тварин на нижчих трофічних рівнях, що підтримує динамічну рівновагу екосистем. *Наприклад, якщо популяція лисиць стає занадто великою, вона може чинити тиск на популяцію гризунів. Полюючи на лисиць, третинний споживач, такий як яструб, контролюватиме популяцію останніх, що також зменшить кількість гризунів, яких споживають лисиці.* Отже хижак найвищого рівня є головним споживачем в екосистемі, оскільки на нього не полюють інші хижаки.

Консументи детритофаги. Розрізняють детритофаги *водні* та *суходільні* – сапротрофи, що живляться детритом (лісова підстилка, трав'яна повсть, кореневий опад дернини). Суходільні (дощові черви, двопарноногі багатоніжки, личинки деяких комах) живляться органічними речовинами та живими мікроорганізмами ґрунту. Водні – це ґрунтоїди (споживають ґрунт, часточки органічної речовини – детрит, дрібних тварин і рослин донного осаду). Сюди входять частково **сестонофаги** (живляться дрібним планктоном – сестоном, до складу якого входять як живі організми, так і детрит); малощетинкові черви або олігохети (дощовий черв'як, трубочник та інші); двостулкові моллюски; планктонні ракоподібні (рачки, дафнії, циклопи); коловертки та інші. Одні з них відфільтровують дрібні частинки детриту з води через спеціальні фільтрувальні органи, інші – живляться ними безпосередньо (ґрунтоїди). До детритофагів, які подрібнюють, перемішують та споживають органічні речовини, також належать амеби, багатоніжки, личинки комах, кліщі, мурашки, жуки, дощові черв'яки та інші організми. Згідно іншої класифікації **серед консументів-детритофагів можна також виділити:**

- **консументи, що спеціалізуються на споживанні бактерій (бактеріофаги)** (до них належать вільноживучі найпростіші – амеби, що мешкають у воді та ґрунті, та ґрунтові нематоди, які також живляться бактеріями на поверхні ґрунтових частинок відмерлої речовини);
- **консументи, що спеціалізуються на споживанні грибів (мікофаги)** (до них належать окремі нематоди, що мають стилети: колючо-всмоктуючий ротовий апарат, з допомогою якого вони проколюють окремі гіфи грибів або з'їдають їх повністю);
- **безхребетні, що розкладають рослинний матеріал**, яких в свою чергу поділяють на:
 - **мікрофауну:** простіші, нематоди та коловертки;
 - **мезофауну:** ґрунтові кліщі, ногохвостки та енхітреїди;
 - **макро- та мегафауну:** мокриці, багатоніжки, дощові черв'яки, слимаки, личинки деяких мух та жуки.

Деякі консументи здатні до **копрофагії**, тобто поїдання власних або чужих екскрементів, що дозволяє здобувати необхідну кількість протеїнів та розщепленої клітковини. Копрофагія у багатьох рослиноїдних тварин є ключовою особливістю живлення, пов'язаною з явищем «зовнішнього рубця». **Копрофаги** (грец. «κόπρος» - екскременти, кал та «φάγος» - той, що пожирає) - тварини, що живляться екскрементами, головним чином ссавців. Представниками є жуки-гноїтовики, личинки двокрилих (кімнатної мухи, тахінід), дощові черви, енхітреїди, кліщі-орібатіди та ін. У лісовій зоні серед копрофагів переважають гнійні жуки родів *Geotrupes*, *Aphodius* та личинки гнійних мух, в степовій зоні - жуки родів *Copris*, *Scarabaeus*, *Gymnopleurus* та ін. Іноді спостерігається спеціалізація жуків до споживання екскрементів певних

видів тварин, наприклад *Aphodius fossor*, *Onthophagus taurus* живляться коров'ячими фекаліями. Копрофаги прискорюють розклад органічних залишків та сприяють гуміфікації ґрунту, підвищуючи його родючість. Копрофагія часто спостерігається у тварин, нерідко можна спостерігати її у собак, у віваріях - у мишей та шурів. Часто це явище пояснюється нестачею в організмі тварин будь-яких мікроелементів і вітамінів. Є спостереження за осиротілими шимпанзе в Національному парку Конго, які поїдали екскременти, що містять насіння *Dialium*, оскільки тільки після виділення з організму їх можна було розжувати і проковтнути. У той же час серед дитинчат рослиноїдних ссавців в період переходу з молочною на природну дієту спостерігається поїдання свіжих екскрементів дорослих особин (молоді слоненята навіть засовують хобот в анус матері). Біологічне значення даного явища полягає в придбанні молодняком мікрофлори кишечника, необхідної для розщеплення целюлози клітинних стінок рослин. Копрофагія у людей може бути пов'язана з серйозними проблемами психіки, аутоагресивною поведінкою за типом компульсивних дій, деменцією з розвитком булімії, енцефалопатією внаслідок токсичних впливів, наприклад, алкоголю, або перенесеної черепно-мозкової травми, а також з дефіцитом заліза у немовлят. Поїдання калу, хоча б одноразово, широко поширене у немовлят, як правило як експериментальна дія.

Отже, консументам властиві такі способи гетеротрофного живлення, як: фітофагія, сапрофагія, паразитизм, копрофагія, хижацтво.

Хід роботи

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Покласти на жерстяну пластинку дрібку глюкози.
3. Помістити пінцетом жерсть в полум'я спиртівки. Спостерігати що відбувається з глюкозою. (*Через кілька секунд глюкоза починає темніти, плавитися й загоряється*).
4. Видалити жерстяну пластинку з речовиною з полум'я та зафіксувати що відбувається після цього. (*Глюкоза продовжує горіти й після видалення жерсті з полум'я спиртівки*).
5. Зробити висновки до досліду.

Живі організми – відкриті системи, для нормального функціонування яких потрібний постійний доступ енергії, речовини, інформації. Живі клітини отримують енергію за рахунок «спалювання» речовини, подібно до того, як людина опалює свою домівку, спалюючи в печі дрова й вугілля. Основним видом палива для живих клітин є глюкоза, простий цукор, органічна речовина, що належить до класу вуглеводів і міститься в багатьох тканинах. При розпаді великих молекул глюкози на дрібні молекули вуглекислого газу та води вивільнюється енергія, яка може бути використана у подальших процесах.



У живих клітин «згорання» глюкози відбувається при кімнатній температурі за наявності каталізаторів – органічних сполук (ферментів). Енергія, що при цьому виділяється, забезпечує процеси життєдіяльності. Крім того, виділяються побічні продукти: вода й вуглекислий газ. Отже, продуценти консументи використовують енергію, що міститься в клітинах продуцентів і утворюється в процесі фотосинтезу як законсервована вільна енергія, для забезпечення процесів життєдіяльності свого організму (росту, обміну речовин тощо).

6. Розв'язати тестові завдання:

- 6.1. Організми, які споживають готову органічну речовину, тобто підтримують своє існування за рахунок перетворення речовин, синтезованих автотрофами, називаються:
- А. Продуценти; Б. Консументи; В. Редуценти.
- 6.2. Консументами другого порядку є:
- А. Зоофаги, комахоїдні рослини, мікроорганізми;
 Б. Фітофаги, рослиноїдні паразити, мікроорганізми;
 В. Крупні м'ясоїдні зоофаги, паразити.
- 6.3. Гетеротрофні тваринні організми відрізняються від інших організмів з гетеротрофним живленням тим, що:
- А. Джерелом енергії є Сонце;
 Б. Джерелом енергії є окислення готових органічних сполук;
 В. Мають голозойний спосіб живлення.
- 6.4. Омела біла належить до організмів:
- А. Продуцентів; Б. Консументів; В. Редуцентів.
- 6.5. Велика панда є:
- А. Олігофагом; Б. Стенофагом; В. Поліфагом.
- 6.6. Амеба - це:
- А. Сестонофаг; Б. Мікофаг; В. Бактеріофаг;
- 6.7. Поїдання власних або чужих екскрементів, що дозволяє здобувати необхідну кількість протеїнів і розщепленої клітковини, називається:
- А. Сестонофагія; Б. Поліфагія; В. Копрофагія.
- 6.8. Який ланцюг живлення з запропонованих організмів, відповідає схемі: продуценти - консументи I порядку - консументи II порядку – редуценти?
- А. Пшениця - полівка - яструб – бактерії;
 Б. Бактерії - пшениця - полівка – яструб;
 В. Полівка - яструб - пшениця – бактерії.
7. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Які організми називають консументами?
2. Які наслідки має біопродукційний процес гетеротрофних організмів?
3. В чому полягає відмінність фаготрофного та осмотрофного способів живлення?
4. Чому консументів називають стабілізуючою ланкою трофічної структури екосистем?
5. Яке рівняння може описувати отримання енергії консументами в процесі споживання речовини?
6. Які організми належать до консументів третього порядку? Наведіть приклади.
7. Які способи живлення властиві гетеротрофам?
8. Навіщо живим організмам потрібно постійне постачання енергії?
9. Які трофічні ланцюги називаються детритними? Навести приклад.
10. Чому, як правило, трофічний ланцюг складається з 3-5 ланок?

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ РОЛІ РЕДУЦЕНТІВ В ЕКОСИСТЕМАХ. РОЗКЛАДАННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕШТОК ГРУНТОВИМИ ОРГАНІЗМАМИ.

Мета: поглиблення та розвиток знань про особливості функціональної структури екосистем, функціональні групи організмів, роль редуцентів у природних системах; формування вмій та навичок проведення екологічних досліджень; розвиток фахових компетентностей здобувачів освіти.

План

- 1. Розглянути етимологію та сутність терміна «редуцент».**
- 2. З'ясувати роль редуцентів в екосистемах.**
- 3. Закріпити знання про специфіку й типи живлення гетеротрофних організмів.**
- 4. Дослідити вплив факторів зовнішнього середовища на інтенсивність процесів розкладання органічних решток ґрунтовими мікроорганізмами.**
- 5. Розв'язати надані завдання.**

Література

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології: Навчальний посібник. Київ: Либідь, 1997. С. 45-46.
2. Буждиган О.Я., Руденко С.С., Зароченцева О.Д., Костишин С.С. Екологія в дослідях. Методичні рекомендації для наукової роботи в навчальних закладах різного типу: Частина-2. Чернівці: Місто, 2015. 128 с.
3. Вінчук М.М. Загальна екологія: Навчальний посібник, видання друге, виправлене та доповнене. Житомир: Видавництво Державного університету «Житомирська політехніка», 2021. С. 116-118.
4. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ: Лібра, 1998. 248 с.
5. Лабораторний та польовий практикум з екології / під ред В.П. Замостяна та Я.П. Дідуха. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. С.63-64.
6. 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.

Матеріали та обладнання: 12 глиняних горщиків діаметром 7 см; зразки рослинних решток; шматочки тканини із синтетичних волокон; пісок кварцовий; торф; ґрунт багатий органікою (чорнозем); папір для етикеток; клей; ножиці.

Теоретичні відомості

Редуценти (деструктори, сапроби) – гетеротрофні організми, які розкладають органічні речовини (продуцентів і консументів) до неорганічних, тобто існують за рахунок мертвих організмів. Вони забезпечують розклад органічних речовин на планеті й перетворюють їх на неорганічні сполуки (воду, вуглекислий газ, мінеральні солі), беручи участь у кругообігу речовин. Редуценти повертають до колообігу речовин CO_2 , NH_4 , H_2S , CH_4 , H_2 та іонів, таких як PO_4^{3-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} та ін.

До редуцентів належать бактерії, гриби, водорості. На їх долю припадає 90% від усіх гетеротрофів планети. Спори, як бактерій, так і грибів, присутні повсюдно в середовищі, тому саме вони першими і заселяють «мертву органіку», що надходить в середовище. При цьому одночасно спостерігається: 1) автоліз: самоперетравлювання або розпад відмерлих клітин тканин організму під впливом власних ферментів з вивільненням вуглеводів та білків до більш простих розчинних сполук; 2) вимивання дощовою водою водорозчинних органічних та мінеральних сполук. Успішність протікання процесів розкладу подальших компонентів залежить

від того, наскільки тісним є контакт з редуцентом. Адже розщеплення відбувається за рахунок ферменту комплексної целлюлолітичної дії, що розщеплює молекули целюлози на моносахариди («прості цукри») – целюлази, який є поверхневим ферментом і вимагає фізичного контакту редуцента з субстратом.

Загальна послідовність швидкості розкладу органічної речовини така:

- розчинні вуглеводи зникають порівняно швидко переважно за рахунок вимивання;
- стійкі целюлозні та геміцелюлозні структурні компоненти зазнають повільного ферментативного розкладу;
- вміст лігніну зменшується досить повільно.

Швидкість процесу розкладання безпосередньо залежить від декількох чинників, серед яких:

- 1) кількість, видовий склад редуцентів і тіснота їхнього контакту з органічною речовиною;
- 2) наявність кисню (аеробне, анаеробне розкладання);
- 3) фізичні умови (температура (*низька зовнішня температура уповільнює розкладання, а висока інтенсифікує мікробіологічну активність усередині детритної маси*), вологість (*чим нижче вологість компостної маси, тим повільніше відбуватися процес розкладу. Досвід показує, що при зниженні вологості матеріалу нижче 30-40%, ефективність дії бактерій різко знижується*) тощо);
- 4) склад (структура) органічних решток, які задіяні в процесі розкладання (*чим більше подрібнений вихідний матеріал, тим більша площа контакту відмерлої речовини з іншими активними речовинами і тим швидше відбувається процес його розкладання*).

Редуцентами у наземних екосистемах, зокрема у лісі, крім бактерій та грибів є комахи, які споживають детрит (*жуки-мертвоїди, шкіроїди*); дощовий черв'як, який живиться детритом, багато видів цвілі (*цвілеві гриби*), які харчуються шляхом всмоктування органічних речовин. Через малі розміри цих організмів оцінки їх чисельності та біомаси у ґрунті ускладнені, але деякі дані все ж існують (табл. 1).

Таблиця 1

Чисельність, біомаса та розміри окремих мікроорганізмів ґрунту (Віннічук, 2021) [3]

Групи	Приклади	Розмір (µм) [†]	Чисельність організмів	Біомаса,
Віруси	<i>Tobacco mosaic</i>	0,02 · 0,3	10 ¹⁰ – 10 ¹¹	
Бактерії	<i>Pseudomonas</i>	0,5 · 1,5	10 ⁸ – 10 ⁹	300 – 3 000
Актиноміцети	<i>Streptomyces</i>	0,5 · 2,0	10 ⁷ – 10 ⁸	300 – 3 000
Гриби	<i>Mucor</i>	8,0 [‡]	10 ⁵ – 10 ⁶	500 – 5 000
Водорості	<i>Chlorella</i>	5 · 13	10 ³ – 10 ⁶	10 – 1 500
Найпростіші	<i>Euglena</i>	15 · 50	10 ³ – 10 ⁶	5 – 200
Нематоди	<i>Pratylenchus</i>	1 000 [§]	10 ³ – 10 ⁵	1 – 100
Дощові черв'яки	<i>Lumbricus</i>	100 000 [§]	-	10 – 1 000

[†] - дані Metting (1993); [‡] - діаметр гіф; [§] - довжина.

Прісноводні редуценти – це переважно бактерії, які зазвичай знаходяться на дні озер, ставків і річок. Також у прісноводних екосистемах (у воді або поблизу неї) органічну речовину споживають окремі види равликів (*піскова меланія*), а також дріжджі. У морських екосистемах відмерлу органічну речовину споживають краби (*їдять будь яку їстівну речовину, яку виявили*); гранульована морська зірка (*рухаючись вздовж*

скель та інших нерухомих поверхонь очищає їх від відмерлих органічних речовин); міксини (*Eptatretus stoutii*) – вугроподібні істоти, які іноді полюють, але переважно можуть знаходитись всередині мертвої туші та поглинати з неї поживні речовини; морський їжак, який для харчування використовує органічні речовини з гірських порід; гігантський трубчастий черв'як – глибоководне істота, яка залежить від відходів, які продукують бактерії всередині її тіла.

Справжніми редуцентами, які завершують цикл руйнації органічних речовин, вважаються лише такі організми, що виділяють у зовнішнє середовище тільки неорганічні речовини, готові до залучення в новий цикл (бактерії й нижчі гриби). Їх налічується 75 тис. видів, а сумарна маса становить $1,8 \cdot 10^8$ т.

У наземному середовищі основний перебіг процесу деструкції органічних речовин відбувається в ґрунті. Активна діяльність редуцентів I-го, II-го, III-го порядків призводить до того, що річний опад органічних речовин повністю розкладається в тропічних дощових лісах протягом 1-2 років, у листяних лісах помірної зони – за 2-4 роки, у хвойних лісах – за 4-5 років, а в тундрі процес розкладання може тривати десятки років. Редуценти відіграють основну роль у формуванні блоку рослина–ґрунт. У процесі відмирання рослин, в ґрунті потрапляють органічні речовини, які інші рослини не можуть безпосередньо використовувати без діяльності редуцентів. Але біоредукцією біоценотична роль редуцентів не обмежується. Вони своєю діяльністю покращують структуру ґрунтів, сприяють їх аерації, проникненню води, переміщенню органічних речовин з поверхні ґрунтів в глибину, приймають участь в процесах ґрунтоутворення. Якби не було редуцентів проходило б накопичення мертвої органічної речовини на поверхні ґрунту, а рослини не мали б необхідної кількості неорганічних речовин, які використовуються для побудови органічних, що стало б причиною їх загибелі.

Запаси органічної речовини, сконцентровані у лісовій підстилці, лучній дернині, донних відкладень водойм, виступають одним з інтегральних параметрів загальної стійкості екосистем, оскільки відображають інтенсивність деструкційних процесів у біоценозах. *Наприклад, надмірне накопичення мортмаси свідчить про незавершеність біогеохімічних циклів, що супроводжується зниженням продуктивності та стійкості екосистем внаслідок гальмування біогеохімічного кругообігу, а швидке її розкладання визначає віддаленість від стабільного стану екосистем.* Тому дослідження запасів і трансформації енергії в детритній масі є актуальним.

Хід роботи

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Підготувати посуд для досліджень, наклеїти на горщики етикетки з позначенням типу ґрунту та умов розкладання рослинних решток.
(Для досліду зручно використовувати 3 типи субстратів: чорнозем, кварцовий пісок, торф. Створюємо специфічні умови для дослідження розкладання рослинних решток:
 - тепло – вологий ґрунт (ТВГ) – горщики стоятимуть в теплі і постійно будуть зволожуватись;
 - тепло – сухий ґрунт (ТСГ) – горщики стоятимуть втеплі, але не зволожуються;
 - холод – вологий ґрунт (ХВГ) – горщики стоятимуть вхолоді і весь час будуть зволожуватись;
 - холод – сухий ґрунт (ХСГ) – горщики стоятимуть в холоді, але не зволожуються).
3. Дрібно нарізати рослинні рештки, загорнути в тканину з синтетичних волокон (близько 1г) та зав'язати ниткою.

4. Зважити рослинні рештки та записати визначену масу на етикетках.
5. Наповнити до половини горщики необхідним субстратом.
6. Закласти в кожний із горщиків рослинні рештки та присипати їх зверху ґрунтом.
7. Змочити водою вміст горщиків з тепло-вологими та холодно-вологими умовами.
8. Помістити горщики у відповідні умови. Орієнтовна тривалість досліду 6-8 тижнів.
9. Дістати з горщиків синтетичну тканину з рослинними рештками.
10. Вимити та висушити зразки при кімнатній температурі.
11. Зважити рослинні рештки та визначити масу розкладу за формулою:

$$m_{\text{розкл}} = m_1 - m_2, \quad \text{де } m_1 - \text{вага зразка до закладання досліду};$$

$$m_2 - \text{вага зразка після розкладання (г)}.$$

12. Розрахувати відсоток розкладання органічної речовини (X) для всіх чотирьох умов за пропорцією:

$$\frac{m_1}{m_{\text{розкл}}} = \frac{100\%}{x\%}$$

13. Побудувати графіки залежності розкладу органічної речовини (%) від умов кожного досліджуваного зразка: піску, торфу чорнозему (рис.1).

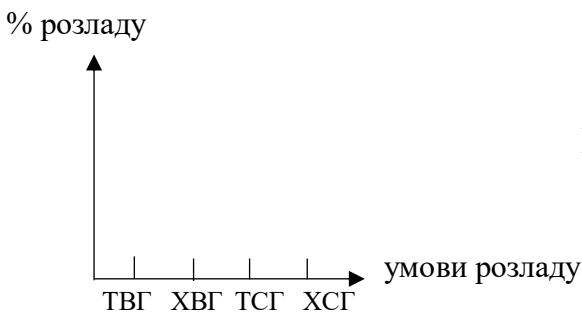


Рис. 1. Графік залежності % розкладу органічної речовини від умов середовища.

14. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки щодо впливу умов середовища на розкладання органічної речовини.

Питання самоконтролю:

1. Дати визначення терміна «редуцент».
2. Які функції виконують редуценти в екологічних системах?
3. Які організми належать до редуцентів? Навести приклади.
4. Які умови впливають на швидкість розкладання органічної речовини в екосистемах?
5. Який спосіб живлення властивий більшості редуцентів?
6. Чи наявна відмінність між редуцентом і детритофагом? Пояснити відповідь.
7. Що таке автоліз?
8. Яким чином життєдіяльність редуцентів впливає на ґрунти?
9. Які організми називають «справжніми редуцентами»?
10. Які чинники довкілля суттєво впливають на швидкість процесів розкладу живої речовини?

РОЗДІЛ III. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМ. СТРАТЕГІЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ Й ОПТИМІЗАЦІЇ ДОВКІЛЛЯ
ТЕМА: ЗАБРУДНЕННЯ СЕРЕДОВИЩА. СТАНДАРТИ І НОРМАТИВИ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА ПИЛОМ.

Мета: поглиблення знань про забруднення та критерії їх класифікації, основи екологічного нормування та стандартизації; формування вмінь та навичок застосування елементарних методів визначення показників забруднення; розвиток фахових компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Закріпити знання про забруднення, забруднювачі, критерії типології забруднення.
2. Вивчити та проаналізувати види забруднення, що визначаються відповідно до найпоширеніших сучасних критеріїв їх класифікації..
3. Розглянути основні нормативи якості навколишнього середовища.
4. Визначити та проаналізувати найбільш суттєві недоліки та перспективи розвитку сучасної концепції ГДК.
5. Ознайомитися з характеристиками пилу та особливостями його впливу на організм людини.
6. Провести дослідження запиленість повітря приміщення на основі оцінки якісного складу пилу, та відносної запиленості повітря.
7. Розв'язати надані завдання.

Література

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології: Навчальний посібник. Київ: Либідь, 1997. С. 45-46.
2. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: Знання, КОО, 2007. 422 с.
3. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О.С.Пахомова; худож.-оформлювач Г.В.Кісель. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
4. 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.
5. Мезенцева Н.І., Батиченко С.П., Мезенцев К.В. Захворюваність і здоров'я населення в Україні: суспільно-географічний вимір: Монографія. Київ: ДП «Прінт Сервіс», 2018. С. 39.
6. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Знання, 2002. 550 с.
7. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь - справочник. Москва: Просвещение, 1992. 312 с.

Матеріали та обладнання: дистильована вода; 10%-й розчин хлоридної або сульфатної кислоти; терези аналітичні; вимірювач витрат повітря; лопатки для взяття зразків пилу; мікроскоп електронний; насос для просмоктування повітря (зі всмоктуванням повітря з витратою не менш як 2 л/хв); піпетка; скельце покривне і предметне скло для мікроскопа; секундомір; фільтри паперові типу АФА-10 з фільтротримачем.

Теоретичні відомості

Забруднення – внесення в навколишнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних фізичних, хімічних і біологічних речовин (агентів) чи перевищення природного середньо багаторічного рівня концентрації забруднювачів у середовищі, що шкодять природним екосистемам та людині.

Забруднювач – це будь-який природний або антропогенний фізичний агент, хімічна речовина або біологічний вид (*головним чином мікроорганізми*), який потрапляє у середовище чи виникає в ньому в кількості, більшій за звичайну, і викликає забруднення середовища.

Для класифікації забруднення використовують наступні критерії:

I. Походження:

Природне забруднення – забруднення, яке виникає внаслідок потужних природних процесів (*виверження вулканів, лісові пожежі, торнадо, потоки селю, вивітрювання тощо*) без будь-якого впливу людини на природні процеси або в результаті віддаленого опосередкованого впливу людини на природне середовище.

Антропогенне забруднення – забруднення, що є результатом діяльності людини, в тому числі її безпосереднього чи опосередкованого впливу на склад та інтенсивність природного забруднення.

II. Об'єкт забруднення:

Забруднення космосу – загальне засмічення космічного простору космічними об'єктами, що викликають певні труднощі при функціонуванні наземних приладів.

Забруднення атмосфери – внесення в повітря чи утворення в ньому фізичних агентів, хімічних речовин або біологічних організмів, які негативно впливають на середовище.

Забруднення гідросфери – надходження в гідросферу забруднювачів у кількостях і концентраціях, які здатні порушувати нормальні умови середовища в значних за розміром водних об'єктах (*річки, водосховища, штучні водоймища, озера, моря, океани, ґрунтові та підземні води*).

Забруднення ґрунту – накопичення в ґрунті речовин чи організмів, у кількостях і концентраціях, що перевищують середньо багаторічні.

III. Характер забруднення:

Фізичне забруднення – забруднення, пов'язане зі змінами фізичних параметрів середовища, а саме: 1) температурно-енергетичних параметрів середовища – *теплове* забруднення; 2) хвильових параметрів середовища – *світлове, шумове, електромагнітне* забруднення; 3) радіаційних параметрів середовища – *радіоактивне* забруднення, пов'язане із дією іонізуючого випромінювання та *радіоактивне* забруднення, пов'язане з перевищенням природного рівня вмісту радіоактивних речовин у середовищі.

Хімічне забруднення – зміни природних хімічних властивостей середовища, а також проникнення (введення) в нього хімічних речовин, не притаманних йому або в концентраціях, які перевищують норму (*забруднення хімічними речовинами, важкими металами, пестицидами, пластмасами, синтетично поверхнево активними речовинами (СПАР) тощо*) (*за підрахунками спеціалістів у наш час у природному середовищі міститься 7-8,6 млн. хімічних речовин, щорічно їх кількість поповнюється ще на 250 тис. нових сполук*).

Фізико-хімічне забруднення (аерозольне) – забруднення повітря дрібнодисперсними рідкими та твердими речовинами.

Біологічне забруднення – випадкове або пов'язане з діяльністю людини проникнення чи поширення в середовищі непритаманних, небажаних йому організмів: 1) **біогенне (біотичне)** забруднення – поширення певних, зазвичай, небажаних біогенних речовин (*виділення померлих тіл*) чи організмів (*бур'яни, гризунів*) на територіях, де

вони раніше не спостерігалися; 2) **мікробіологічне (бактеріологічне)** забруднення. **Інформаційне забруднення** – забруднення, пов'язане з інформаційними збоями у життєдіяльності організмів (*наприклад, раптове підвищення води у річці шляхом її скидання з водосховища слугує сигналом для риб до відкладання ікри*).

Механічне забруднення – засмічення середовища забруднювачами, які мають на неї механічний вплив (*інертні речовини: пластмаси, скло, цегла тощо*).

IV. Сила впливу забруднення:

Фонове забруднення – фактичне забруднення, що існувало б у даній точці при відсутності конкретних джерел забруднення.

Катастрофічне забруднення – забруднення, що призводить до край небажаних наслідків у будь-якій галузі господарства, шкідливе для здоров'я людини чи навколишнього середовища.

V. Тривалість дії забруднення:

Тимчасове забруднення

Постійне забруднення

VI. Масштаб поширення забруднення:

Точкове забруднення – забруднення від одиничного джерела.

Локальне забруднення – забруднення в межах невеликого регіону, району, міста.

Регіональне забруднення – забруднення у межах значних просторів (регіони, держави, моря), але таких, що не охоплюють всю планету.

Глобальне (біосферне) забруднення – забруднення, що виявляється в будь-якій точці планети далеко від джерела (*наприклад, ДДТ в яйцях пінгвінів Антарктики*).

VII. Послідовність виникнення забруднення:

Первинне забруднення – надходження в середовище забруднювачів, які безпосередньо утворюються в ході природних, природно-антропогенних та антропогенних процесів.

Вторинне забруднення – утворення небезпечних забруднювачів в ході фізико-хімічних процесів, які проходять безпосередньо в навколишньому середовищі.

VIII. Джерело забруднення:

Промислове забруднення.

Забруднення транспортом.

Сільськогосподарське забруднення.

Комунально-побутове забруднення тощо.

IX. Зміни екосистем, що спричиняє забруднення:

Інгредієнтне (мінеральне та органічне) забруднення – забруднення сукупністю речовин, кількісно або якісно чужорідних природним екосистемам (*продукти згоряння, відходи хімічних виробництв, металургії, харчової промисловості та тваринницьких ферм, побутові стоки та сміття, отруйні хімікати, мікробіологічні препарати, шахтні відвали і терикони, нафтовидобуток тощо*).

Параметричне забруднення – забруднення, що пов'язане зі змінами якісних параметрів навколишнього середовища (*теплове, шумове, світлове, радіаційне, електромагнітне*).

Біоценотичне забруднення – забруднення, яке викликає порушення в складі та структурі популяцій живих організмів (*перепромисел, нерегульований збір, вилов, відстріл, браконьєрство, випадкова і спадкова інтродукція видів, порушення балансу популяцій*).

Стадіально-деструктивне забруднення – забруднення, пов'язане зі змінами та перетворюванням ландшафтів й екосистем у процесі природокористування (*стація*

– місце існування популяції, **деструкція** – порушення, руйнування) (вирубування лісових насаджень, зарегулювання водостоків, кар'єрна розробка копалин, шляхове будівництво, ерозія ґрунтів, осушення земель, урбанізація тощо) (рис.1).



Рис. 1. Класифікація забруднення екологічних систем (за Г.В. Стадницьким, А.І. Родіоновим) [2].



Рис. 2. Групи регіонів України за рівнем забруднення навколишнього середовища у 2015р. [5].

Важливими та дієвими напрямками охорони навколишнього природного середовища, регулювання й контролювання рівня забруднення є **екологічне нормування та стандартизація**. Стандарти якості навколишнього природного середовища складаються на основі сучасного стану технологій і є спробою узгодження екологічних та економічних інтересів суспільства. Існують **міжнародні стандарти** (затверджуються і впроваджуються Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO)), **державні** (затверджуються і впроваджуються спеціальними постановами Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики), **відомчі, галузеві** (затверджуються і впроваджуються наказом відповідного міністерства чи відомства), **локальні** (затверджуються і впроваджуються

постановою відповідного територіального природоохоронного органу в межах його компетенції). Стандарти (нормативи) регламентують гранично допустимі та тимчасово узгоджені викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище; гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у природних середовищах (воді, повітрі, ґрунтах, рослинних і тваринних організмах); орієнтовно-безпечні рівні впливів техногенних забруднювачів на природне середовище; правила та методи природокористування, які сприяють мінімізації збитків, що завдаються природному середовищу. **Екологічні стандарти (нормативи) юридично закріплюються в спеціальних нормативно-технічних документах, затверджуються державними органами і мають обов'язковий характер.**

В охороні навколишнього природного середовища широко використовуються базові показники екологічного нормування та стандартизації: **ГДК, ГДВ, ГДС, ГДЕН.**

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це максимальна концентрація речовини в середовищі та джерелах біологічного споживання (повітрі, воді, ґрунті, продуктах харчування), яка при більш чи менш тривалому впливі на організм не впливає на здоров'я та не викликає віддалених ефектів.

Розрізняють такі гранично допустимі концентрації:

ГДК_{м.р.} – гранично допустима максимальна разова концентрація речовини в повітрі населених міст, мг/м³ (при вдиханні впродовж 20-30 хв. не повинна спричиняти негативних наслідків в організмі людини. Цей норматив застосовують частіше для працюючих у забруднених приміщеннях);

ГДК_{с.д.} – гранично допустима середньодобова концентрація токсичної речовини в повітрі населених міст, мг/м³. ГДК_{с.д.} не повинна негативно впливати в разі необмежено тривалого (впродовж років) вдихання. Визначається для зон житлової забудови. ГДК_{м.р.} більші, ніж ГДК_{с.д.}. Це пов'язано з тим, що на підприємствах до роботи допускають здорових людей, які пройшли медичний огляд і більш стійкі до дії на організм шкідливих речовин;

ГДК_{р.з.} – гранично допустима концентрація речовини в повітрі робочої зони, мг/м³;

ГДК_в – гранично допустима концентрація речовини у воді водойми господарсько-питного та культурно-побутового водокористування, мг/л;

ГДК_{в.р.} – гранично допустима концентрація речовини у воді водойми, що використовується для рибогосподарських цілей, мг/л;

ГДК_г – гранично допустима концентрація речовини в орному шарі ґрунту, мг/кг;

ГДК_{пр} (ДЗК) – гранично допустима концентрація (допустима залишкова кількість) речовини в продуктах харчування, мг/кг.

Для більш повної оцінки якості середовища використовують інший критерій, що визначається на основі ГДК – **ГДЕН** – гранично допустиме екологічне навантаження: для води – це гранично допустимий скид (ГДС), г/с, для повітря – гранично допустимий викид (ГДВ), г/с. Ці величини характеризують навантаження, що спричиняє те чи інше підприємство на навколишнє середовище за одиницю часу.

Встановлюють також **гранично допустимі рівні (ГДР)** шумового та електромагнітного забруднення, **гранично допустимі дози (ГДД)** безпечного вмісту радіоактивних речовин у навколишньому середовищі та в продуктах харчування.

Розробка ГДК має понад 120-річну історію. Першу ГДК запропонував в 1896 році Хірт для хлористого водню в атмосферному повітрі. На початку 60-х років СРСР був єдиною державою у світі, де ГДК набули законодавчої сили. Пізніше (до 1968

року) такі стандарти були прийняті у 8-ми, а до 1973 року – в 22-х країнах світу. Розробка ГДК відстає від темпів створення нових речовин і препаратів та вимагає значних матеріальних витрат. *Наприклад, в США розробка ГДК для однієї речовини займає 3-5 років і потребує від 300 до 600 тис. \$.* Незважаючи на те, що сьогодні ГДК є фактично єдиним інструментом, за допомогою якого здійснюється контроль якості навколишнього середовища, продуктів харчування людини, кормів для свійських тварин та ін., вони ще далекі від довершеності, а тому їх слід розглядати як тимчасову міру.

До найбільш істотних недоліків ГДК можна віднести :

1. ГДК по суті є ***не екологічним, а є санітарно-гігієнічним нормативом***, тому що його головний пріоритет – охорона здоров'я людини. Він базується на трьох критеріях шкідливості: 1) токсичний вплив на організм людини; 2) вплив на органолептичні властивості середовища: для води – прозорість, запах, присмак, колір, каламутність; для повітря – в основному запах; 3) вплив на загальний санітарний режим водного, повітряного середовища та ґрунтів. Тільки один (*третій*) з перелічених критеріїв нагадує екологічний. Але й тут пріоритетними є не загальні інтереси людини та природи, а інтереси медицини.
2. ГДК ***не враховує здатність токсиканта до трансформації (перетворення) в навколишньому середовищі***, що не дозволяє оцінити реальний вплив забруднюючих речовин на біоту та людину. *Токсичний ефект залежить від багатьох підсилюючих і послаблюючих його факторів, в тому числі – від температури та форми сполучення, в якому забруднювач присутній в навколишньому середовищі.*
3. ГДК, як норматив загальнодержавного статусу, ***не враховує зональні та регіональні особливості біотичної та абіотичної складових екосистем***. Говорячи про екологічну недоцільність використання єдиних ГДК для забруднених та «чистих» регіонів, необхідно також мати на увазі й ті обставини, що:
 - «загальнодержавна універсальність» ГДК неминуче вступає в суперечність з її природоохоронним призначенням, тому що в такому разі, цей норматив націлює не на оздоровлення екологічної ситуації, а, головним чином, на її стабілізацію;
 - у відносно чистих регіонах ГДК може стати «ведмежою послугою», дозволяючи недбайливим господарям забруднювати навколишнє середовище до рівня ГДК; інакше кажучи – навіть без порушень (з юридичної точки зору) нормативу ГДК, можна безкарно коїти екологічний злочин.
4. ГДК ***не враховує асиміляційну ємність екосистем***, тобто кількість токсиканта, яку екосистема здатна знешкодити в ході процесів мінералізації або порушення до нетоксичного стану, депонування та виведення за межі екосистеми.
5. ГДК ***не припустимий до радіонуклідів***, тому що встановити припустиму норму додаткового (до природного фону) забруднення в наш час практично неможливо, що пов'язане, принаймні, з двома такими причинами: 1) радіоактивний фон змінюється на поверхні Землі від 0,8 до 3,0 мЗв/рік); 2) радіоактивний фон постійно підвищується завдяки видобутку та використанню викопних ресурсів, а також використанню мінеральних добрив, при обробці приміщень будівельними матеріалами мінерального походження (зокрема, в будинках з каменю та цегли доза опромінення перебуваючих в ній людей в середньому на 20% вище, ніж природний радіаційний фон).

6. ГДК для суми токсичних речовин (елементів) визначають шляхом розрахунку, а тому вони **не можуть слугувати нормою ефекту, який викликає комбінована дія на організм тих же токсикантів**. Сумарні ГДК визначаються як сума співвідношень концентрацій у середовищі кожного із забруднювачів та його ГДК, а саме:

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

де C_1, C_2, C_n – концентрації кожного з токсикантів;
 $ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації тих же токсикантів.

7. ГДК **встановлюють на основі дослідів над тваринами** і часто вони мало обґрунтовані. Не випадково в різних країнах ГДК сильно відрізняються. До того ж ГДК мало диференційовані та **не враховують вік та стан здоров'я людини**.

Недоліки ГДК, перелічені вище, є відправним етапом розробки сучасних інтегральних (комплексних) еколого-гігієнічних характеристик, що дозволяли б адекватно оцінювати не тільки стан біоти, але й фактор ризику – найважливіший момент екологічної оцінки впливу на довкілля. Потреба комплексного еколого-гігієнічного підходу до нормування якості середовища обумовлена тим, що екологічний і гігієнічний принципи, коли використовуються в окремоті вступають в певні суперечності, в той час, як визначені разом вони ефективно доповнюють один одного, а саме:

- завдання екологічного нормування – захист біосфери та її складових; при такому підході окремі втрати не приймаються до уваги; однак, якщо це припустимо для екосистеми та біосфери загалом, то по відношенню до популяції людини – абсолютно неприпустимо;
- завдання санітарно-гігієнічного нормування – забезпечення безпеки кожної людини, але це не гарантує захист екосистем та біосфери від антропогенних забруднювачів.

Пил як шкідливий фактор навколишнього середовища спричиняє негативний вплив на організм людини, який залежить від його властивостей: дисперсності, розчинності пилових часток та їхнього хімічного складу. Запиленість атмосфери зменшує інтенсивність ультрафіолетової радіації, змінює ступінь і характер іонізації повітря, сприяє утворенню туманів, погіршує ріст зелених насаджень, порушує фотосинтез. Визначення вмісту пилу в повітрі є необхідною умовою проведення профілактичних заходів охорони повітряного середовища, праці, здоров'я.

Пил – дисперсна система (аерозоль), в якій дисперсною фазою є тверді частки, дисперсним середовищем – повітря (складається з твердих часток, утворених в результаті механічного подрібнення різних матеріалів (дроблення, помол, вибухові роботи) – полідисперсна система (20-30 мкм до субмікроскопічних часток). За хімічним складом (природою) пил може бути: 1) неорганічним (*оксид кремнію, азбест, сіль, мінерали руд, металів, ґрунту та інші*); 2) органічним (*рослинний, тваринний, синтетичних органічних матеріалів, полімерів, пластмас, смол, фарбників*); 3) мікробіологічним (*мікроорганізми, гриби*); 4) змішаним (*різні частинки неорганічної, органічної, біологічної природи*). За походженням виділяють пил: 1) природного походження; 2) антропогенного походження. За впливом на організм пил буває: 1) індиферентним; 2) токсичним; 3) дерматотропним; 4) пневмотропним; 5) алергенним; 6) канцерогенним тощо. За формою часток пилу виділяють: 1) аморфний; 2) волокнистий; 3) гострокінцевий. За розміром часток: 1) аеросупензії – частки розміром більше 100 мікрометрів; 2) аерозолі: крупно

дисперсні – розміром 100-10 мкм (власне пил), середньо дисперсні – розміром 10 –0,1 мкм (хмара), мілко дисперсні – розміром менше 0,1 мкм. (дим). За механізмом утворення: 1) аерозолі дезінтеграції (подрібнення та обробка твердих порід, матеріалів); 2) аерозолі конденсації (укрупнення до пилових частинок окремих атомів чи молекул).

Дія пилу на шкіру та слизові оболонки проявляється в закупорці вивідних протоків сальних і потових залоз, розвитку мацерації шкіри, слизових оболонок, виникненні піодермій, алергії, а ліпотропні складові пилу можуть всмоктуватися, викликаючи загальнотоксичну дію. Забруднюючи одягу, пил знижує її вентиляційну, паропровідну функцію, негативно впливаючи на теплообмін та дихання шкіри. Дія пилу на дихальну систему може відзначатися подразнюючим, задушливим, соматичним, наркотичним ефектами та сприяти розвитку ряду патологічних станів:

- загальнотоксична дія: розчинний у воді пил з легень та слизових оболонок всмоктується, потрапляє у кров'яне русло і, залежно від тропності токсичної речовини, може викликати ту чи іншу патологію (*отруєння свинцем, цинком, стронцієм тощо*);
- алергічні захворювання: задуха, хронічний бронхіт, риніт, фарингіт, трахеїт, бронхіальна астма (*рослинний, шерстяний пил, сажка та інші*);
- інфекційні захворювання з інгаляційним механізмом передачі (*туберкульоз, легенева чума та інші*);
- пневмоконізи – фіброзні захворювання легень, спричинені тривалою дією деяких видів неорганічного пилу (*силікози, які спричиняються оксидом кремнію, сидерози – залізним пилом, азбестози, антракози та інші*);
- онкологічні захворювання (рак легень) – при дії хромового пилу, радіонуклідів, 3,4-бенз-а-пірену, 5,6-дібензантрацену та інших канцерогенів.

У закритому приміщенні в 1 см³ повітря може міститися до 10⁶ пилових часточок різних розмірів, токсичності, природи. Методи вимірювання запиленості повітря поділяються: а) за способом відбору проб на седиментаційні (методи осадження) та аспіраційні; б) за визначенням результатів дослідження на вагові та лічильні. Оцінка запиленості повітря – важлива складова екологічних досліджень стану забруднення приміщень та необхідний етап планування заходів охорони праці.

Для визначення ступеня запиленості повітря на виробництвах використовують пиломіри. Є прилади з фільтрувальним матеріалом, на якому осідають частинки пилу, і пиломіри без фільтрувального матеріалу, наприклад, оптичні (*найпоширеніші*). В останніх світло поглинається або розсіюється пилоповітряним потоком. За принципом дії пиломіри поділяються на оптичні, радіоізотопні, електрометричні та ін. Експрес-пиломіри - прилади для оперативного вимірювання концентрації пилу безпосередньо на місці (у гірничій виробці, цеху підприємства тощо) (рис.3).



Рис. 3. Прилади для визначення запиленості повітря: 1 - аналізатор запиленості повітря DT-9880; 2 - Тестер запиленості повітря Walcom HT-9600; 3 - Монітор-

логер якості повітря в приміщеннях (PM2.5, CO2, %RH, Temp, Barometer)
LUTRON PM-1064SD.

Хід роботи

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Визначити відносну запиленість повітря за наступним алгоритмом:
Нанести 1 краплю води на предметне скло. Встановити предметне скло у місці дослідження приміщення на 15 хв. Приготувати мікропрепарат, накривши краплю з осілими пиловими часточками покривним скельцем. Розмістити мікропрепарат на предметному столику мікроскопа. Встановити ефективне збільшення. Підрахувати кількість пилових часточок у краплі. Описати якісний склад (вигляд, структуру, взаємне розміщення, особливості будови часток тощо). Визначити кількість пилових часточок, що осіли протягом 15 хв на поверхні краплі тієї самої площі після витримування предметного скла з краплею в різних місцях одного й того самого приміщення та в інших приміщеннях.
3. Встановити якісний склад пилу, керуючись таким алгоритмом:
Відібрати зразок пилу, зібравши за допомогою лопатки пил на «доріжці» завширшки 3 – 5 см. Перенести зразок з лопатки на предметне скло. Приготувати мікропрепарат сухого пилу, накривши зразок пилу покривним скельцем. Розмістити мікропрепарат на предметному столику мікроскопа і встановити таке збільшення, щоб у поле зору потрапила якнайбільша площа плями. Розглянути мікропрепарат під мікроскопом й описати зовнішній вигляд, форму, розміри, взаємне розміщення, колір частинок тощо. Підняти покривне скельце препарувальною голкою, нанести на зразок пилу краплю розчину кислоти і відразу накрити покривним скельцем. Помістити мікропрепарат на предметний столик, розглянути його під мікроскопом та описати зміни, які відбуваються зі зразком пилу в розчині кислоти.
4. Провести кількісне визначення концентрації пилу, використовуючи наступну методику:
Зважити фільтр на аналітичних терезах з точністю до 0,1 мг і записати початкову масу $m_{\text{поч}}$ в мг. Помістити фільтр у фільтротримач, який потім герметично закрити і приєднати до установки: фільтротримач з фільтром, витратомір, насос. Увімкнути насос і прокачати повітря з витратою 10-20 л/хв (при використанні водоструминного насоса встановлюють максимально можливий вихід). Одночасно включити секундомір і визначити фактичну витрату повітря (в л/хв). Прокачувати повітря крізь фільтр не менше 1 год, визначити середню витрату повітря за час прокачування Q . Всього крізь фільтр бажано прокачати не менше як 2 м^3 повітря. Вийняти фільтр із фільтротримача і знову зважити його $m_{\text{кін}}$. Обчислити масову концентрацію пилу C ($\text{мг}/\text{м}^3$) за формулою:

$$C = (m_{\text{кін}} - m_{\text{поч}}) \cdot 1000 / Q \cdot t,$$
*де 1000 – коефіцієнт перерахунку об'єму повітря з літрів у метри кубічні;
 t – тривалість прокачування повітря, хв.*
5. Оформити результати досліджень і зробити висновки про якісний склад пилу, відносну запиленість повітря в різних точках приміщення, екологічний стан приміщення (табл. 1).

Таблиця 1

Аналіз результатів досліджень

№ зразка пилу	Місце відбору зразка пилу	Кількість пилових часточок в полі зору за 15 хв. експозиції	Опис якісного складу зразка (з урахуванням змін у розчині кислоти)	Масова концентрація пилу, мг/м ³

6. Розв'язати тестові завдання:

6.1. За походженням виділяють забруднення:

- А. Природне, антропогенне;
- Б. Первинне, вторинне;
- В. Промислове, транспортне, сільськогосподарське, комунально-побутове.

6.2. За своїм характером теплове, світлове, шумове забруднення – це забруднення:

- А. Фізико-хімічне;
- Б. Інформаційне;
- В. Фізичне.

6.3. Забруднення в межах певного району міста – це забруднення:

- А. Точкове;
- Б. Локальне;
- В. Місцеве.

6.4. Забруднення сукупністю речовин, кількісно або якісно чужорідних природним екосистемам, спричиняє зміни екосистем:

- А. Параметричні;
- Б. Інградієнтні;
- В. Біоценотичні;
- Г. Стаціонально-деструктивні.

6.5. Ерозія ґрунтів, розробка кар'єрів, дорожнє будівництво спричиняє зміни екосистем, які характеризують:

- А. Параметричне забруднення;
- Б. Біоценотичне забруднення;
- В. Стаціонально-деструктивне забруднення;
- Г. Інградієнтне забруднення.

6.6. До регіонів України з дуже високим рівнем забруднення довкілля належать:

- А. Харківська область;
- Б. Полтавська область;
- В. Дніпропетровська область;
- Г. Львівська область.

6.7. Показник максимально допустимої в одиницю часу кількості (маси) речовини, що відводиться із зворотними водами у поверхневі та морські води, який з урахуванням встановлених обмежень на скид цієї речовини від інших джерел забруднення гарантує дотримання норм її вмісту в заданих контрольних створах (пунктах) водного об'єкта, називається:

- А. Гранично допустима концентрація (ГДК);
- Б. Гранично допустимий скид (ГДС);
- В. Гранично допустимий викид;
- Г. Гранично допустиме екологічне навантаження.

- 6.8. За хімічним складом пил може бути:
- А. Аморфним, волокнистим, гострокінцевий;
 - Б. Природним, антропогенним;
 - В. Неорганічним, органічним, мікробіологічним;
 - Г. Індиферентним, токсичним, канцерогенним, пневмотропним.
- 6.9. Пил з високим вмістом оксиду кремнію здатний спричиняти таке захворювання, як:
- А. Сидероз;
 - Б. Силікоз;
 - В. Туберкульоз.
- 6.10. Високий вміст у пилу свинця й цинку має на організм людини вплив:
- А. Індиферентний;
 - Б. Токсичний;
 - В. Онкогенний.
7. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке забруднення, забруднювач?
2. Які критерії використовуються для класифікації забруднення?
3. Які зміни характеризує інгредієнте забруднення, стаціонально-деструктивне забруднення?
4. Що таке ГДК, ГДВ, ГДС, ГДЕН?
5. Коли почалась розробка гранично-допустимих концентрацій?
6. Які недоліки мають існуючі сучасні ГДК?
7. Що таке пил? Які критерії використовують для типології (класифікації) пилу?
8. Який вплив має пил на організм людини?
9. Який рівень забруднення характеризує Ваш регіон? На Вашу думку, якими причинами обумовлений такий стан довкілля?
10. Причиною яких глобальних екологічних проблем є забруднення атмосфери?

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ. ВИЗНАЧЕННЯ КИСЛОТНОСТІ ОПАДІВ.

Мета: поглиблення знань про екологічну роль води в існуванні живих організмів, екологічних систем і наслідки процесів забруднення; формування навичок та вмій проведення досліджень якості води та кислотності атмосферних опадів; розвиток фахових компетентностей здобувачів освіти.

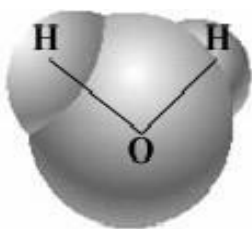
План

1. Закріпити та поглибити знання про значення води в існуванні планети та живої речовини.
2. Розглянути показники води, які характеризують її якість.
3. Провести дослідження органолептичних показників якості води.
4. Здійснити дослідження рН води та кислотності опадів.
5. Розв'язати надані завдання.

Література

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології: навчальний посібник. Київ: Либідь, 1997. С. 45-46.
2. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: Знання, КОО, 2007. 422 с.
3. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПіН 2.2.4-171-10) зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01.07.2010р. за № 452/17747. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 03.03.2023).
4. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. Авторів; за загальною ред. О.Є. Пахомова; худож.-оформлювач Г.В.Кісель. Харків: Фоліо, 2014. 666с.
5. 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.
6. Лабораторний та польовий практикум з екології / під ред В.П. Замостяна та Я.П. Дідуха. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. С. 63-64.
7. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: Навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ: ТОВ «ДСК-Центр». 2016, С. 40-45.
8. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 03.03.2023).

Матеріали та обладнання: колби з досліджуваною водою, циліндри із безбарвного скла, скляний циліндр з плоскою відшліфованим дном зі шкалою (см), кювети з товщиною поглинаючого шару 2-10см, уварювальні чашки, скляні палички, стакани, посуд для збирання опадів, лакмусовий папір, рН-метр, ртутний термометр з ціною поділок 0,1-0,5°C, колориметр фотоелектричний концентраційний, стандартна біхромат-кобальтова шкала, стандартний шрифт, чорний папір, дистильована вода.



Теоретичні відомості

«Вода, у тебе немає ні кольору, ні смаку, ні запаху, тебе неможливо описати, тобою насолоджуються, не відаючи, що ти таке. Не можна сказати, що ти необхідна для життя: ти – саме життя».

Антуан де Сент-Екзюпері

Вода (H_2O) – хімічна речовина у вигляді прозорої, безбарвної рідини без запаху і смаку. Молекули води складаються з двох атомів гідрогену та одного атома кисню, тобто це найпростіший гідрид кисню – дигідроген монооксид.

Вода виявлена в складі міжзоряних газових хмар, що лежать в межах нашої галактики – Чумацького Шляху. Деякі комети більше, ніж на 50% складаються з водяного льоду. Достеменно з'ясовано, що вода у замерзлому стані є на поверхні Марсу. Рідка вода, імовірно, наявна під поверхнею деяких супутників планет, найімовірніше, на Європі, супутнику Юпітера. На Землі вода – одна з найпоширеніших речовин. Вчені припускають, що воду занесли астероїди на ранній стадії утворення планети близько 4 млрд. років тому, а перші її поклади в мантії нашої планети з'явилися приблизно 2,7 млрд. років тому. Водною вкрито близько 2/3 поверхні земної кулі (океани, моря, озера, річки). Значна її кількість у вигляді льоду та снігу вкриває високі гори й величезні простори Арктики й Антарктиди. Багато води в атмосфері – пара, туман і хмари. Значні кількості води містяться і в земній корі у вигляді підземних вод. У природі вода перебуває не тільки у вільному стані, а і в хімічно зв'язаному. Рух води у природі за 24 години виробляє енергії більше ніж використало людство за своє існування.

На Землі вода існує в трьох станах – твердому, рідкому, газоподібному. У рідкому стані вода практично не стискається, при замерзанні розширюється на 1/11 від свого об'єму. На відміну від інших рідин, вода при охолодженні від + 4 до 0°C розширюється, її щільність у твердому стані менша за рідкий, а тому лід легший від води (на 8%) і не тоне у ній. Вода має велику питому теплоємність (1 кал/г-град), завдяки чому температура океанів і морів змінюється досить повільно та регулює температуру земної поверхні. Вода універсальний полярний розчинник, свого роду скульптор рельєфу поверхні планети, носій амфотерних властивостей, адгезії (властивість прилипання, яка виявляється у разі підняття води проти гравітаційних сил) тощо. Усі властивості води не відомі до теперішнього часу навіть вченим. Щороку публікуються нові праці, пов'язані з вивченням властивостей води, в тому числі й аномальних.

Значення води багатофункціональне:

- 1) **універсальний розчинник** для іонних і багатьох ковалентних сполук, забезпечує протікання хімічних реакцій, транспорт речовин у клітину і з клітини;
- 2) **реагент**, за участю якого в клітинах відбуваються реакції гідролізу та гідратації, окисно-відновні та кислотно-основні реакції.
- 3) **теплорегулятор**, що підтримує оптимальний тепловий режим організмів і забезпечує рівномірний розподіл теплоти в живих системах;
- 4) **осморегулятор**, що забезпечує постійність форми клітин, транспорт неорганічних речовин;
- 5) **опора**, що забезпечує пружний стан клітин (тургор), виступає амортизатором від механічних впливів на організм, виконує функцію гідростатичного скелету в багатьох тварин;
- 6) **засіб транспорту**, що здійснює зв'язок в клітинах, між клітинами, тканинами, органами і забезпечує гомеостаз та функціонування організму як єдиного цілого;
- 7) **середовище існування** для водних організмів, у ньому здійснюються пасивний рух, зовнішнє запліднення, поширення насіння, гамет і личинкових стадій наземних організмів;

8) **конформатор**, тобто має вагоме значення в організації просторової структури (конформації) біополімерів.

Життя на Землі вміщує у собі 9,5 тис. км³ води. Живі організми на 60-98% складаються з води. Організм медузи містить 95% води, мідії – 84%, шукі – 84%, річкового раку – 77%, дощового червя – 88%, утки-крякви – 79%, буйволу – 52%. У складі рослинної клітини від 40 до 90% води (корені моркви містять 87-91% води, листя дерев – 79-82%, стовбури дерев – 40-55%, клубні картоплі – 74-80%, сухі мохи та лишайники – 5-7%). Вченими встановлено, що тіло дорослого чоловіка містить 61% води, жінки – 51%, новонародженої дитини – 80%. В організмі людини вода розподіляється таким чином: 50% усієї води – в клітинах тканин, 15% - у міжклітинній рідині, 5% - у крові та лімфі. У різних органах і тканинах вміст води неоднаковий. Менше всього води у кістках (22%) і жировій тканині (30%). М'язи містять 70% від їх ваги води, внутрішні органи – 76-86%. Найбільший і постійний вміст води у крові (92%). Цікаво зазначити, що хімічний склад крові людини близький за основними розчинними речовинами водам Світового океану. Наприклад, хлору в крові людини 49,3%, у водах Світового океану 55,0% від суми розчинених солей, а натрію відповідно – 30,0% і 30,6%, калію – 1,2% і 1,1%, кальцію 0,8% та 1,2%. Це свідчить про те, що людина, як і усе живе, по суті є дитям середовища. Людський організм втрачає за добу приблизно 2,2 – 2,8 л води (1 500мл – з сечею, 600мл – через шкіру, 400мл – з повітрям, що видихається, 150мл – з калом). При повному голодуванні і необмеженому доступі води можливе збереження життя людини впродовж 40-45 днів. При цьому людина може втратити увесь свій жир, половину білків, більше 40% маси тіла та все ж житиме. Людина відчуває спрагу при втраті лише 1% води, при втраті 2 % зменшується фізична та розумова активність, при втраті 10% починаються зорові та слухові галюцинації (*феномен міражів у пустелях*), при втраті понад 12-13% необхідна термінова лікарська допомога внаслідок обезводнення, а втрати 20% рідини для людини летальна (смертельна). Вода має нульову калорійність та виконує в організмі людини безліч найважливіших функцій: 1) забезпечує транспорт речовин, доставляючи клітинам поживні речовини та за допомогою водних розчинів усуваючи з клітин продукти обміну речовин; 2) сприяє охолодженню тіла (потовиділення); 3) слугує одним з компонентів мастила (суглобова рідина); 4) несе функції опори (гідростатичний скелет); 5) виконує захисну функцію (наприклад, сльози); 6) бере участь практично в усіх біохімічних реакціях, що відбуваються у людському організмі.

Вода – це здоров'я. Вона допомагає людям відновити сили, пізнати себе та оточуючий світ. Всесвітня організація охорони здоров'я вважає, що 80 % всіх хвороб на Землі викликані забрудненою водою або відсутністю елементарних гігієнічних умов. За даними ВООЗ, через неякісну воду кожен вісім секунд у світі помирає людина. Такі хвороби як черевний тиф, дизентерія, вірусний гепатит, туляремія, холера, бруцельоз, лямблій, поліомієліт, гельмінтози тощо. На нашій планеті більше 500 млн. осіб хворіють внаслідок користування забрудненою водою. Нестача у воді фтору викликає карієс, що вражає серце, м'язи. Вміст у питній воді більше 1мг/л фтору руйнує зубну емаль і призводить до втрати зубів. Нестача йоду викликає ендемічний зоб – захворювання пов'язане з порушенням функцій щитоподібної залози. Забруднення води нітратами призводить до втрати активності гемоглобіну, зниження артеріального тиску, кисневого голодування.

Розвиток цивілізації характеризується зростанням потреби у прісній воді та супроводжується її забрудненням в результаті господарської діяльності. **Забруднення води** – це викликані антропогенною діяльністю зміни її фізичних, хімічних і біохімічних властивостей порівняно з еталонним природним станом, які роблять воду частково або повністю непридатною для використання. Встановлено, що забруднення води можуть викликати понад **400 видів** речовин. У 1992 р. Генеральна Асамблея ООН на Конференції з навколишнього середовища та розвитку оголосила **22 березня Всесвітнім днем водних ресурсів** (резолюція 47/193 від 22 грудня 1992р). У червні 1999р. на III Конференції профільні міністри 35 європейських країн, у тому числі й України, підписали Протокол про проблеми води і здоров'я, взявши на себе зобов'язання оберігати громадян своїх країн від захворювань, пов'язаних із забрудненням води, захищати водні ресурси, створювати системи усунення небезпечних ситуацій. У **Законі України «Про основні засади (стратегію) державної політики України на період до 2030 року»** зазначено, що «Україна є однією з найменш водозабезпечених країн Європи, при цьому водокористування а країні здійснюється переважно нераціонально...». Відповідно до **Цілі 3 «Забезпечення інтеграції екологічної політики у процес прийняття рішень щодо соціально-економічного розвитку України»** одним з пріоритетних завдань сьогодення є покращення якості води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище. Повне поступове припинення скидання у водні об'єкти недостатньо очищених стічних вод і забезпечення відповідності ступеня очищення стічних вод установленим нормативам та стандартам, а також запобігання забрудненню підземних вод [8].

Якість води – це характеристика складу і властивостей води, що визначає її придатність для конкретних видів водокористування. **Для оцінки якості води використовують такі показники:** 1) **фізичні чи органолептичні** (температура, запах, смак, колір, кольоровість, каламутність, прозорість); 2) **гідробіологічні** (рівень сапробності, видове біорізноманіття, інтенсивність деструкції); 3) **бактеріологічні** (колі-титр, колі-індекс, кількість лактопозитивних кишкових паличок; кількість коліфагів); 4) **хімічні** (розчинний кисень, водневий показник, мінеральний склад, вміст нафтопродуктів, фенолів, пестицидів, важких металів).

Температура – важливий показник якості води, від якої залежить кількість розчинених у воді газів, зокрема такого життєво важливого з них, як кисень. Підвищена температура води свідчить про її теплове забруднення. **Колір** (забарвлення) води може бути різних відтінків. В багатьох випадках колір води зумовлений присутністю мікроорганізмів, продуктів їх життєдіяльності та розпаду, а також часточок мулу, сульфідів та інших завислих у воді речовин. **Кольоровість** є кількісною характеристикою кольору, яка виражається в умовних одиницях – градусах кольоровості. Вона визначається за біхромат-кобальтовою шкалою або за допомогою приладу КФК-2 (колориметра фотоелектричного концентраційного). **Мутність** води залежить від тонкодисперсних домішок у вигляді завислих частинок (піску, глини, мулу, водоростей), що потрапляють в неї в результаті ерозії берегів, з дощовими і талими водами. Якісне визначення проводять описово. Наприклад, вода може бути прозора, опалесцентна, мутна і т. д. Кількісне значення мутності виражається в мг/л і визначається за допомогою приладу КФК-2. **Прозорість** води залежить від її кольору і мутності. Мірою прозорості слугує висота водяного стовпа, в **см**, через який можна прочитати стандартний шрифт. **Запах** води викликають леткі

пахучі речовини, розчинені солі, органічні сполуки і продукти їх життєдіяльності, які потрапляють у воду природнім шляхом і з стічними водами. В природних водах, що містять лише неорганічні речовини, запах може давати тільки сірководень, наявний в деяких забруднених підземних водах. Запах питної води, одержаної шляхом обробки поверхневої води, зумовлений властивостями використовуваної сирової води, технологічним процесом покращення її якості і способом обробки. *Наприклад, після хлорування вода, в якій присутні феноли, набуває неприємного запаху хлорфенолів.* На запах підземних і поверхневих вод впливає присутність органічних речовин. Забруднення стічними водами виявляється не тільки появою запаху, але і за запахом продуктів розкладу їх компонентів. При визначенні запаху питних, поверхневих або стічних вод у всіх випадках спочатку встановлюють характер запаху (хлорний, рибний і т.д.). Далі визначають його інтенсивність, що роблять або органолептично, виражаючи інтенсивність запаху за п'ятибальною шкалою, або ж проводячи «порогове» дослідження – розбавляють воду, що аналізується до тих пір, поки запах не зникне. **Смак і присмак.** Смакові якості води зумовлені присутністю речовин природного походження або речовин, які потрапляють у воду в результаті забруднення її стоками. Підземні води, що містять тільки неорганічні розчинені речовини, мають специфічний смак, який викликаний наявністю заліза, марганцю, натрію, калію, хлоридів та ін. елементів. Визначають смак тільки питних вод, описують його вербально. Розрізняють чотири основних види смаку: солоний, кислий, гіркий, солодкий. Всі інші види смакових відчуттів називають **присмаками**.

В Україні дослідження проб води з джерел господарсько-питного водопостачання (для оцінки їхнього стану) здійснюється згідно вимог ГОСТ 2761-84 «Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання» та СанПіН 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднень» (нормативний документ скасований); а проб, власне, *питної води* - згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 «**Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною**», затвердженими Міністерством охорони здоров'я 12.05.2010 р., введеними у дію 01.07.2010 року [3].

Хід роботи

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.

Частина I. Дослідження органолептичних показників води.

2. Визначити температури води.

Температуру води визначають за допомогою термометрів (спиртових, ртутних, термісторних тощо). В колбу з досліджуваною водою занурити термометр, витримати 5 хвилин і зафіксувати показники з точністю до 0,1^oC. Отримані значення записати в результативну таблицю.

3. Визначити колір зразків води.

Розглянути зразок води на фоні білого паперу з метою встановлення кольору. Відтінок та інтенсивність кольору описати словесно. (Наприклад, вода безколірна, жовтувата, зеленувата, зеленувато-бура, бура тощо). Жовті та бурі відтінки можуть свідчити про наявність у зразку органічних речовин, а синювато-зелені, зелені – мікроскопічних водоростей). Звернути увагу на наявність осаду і за його присутності охарактеризувати (немає, незначний, значний тощо). За наявності дуже великого осаду вказати товщину шару в мм

та якість (муловий, піщаний тощо).

4. Визначити прозорість води.

Досліджувану воду добре переміщати й налити в циліндр, який необхідно нерухомо утримувати над стандартним шрифтом на висоті 4 см. Доливаючи або відливаючи воду з циліндру, знайти висоту стовпа води, що дозволяє добре читати шрифт і зареєструвати. Прозорість за шрифтом визначається в см.

5. Визначити мутність води.

Для встановлення якісних характеристик мутності заповнити пробірку діаметром 15 мм і висотою 150 мм майже доверху. Поставити її на чорний папір і дивлячись зверху визначити результати спостережень мутності за такими ступенями:

1 - прозора вода – через шар води чітко видно чорний папір;

2 - слабо опалесцентна вода – внаслідок відбивання світла високодисперсними частинками на воді спостерігаються яскраві бліки, але в той же час слабо видно чорний папір;

3 - опалесцентна вода – за яскравим бліком води чорного паперу не видно;

4 - слабо мутна вода;

5 - мутна вода;

6 - дуже мутна вода.

Кількісне визначення мутності у мг/л проводять за допомогою колориметра фотоелектричного концентраційного (КФК-2) шляхом визначення коефіцієнта пропускання досліджуваної рідини у відсотках.

6. Визначити характер та інтенсивність запаху води.

В колбу з широким горлом на 2/3 об'єму налити досліджувану воду попередньо нагріту до 20°C, закрити ємність корком і декілька разів перемішати круговими рухами. Відкрити колбу і визначити характер та інтенсивність запаху, використовуючи дані таблиць 1 і 2, занести їх до таблиці результатів досліджень. Бажано, щоб у кімнату, де відбувається дослід не надходили сторонні запахи, а дослідник не палив і не приймав гострі страви перед дослідженням.

За характером запаху поділяють на 2 групи: 1) **запахи природного походження** (від померлих в воді організмів і тих, які живуть в водоймах, від впливу берегів, дна, оточуючих ґрунтів, цямриння колодізів тощо); 2) **запахи штучного походження** (від промислових стічних вод, від обробки води реагентами тощо). Для визначення запахів природного походження використовують класифікацію наведену у таблиці 1, а для визначення характеру запахів штучного походження використовують назви відповідних речовин (фенольний, бензиновий, камфорний, хлорний тощо). **Інтенсивність запаху води, яка подається водопроводом, не повинна перевищувати 2 балів.**

Таблиця 1

Термінологія опису характеру запаху природного походження зразків води

Символ	Характер запаху	Приблизний рід запаху
А	Ароматичний	Огірковий, квітковий
Б	Болотний	мулистий, багnistий
В	Гнильний	Фекальний, стічний
Г	Древесний	Запах вологої щепки, деревної кори
Д	Землистий	Прілий, глинистий, свіжозрізаної землі

Е	Плісневий	Затхлий, застійний, аптечний
Є	Рибний	Риб'ячого жиру, риби
Ж	Сірководневий	Тухлих яєць
З	Трав'яний	Запах сіна, скошеної трави
Й	Невизначений	Не відповідає усім попереднім асоціативним визначенням

Таблиця 2

Шкала оцінювання інтенсивності запаху води

Бал	Інтенсивність	Ступінь прояву запаху
0	Не відчутний	Відсутність відчутного запаху
1	Дуже слабкий	Запах не відчуває споживач, проте виявляє спеціаліст лабораторії
2	Слабкий	Запах відразу не відчувається, але його можна виявити якщо звернути увагу на нього
3	Помітний	Запах легко виявляється і дає привід відноситися до води несхвальне
4	Чіткий	Запах привертає увагу, викликає відсутність бажання долати спрагу і примушує відмовитися від споживання води
5	Дуже сильний	Запах настільки сильний, що робить воду зовсім непридатною для пиття

7. Визначити смак і присмак води.

Смакові якості визначаємо тільки для води безпечної в санітарному відношенні! Смак і присмак води, яку до подачі її споживачу піддають хлоруванню, визначають через 30 хвилин після введення хлору. **Інтенсивність смаку та присмаку води, яка подається водопроводом, не повинна перевищувати 2 балів.**

Налити воду в стакани, набрати її в рот невеликими порціями, не ковтати, затримати 3-5 секунд. Визначити смак і присмак за п'ятибальною шкалою оцінки (табл. 3). Розрізняють чотири види смаку: солоний, гіркий, солодкий і кислий. Інші смакові відчуття називають присмаками (хлорний, рибний, металевий тощо).

Таблиця 3

Шкала оцінювання інтенсивності смаку та присмаку

Бал	Інтенсивність	Ступінь прояву смаку та присмаку
0	Не відчуваються	Відсутність відчутного смаку чи присмаку
1	Дуже слабкі	Смак чи присмак не відчуває споживач, проте виявляє спеціаліст лабораторії
2	Слабкі	Смак чи присмак помічаються споживачем, якщо звернути на них увагу
3	Помітні	Смак чи присмак легко виявляється і викликає неприємний відгук про воду
4	Чіткі	Смак і присмак звертають на себе увагу і змушують утриматися від пиття
5	Дуже сильні	Смак і присмак настільки сильні, що роблять воду непридатною для споживання

Частина II. Дослідження рН води та кислотності опадів.

8. Визначити значення рН води.

рН, водневий показник – 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 4. Зниження рН сприяє підвищенню

розчинності карбонатів, сульфідів, фосфатів, важких металів, збільшенню їх міграції та доступності для засвоєння живими організмами.

Таблиця 4

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

Налити у пробірку 5мл досліджуваної води. Визначити за допомогою індикаторного папірця рН, порівнюючи його забарвлення зі шкалою. Для найбільш точного визначення рН зразка можна застосувати рН-метр з використанням шкали Алямовського.

9. Визначити кислотність опадів.

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**. 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 призведе 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 тощо.

Кислотні дощі утворюється переважно в результаті реакції між водою і такими забруднюючими речовинами, як діоксид сульфуру (SO₂) і різні оксиди нітрогену (NO_x), сполучень хлору з метаном. 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 наперер глобального значення.**

Зібрати опади (дощові води, сніг) в різних місцях своєї місцевості в широкі посудини. Визначити рН середовища за допомогою лакмусового папірця. Для цього здійснити випаровування 600 мл води у випарювальних чашках на водяні бані, постійно підливаючи нові порції рідини. Після випарювання в чашку додати по краплині дистильовану воду і добре розтерти осад скляною паличкою, а потім злити все у пробірку. Об'єм рідини у пробірці повинен складати 6 мл. Визначити рН за допомогою лакмусового папірця, застосовуючи наступна градація: 3 – сильно кислі, 4-5 – кислі, 5-6 – слабо кислі, 6-7 – нейтральні, 7-8 – слабо лужні, 8-9 – лужні, 9-10 – сильно лужні. Крім того, можна визначити рН середовища за допомогою рН-індикаторів. Для цього налити 5–10 мл аналізованої води у пробірки і провести індикацію за стандартним алгоритмом.

10. Внести результати досліджень у таблиці 5 і 6. Проаналізувати отримані дані та зробити висновки.

Таблиця 5

Результати оцінки органолептичних показників якості води

№ зразка води	Параметри досліджуваних якостей води							
	Температура, °С	Колір	Кольоровість	Прозорість, висота стовпчика, см	Мутність, якісна/кількісна оцінка, мг/л	Смак, присмак, бали	Запах, символ, бали	Висновок щодо якості зразка
1 норм.	8-17°С	безколірна	20 ⁰	20см	прозора / 1,5мг/л	2 бали	2 бали	вода чиста, безпечна
2								
3								

Таблиця 6

Результати визначення рН води та дослідження кислотності опадів

Досліджувані параметри	Отримані результати за зразками			Висновки оцінки показників
	1	2	3	
рН води				
рН опадів				

11. Розв'язати тестові питання:

11.1. Лід легший за воду в рідкому стані тому, що:

- А. Щільність у твердому стані менша за рідкий;
- Б. Щільність у твердому стані більша за рідкий;
- В. Розширюється при замерзанні.

11.2. Людина відчуває спрагу при втраті води організмом в обсязі:

- А. 20%;
- Б. 10%;
- В. 1%.

11.3. Які з перелічених показників якості води належать до органолептичних?

- А. Розчинний кисень, водневий показник, мінеральний склад;
- Б. Температура, запах, смак, колір, прозорість;
- В. Сапробність, видове біорізноманіття, колі-титр, колі-індекс.

11.4. Інтенсивність запаху, смаку та присмаку води, яка подається водопроводом,

не повинна перевищувати ...:

- А. 5 балів; Б. 2 балів; В. 3 балів.
- 11.5. Водний розчин зі значенням рН 5 називають:
А. Лужним; Б. Нейтральним; В. Кислим.
- 11.6. Аварії нафтових танкерів, що супроводжуються розливом продуктів транспортування, спричиняють забруднення води:
А. Гідробіологічне; Б. Фізичне; В. Хімічне.
- 11.7. Кислотними називають опади з рН:
А. рН < 6; Б. рН > 6; В. рН = 7
- 11.8. Забруднення, яке спричинено скиданням комунально-побутових вод називають:
А. Біогеоценотичним; Б. Параметричним; В. Інгредієнтним.
- 11.9. Забруднення Світового океану є причиною такої глобальної екологічної проблеми, як:
А. Парниковий ефект; Б. Зміни клімату; В. Проблема озонового шару.
- 11.10. Кислоті дощі утворюються в результаті реакцій між водою і такими речовинами, як:
А. Діоксид сульфуру; Б. Діоксид нітрогену; В. Монооксид заліза.
12. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Яке значення має вода на Землі? Які властивості характеризують цю речовину?
2. Які функції виконує вода в екосистемах?
3. Що таке забруднення води?
4. Які Ви знаєте показники якості води?
5. Які показники якості води називають органолептичними? В чому сутність кожного з них?
6. Які шкали використовують для характеристики мутності, запаху, інтенсивності смаку й присмаку води?
7. Від чого залежать колір, мутність та прозорість води? Як їх можна визначити?
8. Що таке водневий показник? Як його визначають?
9. Що таке кислотні дощі? Які причини, механізми їх виникнення та наслідки для екосистем?
10. Чому при підкисленні води спостерігається отруєння водних організмів важкими металами?

ТЕМА: НАДЗВИЧАЙНІ ЕКОЛОГІЧНІ СИТУАЦІЇ (НЕС) – РЕЗУЛЬТУЮЧИЙ ЕФЕКТ ТЕХНОГЕНЕЗУ. ОЦІНКА ЯКОСТІ БДЖОЛИНОГО МЕДУ.

Мета: поглиблення знань про техногенез, 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; розвиток дослідницької й екологічної компетентностей здобувачів освіти.

План

1. Розглянути поняття «надзвичайна екологічна ситуація».
2. Вивчити основні положення теорії НЕС.
3. Вивчити критерії типології НЕС.
4. Визначити закономірності та перспективні проблеми вивчення НЕС.
5. З'ясувати можливості використання бджіл у біоіндикаційних дослідженнях стану навколишнього природного середовища та оцінити якість меду.
6. Проаналізувати сучасну екологічну ситуацію міста Кривий Ріг з позицій теорії НЕС.
7. Розв'язати надані завдання.

Література

1. Воробець М.М., Сачко А.В., Кобаса І.М. Ідентифікація та методи виявлення фальсифікації: навчальний посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, 2017. С. 19-39.
2. 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.
3. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. Київ: Знання, 2002. 550с.
4. Малахов І.М. Техногенез у геологічному середовищі. Кривий Ріг: Оксан-Принт, 2003. 252с.
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. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник. Москва: Просвещение, 1992. 312с.
8. Шанда В.І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології: Монографія. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2013. 247с.
9. Шанда В.І., Маленко Я.В. Результирующие эффекты техногенеза - чрезвычайные экологические ситуации. Рук. деп. Укр. ДНТБ, 01.12.1995, №2542. Ук. 95. 18с.

Матеріали та обладнання: штатив з пробірками, вода дистильована, паперові серветки, розчин йоду, ацетатна кислота, етанол, піпетка, мікроскоп, зразки меду, зошит, ручка.

Теоретичні відомості

Результуючим ефектом техногенезу часто є надзвичайні екологічні ситуації. 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 [8, 9]. 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». 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) заповідання 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 Кабміну 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.

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

Залежно від ролі різних факторів критеріями класифікації НЕС можуть бути:

1. **Походження:** природні, природно-антропні, антропно-природні, антропні.

2. **Характер походження:** природний характер, соціальний характер, техногенний характер, воєнний характер.
3. **Масштаб:** об'єктні, 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.

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, ожеледиця, засуха, циклони, шквали, смерчі, торнадо, пилові бурі, тумани, сильні морози);
- **гідрологічні небезпечні явища** (повені, наводки, 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. 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.

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, їх 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 прогножуються;
- 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. 1). Ці заходи можна поділити на два типи: заходи, спрямовані на попередження й уникнення дії на об'єкти небезпечних впливів; заходи, спрямовані на мінімізацію (послаблення дії) небезпечних впливів на об'єкти.

Основні функції щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям 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.

Таблиця 1

Заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та їх подолання

Організаційні заходи		Інженерно-технічні заходи	Технологічні заходи
Планувальні	Оперативні		
Заходи, спрямовані на попередження й уникнення дії на об'єкти небезпечних впливів			
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
Заходи, спрямовані на мінімізацію (послаблення дії) небезпечних впливів на об'єкти			
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

Бджола медоносна (*Apis mellifera* L.) (від лат. «*apis*» – бджола, «*melli*» – мед, «*fera*» – нести) – вид медоносних бджіл, що належить до роду Бджола (*Apis*), родини Бджолині (*Apidae*), ряду Перетинчастокрилі (*Hymenoptera*), класу Комахи (*Insecta*). Наукову назву виду в 1758 році створив шведський натураліст Карл Лінней, який, зрозумівши, що, насправді, бджоли несуть не мед, а нектар, пізніше в наступній публікації спробував виправити її на *Apis mellifica*, тобто бджола, що робить мед. Утім, згідно з правилами синонімії в зоологічній номенклатурі, перевагу слід надавати старшій назві. Тому некоректна назва так і залишилася в обігу в науковій літературі. Виділяють різні породи (або раси) медоносних бджіл, що розрізняються за місцем виведення. В Україні зустрічаються породи:



українська степова - Apis mellifera sossimai,
карпатська - Apis mellifera carpatica,
країнська - Apis mellifera carnica,
європейська темна - Apis mellifera mellifera,
жовта кавказька - Apis mellifera remipes,
італійська - Apis mellifera ligustica,
сіра гірська кавказька - Apis mellifera caucasica.

Бджола – це свого роду біологічний індикатор чистоти, вона не збирає нектар з дуже забруднених рослин. Але можливі випадки фальсифікації меду.

Мед – це густа солодка маса, продукт переробки бджолами нектару квіткової рослини або паді. Збираючи нектар і пилок, бджола запилює рослини. В обніжжі, яке бджола приносить до вулика за один раз (16-25 мг, знаходиться 3-4 млн пилинок. Мед може бути квітковим, або падевим (з паді, яку виділяють попелиці, тля та інші шкідники, що смокчать рослинний сік). В Україні відомо понад 20 квіткових сортів меду: гречаний, липовий, соняшниковий, білоакацієвий, ріпаковий, вересовий, буркуновий, конюшиновий, люцерновий, волошковий, бодяговий, резедовий, еспарцетовий, шавлієвий, мед з плодів дерев та ін. Проте, в більшості випадків бджоли виробляють змішаний (поліфлорний) мед. Сорти меду відрізняються смаком, ароматом, хімічним складом та лікувальними властивостями. Колір меду залежить від природи сировини, часу і місця збору рослин і може змінюватися від прозорого до темно-бурого. За кольором виділяють 5 груп меду: безколірний (білий, прозорий) - акацієвий, буркуновий, конюшинний, бобовниковий, малиновий; світло-янтарний (світло-жовтий) - липовий, люцерновий, еспарцетний, степовий, польовий; янтарний (жовтий) - луговий, гірчичний, соняшниковий, гарбузовий, огірковий; темно-янтарний (темно-жовтий) - гречаний, вересовий, каштановий, тютюновий, лісний; темний (с різними відтінками) - деякі падеві меди, цитрусовий, вишневий (майже чорний) та ін. Деякі види меду можуть бути віднесені не до одної, а до двох - трьох груп. Наприклад, колір соняшникового меду може бути від світло-жовтого до жовтого, цитрусового - від світлого до темно-коричневого.

Бджолиний, або натуральний мед здавна відомий як цінний харчовий і лікувально-профілактичний продукт. У ньому сконцентровані легкозасвоювані цукри, містяться всі зольні елементи відповідно до наявності їх у ґрунтах, ферменти, ароматичні й азотисті сполуки, біологічно активні та ін. компоненти. Він містить вітаміни групи В (В₁, В₂, В₆, В₉), С, Е, РР, Н (біотин), різні мінеральні речовини, фосфор, сірку, хлор, калій, магній, залізо, цинк, натрій, глюкозу, білок, фруктозу. Основною складовою всіх сортів є швидкі вуглеводи (75-80%): 31% глюкоза (виноградний цукор); 38% фруктоза (фруктовий цукор); 1% сахароза; 9% інші цукри (мальтоза, меліцитоза тощо). Ефективність дієтичної і лікувальної дії меду залежить від його якості. В квітковому меді 13–20% води, 45-80% вуглеводів, амінокислоти (пантотенова, глютамінова, аспарагінова кислоти, аргінін, лейцин, лізин, аланін, тирозин, треонін, метіонін, триптофан, фенілаланін, пролін), органічні та неорганічні кислоти, ферменти (діастаза, каталаза, фосфатаза, амілаза), мінеральні (солі кальцію, заліза, сірки, натрію, магнію, йоду, хлору, фосфору, а також бор, свинець, олово,

алюміній, хром, марганець, кремній, літій, нікель, мідь, цинк, осмій та інші) й ароматичні речовини.

Хід роботи

1. Опрацювати надані теоретичні відомості.
2. Визначити наявність механічних домішок у складі меду.
Налити у пробірку 2 мл. меду. Долити 5 мл. дистильованої води. Спостерігати як мед розчиняється, а домішки (віск, не розкладені кристалики цукру, крильця, ніжки бджіл) осідають на дно чи спливають на поверхню. Розглянути домішки та описати їх.
3. Визначити наявність домішок цукрового піску (сиропу) в складі меду.
Налити у пробірку 2 мл. меду і додати 5 мл. теплої дистильованої води (не окропу). Якісний мед розчиниться повністю. В разі наявності цукрового піску утвориться незначний, але помітний осад. Перевірити наявність цукру можна й таким чином. Взяти паперову серветку та нанести на неї краплю меду. У разі появи навколо краплі вологого сліду можна констатувати, що в мед додавали цукровий пісок. За допомогою додавання цукрового піску намагаються замаскувати неякісний, незрілий мед, в якому ще наявна волога, внаслідок занадто раннього відкачування.
4. Визначити присутність домішок борошна або крохмалю у складі меду.
Налити у пробірку 2 мл. меду і додати 5 мл. дистильованої води. До розчину меду додати декілька крапель розчину йоду. Спостерігати за кольором розчину у пробірці. За наявності домішок борошна чи крохмалю, що додаються для консистенції, розчин змінює забарвлення і набуває синього кольору.
5. Визначити наявність домішок крейди для покращення консистенції.
Налити у пробірку 2 мл. меду і додати 5 мл. дистильованої води. До водного розчину меду додати кілька крапель ацетатної кислоти або оцту. За присутності крейди розчин меду починає пінитися (виділяється CO_2).
6. Визначити присутність домішок крохмальної патоки.
До водного розчину меду (1:2 або 1:3) додати 96%-й етанол. За наявності патоки розчин набуває молочно-білого кольору, а після відстоювання на дні пробірки залишається напіврідка маса декстрину. За відсутності патоки розчин стає прозорим, а на межі мед-спирт утворюється невелика каламуть, яка при збовтуванні зникає.
7. Розглянути за допомогою електронного мікроскопу мікропрепарати різних сортів меду.
Один грам натурального меду має від кількох сотень до кількох тисяч зерен пилку, а фальсифікований мед не містить пилку рослин або містить його в дуже незначній кількості. Схематичний вигляд зерен пилку під мікроскопом зображений на рисунку 1.

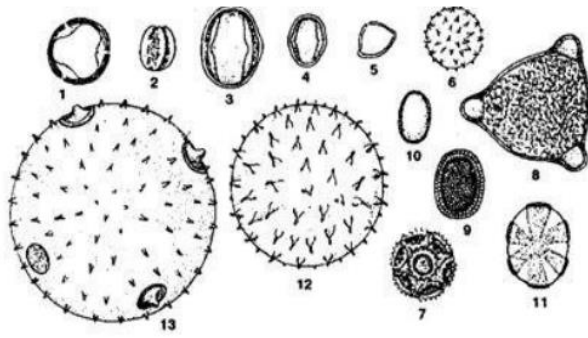


Рис.1. Зерна пилку під мікроскопом:
 1 – липа; 2 – фацелія; 3 – конюшина червона;
 4 – конюшина біла; 5 – акація; 6 – соняшник;
 7 – кульбаба; 8 – зніт; 9 – гірчиця, 10 –
 суріпка; 11 – шавлія; 12 – бавовник,
 13 – гарбуз [1].

8. Зафіксувати отримані результати в таблиці 2 та оцінити якість досліджуваних зразків меду.

Таблиця 2

Оцінка якості бджолиного меду

№ зразка	Колір зразка меду	Наявність домішок					Якість меду
		механічні домішки	цукровий пісок	крохмаль	крейда	крохмальна патока	
1							
2							
3							

9. 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.

10. Розв'язати тестові завдання:

10.1. 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.

10.2. 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;

10.3. Цільовою установкою суспільства гуманістичного етапу розвитку технологій є:

- А. Панування над природою;
- Б. Коеволюція людського суспільства та природи;
- В. Перетворення природи.

10.4. Сучасну глобальну екологічну кризу називають також кризою _____ :

- А. Продуцентів;
- Б. Консументів;
- В. Редуцентів.

- 10.5. 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.
- 10.6. За походженням надзвичайні екологічні ситуації поділяються на:
- А. Абіотичні, біотичні, біогенні, антропогенні, техногенні;
 - Б. Природні, природно-антропні, антропо-природні; антропні;
 - В. Природні, соціальні, техногенні, військові.
- 10.7. До технологічних заходів запобігання НЕС або подолання їх наслідків належать:
- А. Відмова від використання надто небезпечних технологій, речовин, апаратів;
 - Б. Будівництво інженерних захисних споруд;
 - В. Розміщення об'єктів на ділянках, розташування яких мінімізує ризик руйнування середовища.
- 10.8. Липовий мед має колір:
- А. Темно-жовтий;
 - Б. Світло жовтий
 - В. Білий або чорний.
- 10.9. Натуральний мед, на відміну від фальсифікованого, містить:
- А. Крохмальну патоку;
 - Б. Пилок рослин;
 - В. цукровий пісок.
- 10.10. Екологічна криза – це:
- А. Оборотне явище;
 - Б. Необоротне явище;
 - В. Катострофічне явище.
11. Узагальнити матеріал теми та сформулювати висновки.

Питання самоконтролю:

1. Що таке техногенез, техносфера? Які характеристики властиві сучасному етапу розвитку технологій?
2. Що таке надзвичайна екологічна ситуація? Які основні ознаки її характеризують?
3. Які головні положення покладені в основу теорії існування НЕС?
4. Які критерії використовують для класифікації НЕС?
5. Які основні закономірності описують теорію розвитку НЕС?
6. Які причини можна вважати провідними у виникненні НЕС в Україні?
7. Перелічити основні класи і типи заходів запобігання НЕС.
8. Які методи досліджень можна і доцільно використовувати для попередження розвитку НЕС?
9. Які показники використовують для оцінки якості меду?
10. Чи можна вважати мед високої якості опосередкованим показником екологічно безпечного стану навколишнього природного середовища?

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ.

Мета: поглиблення знань про вплив екологічних чинників довкілля на якість життя населення; формування вмінь і навичок проведення оцінки екологічного стану певних територій, окреслення шляхів покращення екологічних умов середовища існування; розвиток екологічного мислення, екологічної та дослідницької компетентності здобувачів.

План

1. Розглянути особливості розташування навчального закладу.
2. Закріпити вміння та навички ідентифікації й опису походження та характеру впливу факторів на об'єкти дослідження.
3. З'ясувати специфіку впливу автошляхів на середовище на основі елементарних методик вивчення інтенсивності руху автотранспорту та визначення обсягів забруднення атмосферного повітря.
4. Визначити рівень шумового навантаження на території навчального закладу.
5. Встановити відповідність зеленої захисної зони території закладу нормативам санітарно-гігієнічних вимог.
6. Сформулювати висновки про стан території навчального закладу та запропонувати шляхи його покращення.

Література

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології: Навчальний посібник. Київ: Либідь, 1997. С. 137.
2. Державні будівельні норми України «Будинки і споруди. Заклади освіти. ДБН В.2.2-3:2018. Зміна №1». Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 19 с.
3. Криворізький державний педагогічний університет. Історія університету. URL: <https://kdpu.edu.ua/pro-nas/istoriia-universytetu.html> (дата звернення: 11.03.2023).
4. Криворізький державний педагогічний університет. Вступний інструктаж з охорони праці та безпеки життєдіяльності для здобувачів вищої освіти КДПУ. URL: <https://kdpu.edu.ua/sotsialno-hromadska-diialnist/okhorona-pratsi-ta-okhorona-zdorovia.html> (дата звернення: 11.03.2023).
5. Криворізький державний педагогічний університет. URL: https://kdpu.edu.ua/images/news/art_object/1_gorodskoj.jpg (дата звернення: 11.03.2023).
6. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: Навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ: ТОВ «ДСК-Центр». 2016, С. 99-104.
7. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови.: наказ МОЗ України від 22.02.2019 №463. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> (дата звернення: 11.03.2023).
8. Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text> (дата звернення: 11.03.2023).
9. Google Карти. <https://www.google.com/maps/place/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9+%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9+%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82/@47.9073494,33.4075897,15.81z/data=!4m6!3m5!1s0x40db20bcd8b1c511:0xedadbc8f85a78081!8m2!3d47.9074846!4d33.4116511!16s%2Fm%2F01295f9f> (дата звернення: 11.03.2023).

Матеріали та обладнання: зошит, ручка, калькулятор, метрова рулетка, визначник вищих рослин, шумомір або мобільний додаток «Шумомір».

Хід роботи

1. Визначити розташування навчального закладу в межах адміністративного району міста. Навести стислу загальну характеристику цього району. Ознайомитися з загальними відомостями та історією університету, стисло занотувати інформацію.

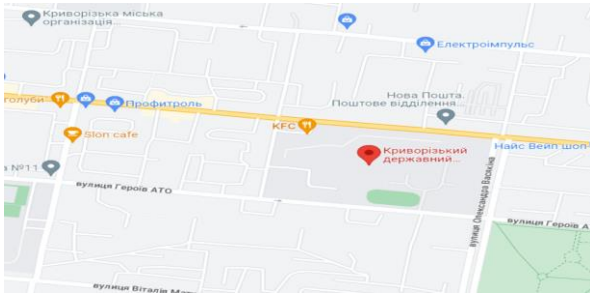


Рис.1. Розташування Криворізького державного педагогічного університету [3, 9].

2. Встановити відстань головного корпусу університету від промислових підприємств, підприємств побутового обслуговування (торгівельних центрів, супермаркетів, магазинів тощо) житлової забудови, автостради інше. Отримані дані занести у таблицю 1.

Таблиця 1

Специфіка розташування навчального закладу відносно інших об'єктів міської інфраструктури

Назва об'єктів	Санітарно-гігієнічні норми, м	Відстань від об'єктів, м
Промислові підприємства	150	
Житлові будинки	від межі ділянок закладу 10-50	
Автошляхи	25 (оптимальна 100)	
Автомобільні стоянки (від 50 до 100 машин)	25 (краще 50)	
Смітники	не менш ніж 25 від вікон та входу на бетонованому чи асфальтному майданчику під навісом	
Супермаркети, магазини		
Тощо		

3. Визначити яким чином впливають розташовані біля навчального закладу об'єкти на стан території університету. Узагальнені результати записати в таблицю 2.

Таблиця 2

Вплив об'єктів на стан території навчального закладу

Об'єкт	Вплив об'єктів на середовище та його компоненти	Наслідки впливу (характер забруднення)
Житлові будинки та споруди побутового призначення	зміни рельєфу, ущільнення ґрунтів, зміни рівня ґрунтових вод, температурного режиму та вологості повітря, накопичення сміття	механічне, теплове, акустичне, оптичне,
Теплова мережа	зміни рельєфу, вплив на ґрунтові води, субстрати	теплове, фізичне
Автомобільний транспорт	забруднення атмосфери, ґрунтів, субстратів, вібрація, акустичне забруднення	механічне, хімічне, фізико-хімічне, теплове, хвильове, шумове
Тощо		

4. Провести підрахунок середньої кількості автотранспортних засобів, які рухаються поблизу навчального закладу (одиниць на годину). Підрахунок кількості автотранспортних засобів проводити у 3-кратній повторюваності протягом 20 хвилин. Оцінити сумарний ступінь завантаження вулиць автотранспортом, враховуючи що **низька інтенсивність руху** становить 2,7-3,6 тис. автомобілів за добу, **середня** – 8-17 тис. одиниць, а **висока** – 18-27 тисяч автомобілів за добу. Отримані дані зафіксувати в таблиці 3.

Таблиця 3

Інтенсивність руху автотранспорту біля території навчального закладу

Тип автомобіля	Коефіцієнт токсичності за викидами СО	Число одиниць на годину	Число одиниць на добу
Важкий автомобіль (більше 3000кг) (дизельний)	0,2		
Середній вантажний (до 3000кг)	2,9		
Легкий вантажний (мікроавтобус)	2,3		
Автобус	3,7		
Легковий	1,0		

5. Розрахувати орієнтовний об'єм палива, що було витрачено за період дослідження руху автомобілів і обсяг шкідливих речовин, який надійшов до атмосфери. Враховувати, що на 100 км автомобіль витрачає в місті в середньому 10 л пального, а середня швидкість автотранспорту становить приблизно 40 км/год. Довжину дослідної ділянки прийняти як 1 км (1 000м). Об'єм палива визначити за формулою: $Q = L \cdot Y$ (л) (де L – спільний шлях, пройдений встановленим числом автомобілів кожного типу (км), Y – питома витрата палива (л на 1 км)). Для розрахунку орієнтовного обсягу шкідливих речовин використовувати дані таблиці 4. Отримані результати записати у таблиці 5.

Таблиця 4

Значення емпіричних коефіцієнтів кожного виду пального

Вид палива	Значення коефіцієнта (К)		
	Карбон (II) оксид	Вуглеводні	Нітроген (IV) оксид
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельне паливо	0,1	0,03	0,04

Таблиця 5

Рівень забруднення атмосфери біля навчального закладу

Якісний склад транспорту	Середня кількість одиниць транспорту	Об'єм витраченого палива, л	Обсяг шкідливих речовин, які потрапили в атмосферу			Рівень забруднення*
			Карбон (II) оксид (CO)	Вуглеводні	Нітроген (IV) оксид (NO ₂)	
Важкий автомобіль						
Середній вантажний						
Легкий вантажний						
Автобус						
Легковий						

Примітка. * - рівень забруднення оцінювати за 3-х бальною шкалою: низький, середній, високий.

6. Розглянути та проаналізувати вплив викидів деяких шкідливих речовин автотранспорту на стан здоров'я людини (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив викидів деяких шкідливих речовин автотранспорту на стан здоров'я людини

Речовини	Характеристика дії	Вплив на організм людини
Оксид вуглецю (карбону) (CO)	Оксид вуглецю (чадний газ) це результат неповного згоряння палива, який міститься у вихлопних газах. Чадний газ - отруйна речовина, що не має кольору і запаху	Вступаючи в реакцію із гемоглобіном крові, оксид вуглецю утворює стійке з'єднання — карбоксигемоглобін, яке утруднює процес газообміну в клітинах, що призводить до кисневого голодування (спорідненість гемоглобіну з оксидом вуглецю приблизно у 210 разів вище його спорідненості з киснем). Тому прямий вплив чадного газу полягає в зменшенні здатності крові переносити кисень. На щастя, цей процес оборотний: кров починає очищатися наполовину кожні 3-4 години після припинення вдихання. Оксид вуглецю легше за повітря, тому швидко випаровується у відкритих зонах, але він особливо небезпечний при прямому вдиханні з вихлопної труби або у погано провітрюваних місцях. Здатний спричиняти ураження центральної нервової системи, порушення жирового, вуглеводного, фосфоліпідного обміну, вітамінного балансу, напади стенокардії, інфаркт міокарду
Діоксид вуглецю (карбону) (CO ₂) (вуглекислий газ)	Тривка хімічна сполука, безбарвна, без смаку і запаху. Є кінцевим продуктом окиснення вуглецю, не горить, не підтримує горіння і дихання. Має парникові властивості, тобто сприяє утриманню тепла на поверхні Землі і робить основний внесок у глобальне потепління. Неотруйний при нормальних концентраціях і токсичний при вмісті в повітрі 3-4%	Спричиняє головні болі, напади запаморочення, погіршення пам'яті і здатності до концентрації уваги, труднощі зі сном, шум у вухах, двоїння, світлобоязнь, втрату рухливості очей, дефекти поля зору, збільшення «сліпих плям», недостатню адаптацію до темряви і змін особистості. Збільшення викидів CO ₂ підвищило кислотність океанів на 30%, що зачіпає широкий спектр організмів
Оксиди азоту (нітрогену) (NO _x)	Група дуже реактивних газів, які утворюються в результаті діяльності автомобільного транспорту. Кількість оксидів азоту збільшується в міру того як росте температура двигуна. Викиди NO _x у процесі горіння в основному викидаються у вигляді оксиду азоту (NO), який може окислюватися до діоксиду азоту (NO ₂), що є потужним забруднювачем повітря. Леткі оксиди азоту, що проникають в	Подразнення слизових оболонок людини, провокування астми, респіраторних захворювань, алергічних реакцій. Діоксид азоту впливає переважно на дихальні шляхи і легені, а також змінює склад крові, зокрема зменшує вміст у крові гемоглобіну. Вплив діоксиду азоту на організм людини знижує його опірність до захворювань, призводить до кисневого голодування тканин, особливо у дітей, підсилює дію канцерогенних речовин, сприяючи виникненню злоякісних новоутворень

	атмосферу, становлять серйозну небезпеку для екологічної ситуації. Вони здатні спричиняти кислотні дощі і самі по собі є отруйними	
Діоксид сірки (сульфуру) (SO ₂), сірчистий ангідрид, сірчистий газ	Діоксид сірки отруйний. За звичайних умов представляє собою безбарвний газ з різким задушливим запахом. Проявляє доволі сильні відновні властивості. Він важчий за повітря більш ніж удвічі. При охолодженні до -10 °С діоксид сірки скраплюється в безбарвну прозору рідину, а під тиском 2,5 атм. скраплюється при звичайній температурі, тому його можна зберігати і транспортувати в сталевих балонах у рідкому стані. Випаровування рідкого SO ₂ супроводжується значним охолодженням (до -50 °С)	Подразнює верхні дихальні шляхи, оскільки легко розчиняється в слизі гортані та трахеї. Постійна дія сірчистого газу може викликати захворювання дихальної системи, що нагадує бронхіт. Сам по собі цей газ не завдає істотного збитку здоров'ю населення, але в атмосфері реагує з водяною паром з утворенням вторинного забрудника - сірчаної кислоти (H ₂ SO ₄). Краплі кислоти переносяться на значні відстані і, потрапляючи в легені, сильно їх руйнують. Найбільш небезпечна форма забруднення повітря спостерігається при реакції сірчистого ангідриду із зваженими частками, що супроводжується утворенням солей сірчаної кислоти, які при диханні проникають в легені і там осідають. Токсична дія може виявлятися вже в малих концентраціях (20-30 мг/м ³) і створює неприємний смак у роті, дратує слизові оболонки очей і дихальних шляхів. Знижує опірність до респіраторних захворювань. При впливі на організм подразнює верхні дихальні шляхи, викликаючи запалення слизових оболонок носоглотки, бронхів. Високі концентрації оксиду сірки в повітрі викликають у людини задишку, можуть призвести до втрати свідомості
Озон (O ₃)	Алотропна модифікація кисню (киснену), газ (за нормальних умов) блакитного кольору і наявним запахом свіжості, сильний окиснювач. Поглинає ультрафіолетове випромінювання з довжиною хвилі в інтервалі 200 - 300 нм	За підвищених концентрацій спостерігається загально токсичний, подразнюваний, канцерогенний і мутагенний вплив, що виявляється у подразненні слизової оболонки очей, хронічному запаленні легенів, розвитку легеневих пухлин, головному болю, швидкій втомлюваності. У природних концентраціях має позитивні проти-запальний, протигіпоксичний, протівірусний, бактерицидний, імуномодельючий (щодо гуморального імунітету) ефекти

7. Ознайомитися з допустимими рівнями звуку в приміщеннях житлових, громадських будинків і на території житлової забудови (табл. 7) та шкалою інтенсивності шуму, дБ (табл. 8). *Враховувати, що шум має акумулювативний ефект, тобто акустичні подразнення, накопичуючись в організмі, дедалі пригнічують діяльність нервової системи. Транспортний шум є одним з найбільш небезпечних параметричних забруднень навколишнього середовища. Шум може викликати роздратування і агресію, артеріальну гіпертензію (підвищення артеріального тиску), тиннітус*

(шум у вухах), втрату слуху. При надмірному рівні шум впливає на орган слуху, центральну нервову систему і серцево-судинну систему. За даними лабораторних досліджень, зміни в нервовій системі в 2/3 випадків починаються до того, як почнеться зниження слуху (кохлеарний неврит). Шум впливає на обмін речовин, пригнічує окислювальні процеси, сприяє розвитку гіпертонічної хвороби. Особливо негативний вплив на психіку людини має інфразвук й ультразвук. Виміряти рівень шуму на території навчального закладу та занести результати досліджень в таблицю 9.

Таблиця 7

Допустимі рівні звуку в приміщеннях житлових і громадських будинків та на території житлової забудови

Призначення приміщень та територій	Час доби	Рівні звуку L _A або L _A екв., дБА	Критерії шуму
Лекційні та класні приміщення, учбові кабінети, кімнати викладачів, конференц-зали, аудиторії	цілодобово	40	30
Бібліотеки	цілодобово	45	35
Адміністративні приміщення	цілодобово	45	35
Приміщення, обладнані персональними комп'ютерами та/або технікою для бізнесу	цілодобово	55	45
Території, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій, диспансерів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів, бібліотек, храмів, музеїв	день	55	45
	ніч	45	35
Майданчики відпочинку на території мікрорайонів і груп житлових будинків, котеджів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків - інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, майданчики дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів (незалежно від форм власності)	цілодобово	45	35

Таблиця 8

Шкала інтенсивності шуму, дБ

Рівні шуму	Інтенсивність шуму, дБ	Характеристика впливу на організм
Допустимі рівні шуму	10	Дихання людини
	20	Шелест листя рослин
	40-50	Малоінтенсивний вуличний автомобільний рух, розмова кількох осіб
	60-70	Автомобільний рух на трасах, друкарські бюро, шум на вокзалах, в межах торговельних центрів
Недопустимий рівень шуму	80-90	Товарний поїзд, вантажний автотранспорт (на відстані 30-50м), компресори, рев трибун на стадіонах та концертах
	100	Шум поїздів метро, дробильних машин і потужних пресів на виробництвах, автомобільні сирени, вуличний шум при інтенсивному русі транспорту
	110-120	Гучна музика в автомобілях, рев реактивних, постріли гармат, робота відбійних молотків на відстанях 25-30м. Значно шкодить слуху й здоров'ю при тривалому впливі

	130-150	Поява больового відчуття та можливий летальний вплив на людину
--	---------	--

Таблиця 9

Результати вимірювання рівня шуму на території навчального закладу

Рівень шуму	Аудиторія		Зони території закладу		
	під час заняття	на перерві	біля автошляху	на центральній алеї	позаду будівлі

8. Дослідити відповідність зеленої захисної зони території закладу нормативам санітарно-гігієнічних вимог. Виміряти рулеткою показники зеленої зони та занести отримані результати в таблицю 10. *Слід пам'ятати, що зелені насадження в міському середовищі поділяються на три види: загального користування (парки, ботанічні сади, сквери, бульвари); обмеженого користування (насадження територій громадських і житлових будинків, навчальних закладів, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств), спеціального призначення (насадження транспортних магістралей і вулиць санітарно-захисних зон підприємств тощо). Всі зелені насадження виконують найважливіші функції, а саме: екологічні; соціальні, містобудівельні, економічні, історико-культурні (табл.11) (додаток 8).*

Таблиця 10

Дотримання санітарно-гігієнічних нормативів при озелененні території закладу

Показник оцінки	Санітарно-гігієнічні норми (не менше, м)	Результати досліджень
Ширина захисної смуги з дерев і кущів: на межі території з боку автомагістралі	1,5 6,0	
Відстань від навчального закладу до дерев, м	10	
Відстань від навчального закладу до кущів, м	5	
Відстань між вузьколистими деревами, м	5-6	
Відстань між широколистими деревами, м	8-10	
Кількість дерев на 1 га (100 м · 100 м)	90-150	

Таблиця 11

Функції зелених насаджень в міському середовищі

Функції	Характеристика
Екологічні	Очищення повітря в містах від забруднень, пилу, послаблення шуму, забезпечення доступу кисню і поглинання вуглекислого газу, насичення повітря фітонцидами; Зменшення зливових стоків і навантаження на міські каналізаційні мережі; Регулювання міського мікроклімату, стабілізація температури і вологості повітря; Забезпечення місць існування населення, тварин, рослин, що є внеском у збереження біорізноманіття
Соціальні	Створення місць відпочинку для громадян; Забезпечення оптимальних місць для занять спортом і покращення здоров'я громадян;

	<p>Забезпечення умов для спілкування, в тому числі й для людей різних поколінь;</p> <p>Є оптимальним містом проведення різних можливих культурних подій;</p> <p>Є науковим простором для реалізації численних актуальних наукових досліджень;</p> <p>Представляють собою утворювальний ресурс, так як дають можливість проводити заняття на відкритому повітрі;</p> <p>Надання мешканцям міста відчуття зв'язку з природою всередині міського середовища</p>
Містобудівні	<p>Участь в формуванні архітектурно-планувальної структури міста, а також в формуванні основних елементів забудови;</p> <p>Виконання ролі важливих і необхідних елементів інженерної інфраструктури міста;</p> <p>Забезпечення зелених розривів у міському просторі, в тому числі й заповнення санітарно-захисні зон</p>
Економічні	<p>Збільшення вартості розміщених не далеко об'єктів нерухомості, як комерційних так і житлових;</p> <p>Збільшення податкових відрахувань які йдуть на загальні потреби;</p> <p>Сприяння притягненню інвестицій, а отже зменшенню безробіття;</p> <p>Сприяння створенню позитивного вигляду і привабливості міста;</p> <p>Формування туристичної привабливості міста і отримання прибутків</p>
Історико-культурні	<p>Створення відчуття культурної причетності до минувшини, відчуття індивідуальності кожного міста;</p> <p>Мають історико-культурним значення</p>

9. Узагальнити результати досліджень, сформулювати висновки щодо стану території навчального закладу та пропозиції до покращання наявної ситуації.

Питання самоперевірки:

1. Які особливості характеризують розташування в межах населеного пункту Вашого закладу освіти?
2. Які об'єкти розташовані в безпосередній близькості до головного корпусу КДПУ? Чи відповідає їхнє розташування чинним санітарно-гігієнічним нормам?
3. Яким чином розташовані біля навчального закладу об'єкти впливають на стан території університету?
4. Які рівні інтенсивності руху автотранспорту та забруднення повітря має територія об'єкту дослідження?
5. Яким чином рівень забруднення атмосферного повітря може впливати на організм людини?
6. Яким чином рівень шуму (акустичного забруднення) впливає на стан здоров'я?
7. Які методи і прилади використовують для вимірювання рівня шуму?
8. Які функції виконують зелені насадження в міському середовищі?
9. Чи відповідає озеленення території Вашого навчального закладу санітарно-гігієнічним нормативам?
10. Які зелені насадження Вашого міста є пам'ятками садово-паркового мистецтва? Чи відомі Вам історія їх створення, особливості, проблеми?

ТЕМА: 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; розвиток екологічної, загальнокультурної, інформаційної компетентностей здобувачів.

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. Димань Т.М. Екологія людини: підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2009. 376 с.
3. Качур І.В. Проблеми формування екологічної культури в освітньому середовищі. Наука. Релігія. Суспільство, 2011. №2. С. 209-213.
4. Крисаченко В.С. Екологічна культура: теорія і практика: Навчальний посібник. Київ: Заповіт, 1996. 352 с.
5. Леопольд О. Календарь песчаного графства / пер. с англ. И.Г. Гурова. Москва: Мир, 1980. 216 с.
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 Voerck, 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.

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 терміна «екологічний імператив» був відомий радянський математик, прогнозист, академік М.М. Моїсеєв, 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 [3, 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 [4]. 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 [3].

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. 1).

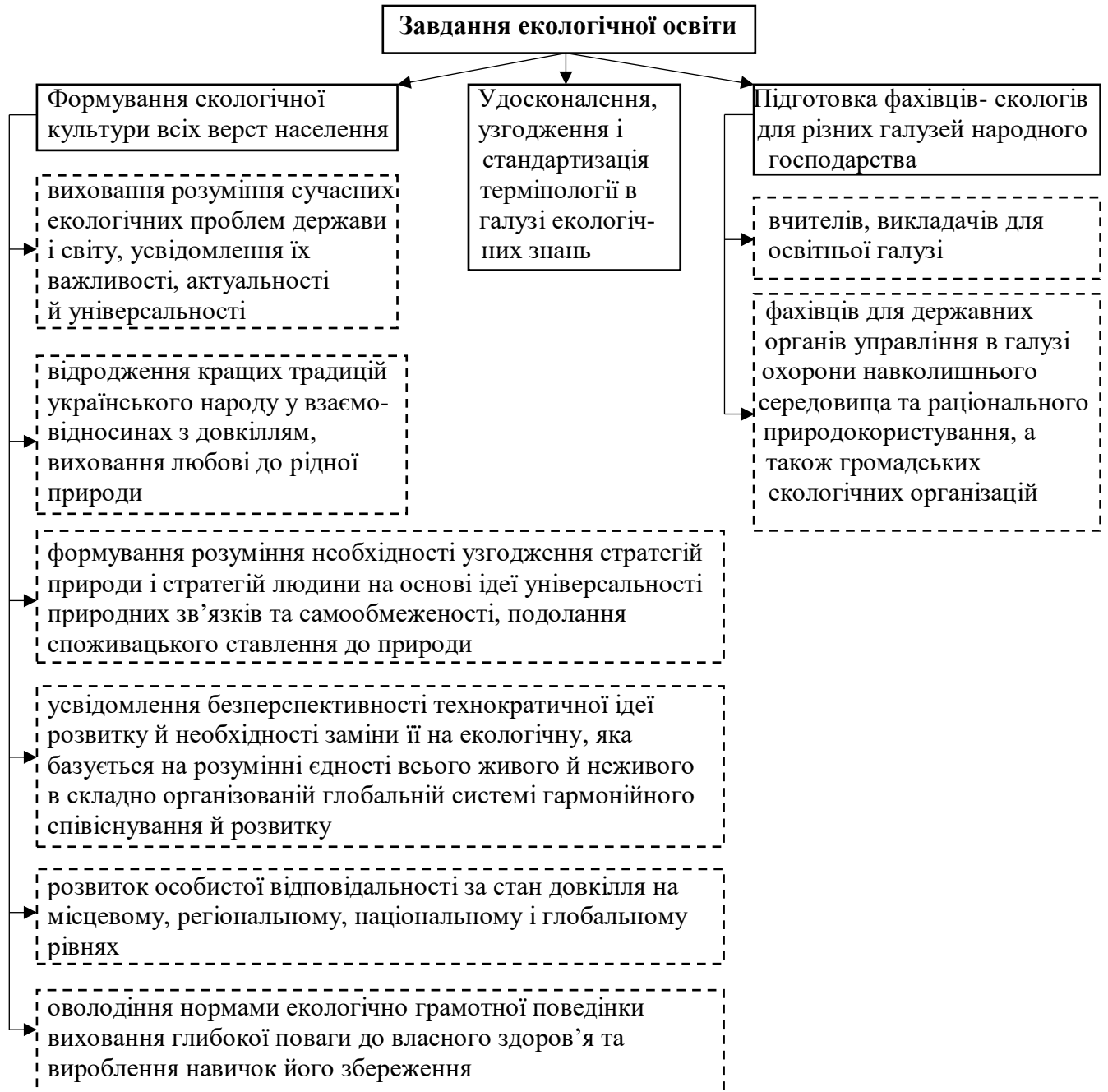


Рис. 1. Завдання екологічної освіти.

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. Вона передбачає неперервність і реалізується шляхом формальної, неформальної, інформальної освіти у різних складниках її структури (рис.2).

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 формальної освіти 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. 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 терміна «екологічний імператив» є :
- А. Олдо Леопольд;
- Б. Микита Моїсєєв;
- 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 природи та свідчать про певний рівень сформованості екологічної культури та свідомості. Оцінити ступінь їх дотримання Вами за 4 бальною шкалою: 4 – дотримуюсь завжди; 3 – переважно дотримуюсь; 2 – дотримуюсь іноді; 1 – не вдається дотримуватися.

Таблиця 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?
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?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Правила техніки безпеки під час роботи в лабораторії

Заняття в лабораторії проводяться під керівництвом викладача та лаборанта. Виконання науково-дослідницьких робіт здобувачів вищої освіти в лабораторії проводиться у присутності керівника чи лаборанта або у разі отримання персонального дозволу відповідальних осіб на роботу з певними приладами лабораторії. Перед початком кожної роботи студенти проходять усний інструктаж. Усі студенти повинні знати де в лабораторії знаходяться вогнегасники, протипожежні засоби, порядок евакуації з приміщення.

Здобувачі вищої освіти несуть відповідальність (дисциплінарну) за дотримання вимог з охорони праці, техніки безпеки, протипожежної безпеки!

Працювати в лабораторії студенти повинні на постійних робочих місцях, тільки у халатах із прибраним волоссям.

Під час виконання лабораторних робіт необхідно дотримуватися таких вимог:

1. Обережно поводитись з хімічними реактивами:
 - уникати потрапляння речовин на руки, не торкатися руками до обличчя та очей, після роботи ретельно мити руки;
 - не пробувати хімічні реактиви на смак;
 - нюхати хімічні реактиви дуже обережно, не нахиляючись над посудом та не вдихаючи на повні груди, а спрямовуючи до себе пари газу загальноприйнятним рухом руки;
 - не користуватися невідомими реактивами (без написів та етикеток);
 - категорично забороняється приносити невідомі речовини до лабораторії та брати додому лабораторні реактиви.
2. Реактиви для дослідів слід брати лише в тих кількостях, які зазначені в методичних рекомендаціях та озвучені викладачем. Сухі реактиви треба брати за допомогою штапелю, розчини – піпеткою. Для кожного реактиву необхідно мати окремий штапель чи піпетку. Забороняється набирати речовини в піпетки ротом, а слід використовувати для цієї мети гумові груші. Подрібнювати сухі луги можна тільки у захисних окулярах.
3. Надлишок реактиву не можна вилити і висипати назад у посуд, з якого вони взяті, а поміщати їх в посуд для зливу або спускати із струмом води в каналізацію (за дозволу лаборанта).
4. Дотримуватися обережності в роботі з розчинами кислот, лугів й інших їдких рідин. Готуючи розчини сірчаної кислоти, необхідно лити концентровану кислоту у воду, а не навпаки, оскільки, внаслідок сильного місцевого розігрівання, можливе розбризкування кислоти. Крім того, необхідно користуватися тонкостінною склянкою або фарфоровим посудом;
5. У разі попадання на шкіру або слизові оболонки небезпечних речовин треба: 1) промити уражене місце великою кількістю води; 2) якщо це кислота, то після промивання водою промити ще й розчином соди (гідрокарбонату натрію); 3) якщо

це луги, промивати водою до зникнення відчуття слизькості, а потім розчином оцтової кислоти!

6. Заборонено проводити досліди у брудному лабораторному посуді!
7. При нагріванні рідини, необхідно тримати пробірку отвором від себе і людей, що знаходяться поруч. Не можна нахилитися над посудом, в якому щось кипить чи в який наливається рідина, оскільки бризки можуть потрапити в очі.
8. Категорично забороняється нагрівати або охолоджувати будь-які розчини у герметично закритому посуді, а також закривати колби з гарячою рідиною.
9. Переносити посуд з гарячою рідиною треба виключно з використанням рушника, тримаючи посудину обома руками: однією – за дно, іншою – за горловину. Великі хімічні стакани з рідиною потрібно піднімати лише двома руками так, щоб відігнуті краї склянки опиралися на вказівні пальці.
10. Досліди з леткими речовинами (ацетон, етер, бензин та ін.), концентрованими лугами та кислотами проводити акуратно виключно під витяжною шафою. Забороняється зливати їх в каналізацію без попереднього розведення та повідомлення лаборанта.
11. Роботу з легкозаймистими рідинами вести під витяжною шафою та подалі від нагрівальних приладів. У разі загорання спирту, етеру та інших легкозаймистих рідин не гасити полум'я водою, а скористатися піском.
12. Обережно працювати зі скляним лабораторним посудом, що легко б'ється. Рештки побитого лабораторного скляного посуду слід ретельно змісти у спеціальний збірник. Сировину чи напівфабрикати, у які могли потрапити скляні уламки, необхідно викинути у спеціальний збірник.
13. У дослідах з використанням електроприладів необхідно переконатися в їх справності, правильності підключення до електромережі та контуру заземлення. Під час виконання робіт не можна переносити увімкнуті електроприлади та залишати їх без нагляду. У разі перерви в подачі електроенергії всі пристрої мають бути негайно вимкнуті!
14. Після закінчення роботи в лабораторії необхідно вимкнути всі електроприлади, якими користувалися, витягну шафу, воду, прибрати свої робочі місця та здати їх лаборантові або завідувачу лабораторії. Обов'язково ретельно вимити руки.
15. Про усі незрозумілі питання і випадки відхилення від нормального ходу лабораторного заняття, свідомого і несвідомого порушення встановлених вимог безпеки в лабораторії іншими здобувачами повідомляти, перед усім викладачеві, лаборанту або завідувачу лабораторії.
16. Студенти повинні вміти надавати першу долікарську допомогу потерпілому в разі нещасного випадку (табл. Д.1.).

Таблиця Д.1

Перша допомога у разі нещасних випадків у лабораторії

Подія	Перша допомога
Опіки	
Опік I ступеню (почервоніння)	Накласти вату, змочену етиловим спиртом. Повторити змочування
Опік II ступеню (пухир)	Те ж саме. Обробляти 5% -м розчином KMnO_4 або 5% -м розчином таніну

Опік III ступеню (руйнування тканин)	Покрити рану стерильною пов'язкою і викликати лікаря
Опіки кислотами, хлором	Промити опік великою кількістю води, потім 5%-ним розчином NaHCO_3
Опіки лугами	Промити рясно водою
Отруєння	
Попадання їдких речовин в рот й органи травлення	У випадку попадання кислоти – випити кашку з оксиду магнію; у випадку попадання лугу – випити розчин лимонної кислоти або дуже розбавленої оцтової кислоти
Отруєння твердими або рідкими речовинами	Викликати блювоту, випивши 1% -й розчин сульфату міді (II) CuSO_4
Отруєння газами	Потерпілого негайно вивести на свіже повітря
Порізи шкіри	Рану продезінфікувати розчином перманганату калію або спиртом, обробити з країв йодом і перев'язати бинтом або заклеїти лейкопластиром. У разі надмірної кровотечі накласти джгут
Потрапляння стороннього тіла в очі	Стороннє тіло видаляють струменем розчину борної кислоти або чистої води, спрямовуючи його від виска до носа, і якщо не вдається видалити – негайно звернутися до лікаря

Додаток 2

Правила роботи з мікроскопом

Робота з мікроскопом вимагає обов'язкового неухильного дотримання певних правил. Лише відповідальність і дисциплінованість у їх виконанні забезпечує збереження приладів, результативність досліджень, об'єктивність, точність та достовірність отриманих результатів.

1. Роботу з приладом виконують в сидячому положенні. Під час досліджень дотримуватися чистоти і порядку на робочому місці. Не допускати зайвих предметів (одяг, сумки, їжа тощо) на місці роботи.
2. Перед застосуванням мікроскопа треба здійснити візуальний огляд приладу. Якщо потрібно, можна протерти пил з усіх поверхонь/конструктивних елементів за допомогою м'якої серветки. Якщо, виникають питання звернутися до лаборанта чи викладача кафедри.
3. Доцільно сідати трохи лівіше від мікроскопа. Оптимальна відстань від краю столу – не менше 10 см. Рухати прилад в процесі роботи не потрібно. Мікроскоп не повинен хитатися.
4. На самому початку повністю відкрити діафрагму і розмістити конденсор вгору до упору.
5. Починати роботу з невеликого збільшення.
6. Опустити об'єктив на висоту 10 мм від предметного скла.

7. Відрегулювати освітлення. Задіяючи дзеркало або електричний освітлювач, навести світло в робоче поле. Потрібно дивитися одним оком в окуляр, використовувати дзеркало з увігнутою стороною і направляти світло від вікна в об'єктив. Після цього висвітлити поле зору максимально і рівномірно. Якщо модель комплектована освітлювачем, приєднати його до джерела живлення, увімкнути лампу і задати відповідну яскравість.
8. Розташувати об'єкт дослідження на предметному столику під об'єктивом. Дивлячись на нього зі сторони, треба опустити об'єктив на висоту 4-5 мм до матеріалу.
9. Подивитися в окуляр і за допомогою гвинта відрегулювати положення об'єктиву так, щоб зображення об'єкта добре проглядалося. Пам'ятайте: дивитися в окуляр і обертати гвинт потрібно послідовно. Подивилися – підкрутили – подивилися – підкрутили... В іншому разі можна просто не розрахувати відстань, занадто опустити об'єктив і ненавмисно досягти контакту фронтальної лінзи з покривним склом. У результаті цього на лінзі виникнуть незворотні пошкодження.
10. Після закінчення регулювання висоти, переміщуйте зразок рукою, щоб розмістити його в центрі поля зору.
11. У випадку, якщо після виконання перерахованих вище операцій немає чіткого зображення, повторіть пункти 6-9.
12. Якщо вивчати об'єкт потрібно, застосовуючи значне збільшення зображення, то треба спочатку поставити в центр зорової зони необхідну ділянку, ще коли збільшення мале. Потім поміняти об'єктив на 40x. Для цього повертати револьвер до робочого стану. Щоб досягти бажаної якості зображення препарату, використовуйте мікрометренний гвинт.
13. Після завершення роботи зі значним збільшенням, потрібно встановити мале, підняти об'єктив, прибрати досліджуваний мікропрепарат, протерти усі деталі мікроскопа (знову ж, використовуючи чисту м'яку серветку).
14. Накрити прилад чохлом-футляром чи поліетиленовим пакетом для забезпечення зберігання до наступного використання. Прибрати місце роботи. Повідомити відповідальному викладачу або лаборанту про закінчення роботи з приладом.

Здобувачі освіти мають право виконувати дослідження з приладами лише у присутності відповідальних осіб лабораторії або працювати самостійно з приладами у разі отримання їх персонального дозволу на певні види робіт.

Запам'ятати: оптичні прилади коштують дорого! Пошкодивши навіть ненавмисне мікроскоп, Ви позбавите можливості вивчати чарівний навколишній світ себе, інших здобувачів освіти, науковців!

Додаток 3

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 сухожилів 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, накладати 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 трапилося 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 (застуда, отруєння, переохолодження, перевтома, 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.

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 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 38 ⁰ С.
Утоплення	Оразу 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>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 груднини 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 навколішки 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 вдують 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	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
Поранення (відкриті рани)	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 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	<p>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!</p> <p>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!</p>
Кровотеча	<p>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.</p> <p>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 притискається на нижній частині обличчя, скронева -- спереду вуха на скроні й чолі, сонна - на шії і голові, підключична - у надключичній ямці, у пахві та на плечі поблизу плечового суглоба, стегнова - на гомілці 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.</p> <p>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, 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, поверхневе 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	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
Термічні опіка	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 й 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
Ураження електричним струмом	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

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.

Додаток 4

Правила виготовлення гербарію

Гербарій – це колекція засушених під пресом, прикріплених до аркуша паперу рослин.

Етапи гербаризації 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 максимально інформація про рослину (підземні органи; здатність до галуження або кушіння пагонів; листкорозміщення 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 х 30 см. У них роблять круглі великі дірки до 3 см. 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 накладалися 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:

Родина _____
Рід _____
Вид _____
Місцезнаходження (населений пункт) _____
Місце зростання (характеристика рослинного угруповання) _____
Дата збору _____
Знайшов, визначив (прізвище, ініціали) _____

Назва рослини зазначається українською та латинською мовами.

Монтування гербарію. Висушені в ботанічному пресі рослини монтують на гербарному листку білого паперу розміром А3 (42 x 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'ятниками 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: трічастоскладний, пальчатоскладний, парноперисто-непарноперисто-складний;
- однодомні, дводомні рослини;
- квітки: двостатеві чи одностатеві, актиноморфні, зигоморфні;
- оцвітина: проста (чашечкоподібна, віночкоподібна), подвійна, відсутня, забарвлення;
- віночок: роздільнопелюстковий, зрослопелюстковий, язичковий, шпористий, двоугубий, колесовидний, трубковидний та ін.;
- андроцей: число тичинок, сильність, братність;
- гінецей: апокарпний, ценокарпний, синкарпний, паракарпний, лизикарпний;
- зав'язь: верхня, нижня, напівнижня;
- суцвіття: ботричні чи цемозні, прості чи складні: колос, китиця, щиток, головка кошик, зонтик, сережка, складний зонтик, волоть, складний колос, звивина, завійка, плейохазій 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.

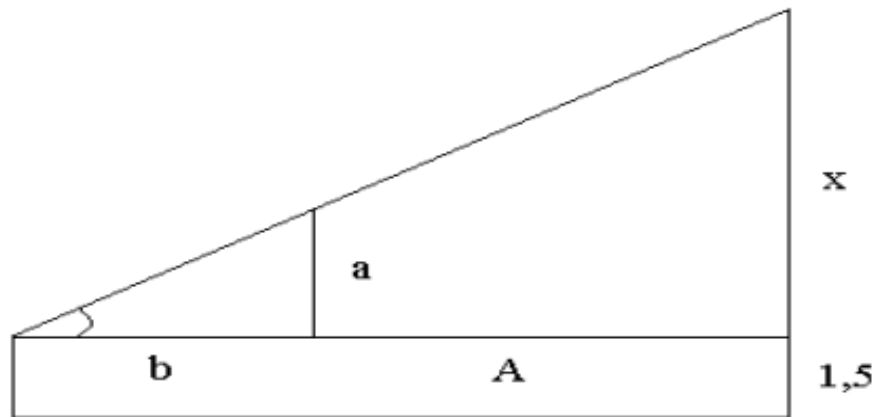
6. Назва рослини записують із урахуванням автора, що вперше визначив цю рослину. Наприклад: Сосна звичайна, *Pinus sylvestris* L.

Додаток 5

Визначення висоти дерев

Висоту дерева можна виміряти методом жердини, що ґрунтується на геометричних правилах прямокутних трикутників.

Потрібна пряма жердина довжиною біля 1 метра, а також крокомір чи інше обладнання для вимірювання 20 метрів, наприклад, спеціальний шнур з вузликami. На відстані 20-30 м від дерева, так, щоб було видно його верхівку і пеньок (комель) одночасно, тримаючи жердину в руці, розташуйте її горизонтально. Жердина повинна бути розташована по відношенню до Вас так, щоб вона знаходилась на рівні очей. Прямою рукою утримуйте жердину. Не змінюючи положення руки, зорієнтуйте жердину в вертикальному положенні, цілячись на середину дерева. Тримайте жердину і руку максимально прямо. Тепер потрібно дуже обережно, не змінюючи положення голови, рухатись в напрямку до дерева або від нього, доки дерево здалеку не стане такої ж довжини, що й жердина. Рухи шиї під час переміщення можуть призвести до метрових похибок, але дозволяється переміщувати погляд від верхівки дерева до його пенька. Жердина повинна бути розташована прямо, а рука – не згинатись! Коли верхівка дерева виявиться на рівні верхнього кінця жердини, а пенькова частина – на рівні великого пальця руки, що тримає жердину, ви будете знаходитись на такій відстані від дерева, яка відповідає його висоті. Залишається виміряти кроками або крокоміром відстань від цього місця, де ви стоїте, до пенька дерева (рис. 5.1). Сьогодні також існують прилади - висотоміри для геодезичної зйомки, що знімають висоту об'єктів та одночасно - нахил місцевості.



Обчислення проводять за формулою:

$$x = \frac{A \cdot a}{b} + 1,5 \text{ (м)}$$

де x - висота дерева;

A – відстань до дерева;

a – показання на мірній планці;

b – довжина руки (в метрах);

1,5 – висота руки дослідника.

Додаток 6

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-горобиний 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 дренуючого 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 досліду (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 – 10х25м, 20х20м, 20х50м, трав'янистої рослинності – 10х10м, в пустелях – 20х50м.

Таблиця 6.1

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
Пустощі	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 10х10 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 Тестцманом 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 6.2.

Особливості застосування методів визначення співвідношень між рослинами у фітоценозах відображені в таблиці додатку 6.3.

Таблиця 6.2

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	3
Sp - розсіяно, мало	1-5%	2
Sol - одинично, рідко	до 1 %	1
Un - унікально, в одному екземплярі		

Таблиця 6.3

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 яруса, 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 7

Вплив факторів навколишнього середовища на людину та її здоров'я

Таблиця 7.1

Вплив деяких абіотичних факторів на людину

Фактор	Можливі зміни в стані здоров'я
Сонячна активність	У роки підвищення сонця, пов'язані з 11-річним циклом його активності частішають випадки порушення діяльності серцево-судинної й нервової систем, психіки і поведінки, ослаблення імунітету та підвищення агресивності патогенів і природних носіїв інфекцій
Ультрафіолетові випромінювання	У невеликих дозах справляє антисептичну й бактеріостатичну дію, запобігає запалювальним процесам у волосяних сумках, пригнічує розвиток хвороботворних грибів, що спричиняють дерматози. У великих дозах спричинює шкідливі мутації, опіки шкіри і слизових оболонок, несприятливий вплив на зір, бластомогенну, канцерогенну дію
Кліматичні та метеорологічні фактори	
Відлига взимку	Розвиток захворювань, пов'язаних з кисневою недостатністю
Опади	Загострення захворювань суглобів
Мороз уночі й відлига вдень	Загострення захворювань суглобів
Сильні морози	Напади стенокардії, порушення серцевої діяльності, загострення ішемічної хвороби серця, поява шкірних захворювань
Висока вологість повітря	Розвиток бронхо-легеневих захворювань, загострення захворювань опорно-рухового апарату
Підвищення атмосферного тиску	Загострення гіпертонічної хвороби, вегето-судинної дистонії, ішемічної хвороби серця
Хмарна погода, сніг, хуртовина, сильний вітер	Психоемоційні розлади
Висока вологість, коливання температури повітря	Розвиток захворювань органів дихання, опорно-рухового апарату, вегето-судинної дистонії
Хмарна, вітряна, сира погода	Розвиток запальних захворювань суглобів, загострення хронічних захворювань органів дихання
Сильний вітер, сніг	Порушення серцевого ритму, розвиток захворювань судин головного мозку
Колівання атмосферного тиску	Психоемоційні розлади, підвищення артеріального тиску, загострення ішемічної хвороби серця
Колівання температури повітря	Психоемоційні розлади, підвищення артеріального тиску, загострення ішемічної хвороби серця та гіпертонічної хвороби
Нестійка вітряна погода з дощем	Розвиток запальних захворювань суглобів, загострення хронічних захворювань органів дихання, порушення мозкового кровообігу
Потепління на 3-5 ⁰ С вище за норму	Підвищення артеріального тиску
Поривчастий вітер	Нервово-психічні розлади, порушення роботи серцево-судинної системи
Зниження атмосферного тиску	Загострення хронічних захворювань бронхів та легенів
Зимова температура близько 0 ⁰ С, висока вологість	Розвиток хронічних захворювань

Таблиця 7.2

Характеристика впливу токсичних і потенційно токсичних речовин (забруднювачів)
на організм людини

Речовина елемент	Джерело забруднення	Наслідки впливу забруднювача на організм людини
Залізо	Промислове виробництво	Цироз печінки, захворювання кровоносної системи
Оксид вуглецю (чадний газ)	Промисловість, автотранспорт, енергетика	Карбоксигемоглобінемія і зниження здатності крові переносити кисень, ураження центральної нервової системи, порушення жирового, вуглеводного, фосфоліпідного обміну, вітамінного балансу, напади стенокардії, інфаркт міокарду
Оксиди азоту	Енергетика, автотранспорт	Гостре подразнення легенів і дихальних шляхів та виникнення в них запальних процесів, зниження кров'яного тиску, головокружіння, втрата свідомості, блювання, задуха, нежить, підвищене слиновиділення
Кадмій	Виплавляння кольорових металів, ТЕС, виробництво акумуляторів, барвників, мінеральних добрив, батарейок, транспорт	Хвороби нирок (протеїнурія), хвороба ітай-ітай, анемія, остеопороз (ламкість кісток), підвищення кров'яного тиску, інсульт, атеросклероз, ураження печінки, рак передміхурової залози, мутагенна та канцерогенна дія
Марганець	Виплавляння металів, добрива, рідке паливо, лінолеум, сірники, піротехнічні вироби	Прогресуюче ураження центральної нервової системи, летаргія, синдром Паркінсона, пневмонія
Мідь	Транспорт, отрутохімікати, мідь-вміщуючі добрива, спалювання вугілля, металургія, машино-будівництво	Анемія, інтоксикація, пневмонія, гемолітична жовтяниця (гепатит), ураження печінки
Миш'як	Металургія, виробництво сірчаної кислоти, використання миш'як-вміщуючих хімікатів, спалювання кам'яного вугілля, нафти, пестициди, пивоваріння	Рак легенів та шкіри, порушення функції шлунку, периферичні неврити, перфорація перегородки носа, ураження шлунково-кишкового тракту, сильна інтоксикація, меланоз шкіри
Молібден	Ґрунти, природні води, виплавляння металів, сплави, барвники, скло, мастила	Порушення центральної нервової системи, подагра, ендемічна атаксія
Нікель	Промислове виробництво, нікелювання виробів	Бронхіальний рак, рак легенів, рак слизових оболонок носа, дерматити (екзема), інтоксикація, алергія
Цинк	Металургія, спалювання вугілля, виробництво цементу і будівельних матеріалів з використанням цинку, транспорт	Затримка росту та розвитку, захворювання шлунково-кишкового тракту, гастрит
Ртуть	Металургія, коксування вугілля, термічні процеси агломераційних фабрик, виробництво ртуті, хлору, соди, пестициди	Інтоксикація (меркурізм), роздратованість, хвороба Мінамата, незворотні ураження центральної нервової системи з паралічами, розладами зору, втратою слуху, ураження спинного мозку, хвороби шлунку, психічна неповноцінність новонароджених, можливий рак
Свинець	Виплавляння металу, пестициди, двигуни внутрішнього згоряння, машинобудівництво, дорожній пил, ґрунт навколо підприємств	Ураження центральної нервової системи, печінки, нирок, мозку, статевих органів, інтоксикація, анемія, головні болі, зменшення рівня гемоглобіну, порушення поведінки, у дітей - сповільнення росту, підвищена моторна активність, зниження уваги, роздратованість, відставання в навчанні
Хром	Промислове виробництво, сплави, барвники, дубильні речовини, вогнетривка цегла	Рак бронхів, легенів, хронічні запалення верхніх дихальних шляхів, трахеїти, вплив на склад крові, порушення серцево-судинної діяльності
Фтор	Алюмінієва та силікатна промисловість, добрива	Флюороз, зубні хвороби, бронхіти, пневмонія, рак усіх локалізацій, особливо органів дихання, носові кровотечі, склеротичні ураження кісток (окостеніння, деформація), сухожилі, специфічні ураження шкіри, у дітей - затримка фізичного розвитку і порушення гематологічних показників
Алюміній	Алюмінієва промисловість, спалювання вугілля	Ураження кісток, флюороз зубів, хвороба Альцгеймера

Продовження таблиці 7.2

Речовина елемент	Джерело забруднення	Наслідки впливу забруднювача на організм людини
Ванадій	Спалювання нафти, вугілля, промислове виробництво	Захворювання серцево-судинної системи, подразнення верхніх дихальних шляхів, зміна легеневої тканини, вплив на обмінні процеси і центральну нервову систему, запалення слизових оболонок очей
Вільний хлор та його сполуки	Виробництво хлору	Негативний вплив на нюх, світлову чутливість очей, подразнення верхніх дихальних шляхів, порушення ритміки дихання
Аміак	Виробництво аміаку, добрив	Катар верхніх дихальних шляхів, запалення слизових оболонок очей, зниження імунітету, вплив на центральну нервову систему
Селен	Збагачення руд, спалювання вугілля	Депресії, запаморочення, жовтуха, носові кровотечі, селеноз, артрити, кишкові порушення, захворювання шкіри
Нітрати, нітроти	Добрива, відходи тваринництва, стічні води	Метгемоглобінемія (порушення транспортування кров'ю кисню, ураження органів травлення, центральної нервової системи).
Озон	Автотранспорт	Подавлення слизової оболонки очей, хронічні запалення легенів, розвиток легеневих пухлин, головний біль, швидка втомлюваність
Поліхлоровані біфеніли (ПХБ)	Виробництво мастил, пластмаси, електроізоляції, пестицидів, засобів для миття посуду	Ослаблення імунної системи, сповільнення фізичного та розумового розвитку, відхилення у поведінці, розвиток гермафродизму (зменшення статевого члена)
Пестициди	Інсектициди - речовини, що використовуються для знищення небажаних для сільського господарства комах (шкідників)	Рак, ураження печінки, ембріонів, хвороби шкіри, травного тракту, порушення обміну речовин, відставання у фізичному розвитку, алергія
ДДТ	Інсектициди	Рак, ураження ембріонів
Діоксини	Гербіциди	Рак, уроджені дефекти, хвороби шкіри
Вінілхлориди	Виробництво пластиків	Рак легенів, печінки, депресія центральної нервової системи, токсикація ембріонів
Нафто-хімікати, бензин	Розчинники, лікарські препарати, детергенти - синтетичні речовини, що використовуються в промисловості та побуті як миючі засоби, емульгатори	Головні болі, втрата координації, лейкемія, ураження кісткового мозку
Бенз(а)пірен	Викиди нафтопереробних, коксохімічних, металургійних і теплоенергетик-них підприємств, автомобільний, водний транспорт, авіація	Злоякісні пухлини шкіри, легенів, молочної залози, м'язової і сполучної тканини

Таблиця 7.3

Найпоширеніші екозалежні хвороби людини

Хвороби	Фактори навколишнього середовища
Хвороби системи кровообігу (серце, судини)	Забруднення атмосферного повітря хімічними речовинами, шум, електромагнітні поля, склад питної води (хлориди, нітрати, нітроти, твердість, ендемічність території за мікроелементами (кальцій, магній, мідь, фтор, йод та ін), забруднення продуктів харчування токсикантами, клімат
Хвороби органів дихання	Забруднення атмосферного повітря хімічними речовинами і пилом (особливо оксидами вуглецю, сірки, пестицидами), погодні умови, соціальні умови (житло, матеріальне забезпечення)
Хвороби органів травлення	Забруднення продуктів харчування і води отрутохімікатами, ендемічність місцевості за мікроелементами, соціальні умови (житлові умови, матеріальний рівень), забруднення атмосферного повітря (особливо оксидом сірки), склад питної води, її твердість, шум

Продовження таблиці 7.3

Хвороби	Фактори навколишнього середовища
Хвороби ендокринної системи	Шум, забруднення атмосферного повітря (особливо оксидом вуглецю), ендемічність (чи своєрідність, специфічність, властивість, місцевість) території за мікроелементами, забрудненість території солями важких металів, рівень інсоляції, електромагнітні поля, твердість питної води
Хвороби крові	Ендемічність території за мікроелементами (особливо хромом, кобальтом, залізом), електромагнітні поля, забрудненість їжі і води нітратами і нітридами, пестицидами
Хвороби алергічної природи	Сумарний індекс забруднення повітря, соціальні умови (житло), забруднення їжі і води, лікарські препарати
Хвороби шкіри і підшкірної клітковини	Рівень інсоляції, нестача або надлишок мікроелементів у зовнішньому середовищі, забруднення атмосферного повітря в поєднанні з погодними факторами (опади, тумани, тиск)
Патологія вагітності і вроджені аномалії	Забруднення атмосферного повітря хімічними речовинами, електромагнітні поля, забруднення навколишнього середовища отрутохімікатами, шум, нестача або надлишок мікроелементів у зовнішньому середовищі, іонізуюче випромінювання
Психічні розлади	Сумарний рівень забруднення повітря хімічними речовинами, електромагнітні поля, шум, забруднення середовища отрутохімікатами
Хвороби сечостатевої системи	Нестача або надлишок мікроелементів, забруднення повітря, склад і твердість питної води
Злоякісні новоутворення	Забруднення повітря (особливо канцерогенними речовинами), забруднення їжі і води нітратами і нітридами, пестицидами, ендемічність місцевості за мікроелементами, склад і твердість питної води, іонізуюча радіація

Таблиця 7.4

Чинники, які негативно впливають на здоров'я людини у побуті

Чинник	Вплив на здоров'я людини
Тютюновий дим	Рак легенів, ураження легенів і мозку, нервові хвороби тощо
Метиленхлорид від фарб і лаків	Нервові хвороби, головний біль, запаморочення, розлад свідомості, токсичний вплив на печінку, нирки, селезінку
Хлороформ – від гарячого душу	Рак, блювота, запаморочення, мігрень, швидка втома, хвороби печінки, нірок, викидні у вагітних тощо
Стірен від штучних килимів	Ураження нирок, легенів
Трихлоретан від аерозольних балонів	Ураження органів дихання і мозку
Бактерії, віруси, грибки від зволожувачів кондиціонерів, домашніх тварин	грип, «хвороба легіонерів» (легіонельоз), пневмонії, ослаблення імунітету
Електромагнітні хвилі від побутових електро- і електронних приладів	Ушкодження нервової системи, зору
Метан від газових приладів	Інтоксикація, набряк легенів, задуха, тахікардія, нудота, запаморочення, метеоризм, дистонія тощо
Оксиди нітрогену від плит, каменів, печей	Ураження легенів, гіпоксія, головний біль, кон'юнктивіт, пошкодження зубів, хвороби дітей
Азбест від ізоляції теплооб'єктів, вінілові покриття як наповнювач	Рак, ураження легенів, гортані, яєчників, мезотеліома (рак плевральної й очеревинної прокладки)
Шум від гучномовців, телевизорів, побутових приладів	Неврози, деградація слуху, розвиток глухоти, розлади діяльності серцево-судинної системи, печінки, зниження працездатності

Додаток 8

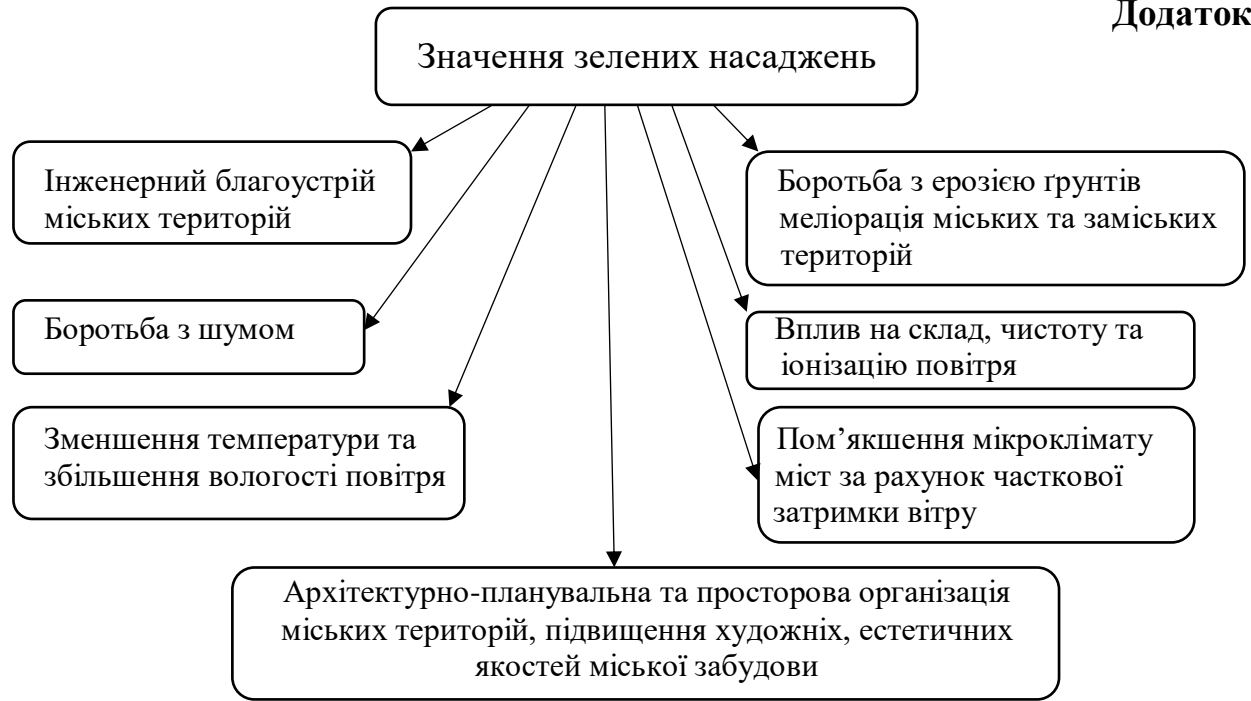
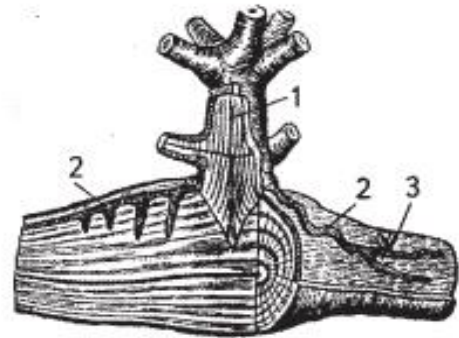


Рис. 8.1. Роль зелених насаджень в населених пунктах.

Додаток 9



А



Б

Рис. 9.1. Рослина напівпаразит омела біла (*Viscum album* L.): А – загальний вигляд на гілках дерева-хазяїна; Б- нижня частина стебла омели (1) з корінням (2) в тілі хазяїна й додатковими бруньками (3)

Додаток 10

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 ВИКОРИСТАНИХ І РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. *Лесоведение*. 1989. №4. С. 51-57.
2. Андрейцев В.І. Екологічне право. Київ: Вентурі, 1996. 206 с.
3. Беклемишев В.Н. О классификации биогеоценологических (симфизиологических) связей. *Бюллетень МОИП. Отд. биол.* 1951. Т. 65, вып. 2. С. 3-30.
4. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. Київ: Либідь, 1995. 368 с.
5. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев: КГУ, 1950. 258 с.
6. Бигон М., Харпер Д., Таузенд К. Экология / пер. с англ. В.Н. Михеева, М.А. Снеткова. Москва: Мир, 1989. Т.2. 477 с.
7. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум із загальної екології: навч. посібник. Київ: Либідь, 1997. 160 с.
8. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. 284 с.
9. Буждиган О.Я., Руденко С.С., Зароченцева О.Д., Костишин С.С. Екологія в дослідях. Методичні рекомендації для наукової роботи в навчальних закладах різного типу: Частина-2. Чернівці: Місто, 2015. 128 с.
10. Быков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука, 1988. 212 с.
11. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. Ленинград: Наука, 1983. 248 с.
12. Вернадський В.І. Біосфера. Москва: Мисль, 1967. 376 с.
13. Вінічук М.М. Загальна екологія: Навчальний посібник, видання друге, виправлене та доповнене. Житомир: Видавництво Державного університету «Житомирська політехніка», 2021. 184 с.
14. Воробець М.М., Сачко А.В., Кобаса І.М. Ідентифікація та методи виявлення фальсифікації: навчальний посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, 2017. 96 с.
15. Воронов А.Г. Геоботаника. Москва: Высшая школа, 1963. 375 с.
16. Волошина Н.О. Загальна екологія та неоекологія: навчальний посібник. Київ. НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. 335 с.
17. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Біологія / под ред. Р. Сопера. Москва: Мир, 1990. Т.2. 325 с.
18. Грицюк П.М., Джоші О.І., Гладка О.М. Основи теорії систем і управління: навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2021. 272 с.
19. Горелов А.А. Концепции современного естествознания. Москва: Центр, 1998. 208 с.
20. Державні будівельні норми України «Будинки і споруди. Заклади освіти. ДБН В.2.2-3:2018. Зміна №1». Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 19 с.
21. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПіН 2.2.4-171-10) зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01 липня 2010р. за № 452/17747. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 03.03.2023).
22. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: Знання, КОО, 2007. 422 с.
23. Димань Т.М. Екологія людини: підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2009. 376 с.

24. Дідух Я.П. Популяційна екологія. Київ: Фітосоціоцентр, 1998. 192 с.
25. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. Київ: Наукова думка, 2012. 344 с.
26. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: навчальний посібник. Київ: Каравела, 2011. 304 с.
27. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ: Вид-во «Лібра», 1998. 250 с.
28. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О.Є. Пахомова. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
29. Екологічне управління: Підручник / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.О. Білявський та ін. Київ: Либідь, 2004. 432 с.
30. Качур І.В. Проблеми формування екологічної культури в освітньому середовищі. *Наука. Релігія. Суспільство*, 2011. №2. С. 209-213.
31. Клименко М.О., Прищеп 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.
32. Конституція України: документ 254 к / 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: 22.02.2023).
33. Коренева І.М., Луценко О.І. Загальна екологія: практикум: навч.-метод. посібник. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 99 с.
34. Краснова М.В., Краснова Ю.А. Екологічне право України. Загальна частина: підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2021. 190 с.
35. Криворізький державний педагогічний університет. Історія університету. URL: <https://kdpu.edu.ua/pro-nas/istoriia-universytetu.html> (дата звернення: 11.03.2023).
36. Криворізький державний педагогічний університет. Кафедра ботаніки та екології. URL: <https://kdpu.edu.ua/botaniky-ta-ekolohii/naukova-robota/naukova-robota-vyklada-chiv.html> (дата звернення: 09.09.2022).
37. Крисаченко В.С. Людина і біосфера: основи екологічної антропології: Підручник. Київ: Заповіт, 1998. 688 с.
38. Крисаченко В.С. Екологічна культура: теорія і практика: Навчальний посібник. Київ: Заповіт, 1996. 352 с.
39. Кучерявий В.П. Екологія. Львів: Світ, 2001. 500 с.
40. Лабораторний та польовий практикум з екології / І.В. Бейко, В.М. Боголюбов, І.Г. Вишенська, 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.
41. Леопольд О. Календарь песчаного графства / пер. с англ. И.Г. Гурова. Москва: Мир, 1980. 216 с.
42. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: навчально-методичний посібник. Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ: ТОВ «ДСК-Центр». 143 с.
43. Мазинг В.В. Что такое структура биогеоценоза? *Проблемы биогеоценологии*. Москва: Наука, 1973. С. 148-187.
44. Малахов И.М. Техногенез у геологічному середовищі. Кривий Ріг: Октан - Принт, 2003. 252 с.
45. 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.

46. Маленко Я.В. Специфіка спектрів видів давньосередземноморської групи ареалів угруповань рослин техногенних екоотопів Криворіжжя. *Екологічний вісник Криворіжжя: збірник наукових та науково-методичних праць* / відп. редактор В.М. Савосько. Кривий Ріг: КДПУ, 2019. вип.4. С. 22-40. URL: <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2558> (дата звернення: 01.12.2022).
47. 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: 01.12.2022).
48. 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).
49. Маленко Я.В. Еколого-таксономічні спектри – комплексні показники організованості складу рослинних угруповань. *Formation of innovative potential of world science: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the 1 International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 1), May 7, 2021. Tel Aviv, State of Israel: European Scientific Platform. Pp. 115-120.* URL: <https://doi.org/10.36074/scientia-07.05.2021> (дата звернення: 01.12.2022).
50. 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).
51. 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).
52. Мезенцева Н.І., Батиченко С.П., Мезенцев К.В. Захворюваність і здоров’я населення в Україні: суспільно-географічний вимір: Монографія. Київ: ДП «Прінт Сервіс», 2018. 136 с.
53. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підруч. / Г.І. Гринь, В. І. Мохонько, О.В. Суворін та ін. Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. 420 с.
54. 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. 52 с. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/4279> (дата звернення: 09.11.2022).
55. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. Москва: Наука, 1983. 133 с.
56. Миркин Б.М. Современная наука о растительности: Учебник. Москва: Логос,

2001. 264 с.

57. Москалець В.В., Москалець Т.З., Князюк О.В., Голунова Л.А. Загальна екологія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 160 с.
58. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. Москва: Гвардия, 1990. 351 с.
59. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. Київ: Т-во «Знання», КОО, 2002. 550 с.
60. М'ягченко О.П. Основи екології: підручник для ВНЗ. Київ: ЦУЛ, 2010. 312 с.
61. Одум Ю. Экология / пер с англ. В 2 т. Москва: Мир, 1986. Т.1. 328с.; Т.2. 376с.
62. Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text> (дата звернення: 11.03.2023).
63. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: пер. с англ. / общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича и Ю.В. Сачкова. Москва: Прогресс, 1986. 432 с.
64. 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).
65. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 року № 1264-ХІІ. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1264-12> (дата звернення: 22.02.2023).
66. Про зону надзвичайної екологічної ситуації: Закон України від 13.07.2000 № 1908-ІІІ. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T023033?an=23> (дата звернення: 10.03.2023).
67. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року Закон України від 28.02.2019 №2697-VІІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 03.03.2023).
68. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 №2145-VІІІ (чинна редакція 13.12.2022). URL: <https://osvita.ua/legislation /law/2231/> (дата звернення: 15.03.2023).
69. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 22.02.2019 №463. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> (дата звернення: 11.03.2023).
70. Прокопенко Т.О. Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник. Черкаси: ЧДТУ, 2019. 139 с.
71. Раменский Л.Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники. *Ботан. журн.* 1952. Т. 37, № 2. С. 181-202.
72. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь – справочник. Москва: Мысль, 1990. 637 с.
73. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь - справочник. Москва: Просвещение, 1992. 312 с.
74. Розенберг Г.С. Введение в теоретическую экологию. Тольятти: Кассандра, 2013. Т.1. 565 с.
75. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение. *Полевая геоботаника*. Москва; Ленинград: Наука, 1964. Т. 3. С. 146-205.
76. Сіренко А.Г. Популяційна біологія. Лекції. Івано-Франківськ: ПНУ, 2019. 314 с.
77. 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.

78. Соломенко Л.І., Боголюбов В.М., Волох А.М. Загальна екологія: підручник. вид. друге випр. і доп. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 352 с.
79. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ. Киев: МАУП, 2003. 368 с.
80. Таран М.А., Нестор О.О. Екологічний практикум. 2-е вид. перероб. і допов. Кривий Ріг: Діоніс (ФОП Чернявський Д.О.), 2012. 297 с.
81. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів: Монографія. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. 276 с.
82. Теорія систем в екології: підручник / Ю.Г. Масікевич, О.В. Шестопапов, А.А. Негадайло та ін. Суми: Сумський державний університет, 2015. 330 с.
83. Теоретичні проблеми біогеоценології: колективна монографія / В.І. Шанда, Є.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.
84. Цілі сталого розвитку 2016 – 2030. URL: <http://www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku-tysiacholittia/tsili-staloho-rozvytku> (дата звернення: 09.09.2022).
85. Чернова Н.М. Лабораторний практикум по екології: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов по биол. спец. Москва: Просвещение, 1986. 96 с.
86. 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.
87. Шанда В.І. Теоретичні проблеми екології та біогеоценології: монографія. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2013. 247 с.
88. Шанда В.І., Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Шанда Л.В. До теорії складу біогеоценозу. *Питання біоіндикації та екології: Періодичне наукове видання*. 2014. вип.19, № 1. С. 3-12.
89. Шанда В.І., Євтушенко Е.О., Ворошилова Н.В., Маленко Я.В. Агрофітоценологія: аспекти теорії, методології та суміжних наук: Монографія / наук. ред. Ю.І. Грицан: «ДВНЗ «Криворізький державний педагогічний університет». Кривий Ріг: Вид. ФОП Чернявський Д.О., 2016. 216 с. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/581> (дата звернення: 11.11.2022).
90. Швейцер А. Культура и этика / пер. с нем. Н.А. Захарченко и Г.В. Колшанского; общ. ред. В.А. Карпушина. Москва: Прогресс, 1973. 343 с.
91. Шенников А.П. Экология растений. Москва: Советская наука. 1950. 375 с.
92. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Ленинград: ЛГУ, 1964. 448 с.
93. Яблоков А.В. Популяционная біологія: Учебное пособие для биологических специальностей вузов. Москва: Высшая школа, 1987. 303 с.
94. Falk D.A., Palmer M., Zedler J. Foundations of Restoration Ecology. Island Press, 2013. 378 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/40777417_Foundations_of_Restoration_Ecology (дата звернення: 03.09.2022).
95. Jorgensen S.E., Fath B.D. Encyclopedia of Ecology. Netherland: Elsevier, 2008. 4122 p.

Навчальне видання

Я.В. Маленко, Н.В. Ворошилова, О.О. Кобрюшко, В.В. Перерва

**ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ:
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**