

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТА АГРОНОМІЇ ТА ЛІСІВНИЦТВА
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА



*Тітаренко Ольга
Мазур Ольга*

**ЕКОТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ
ЕКОСИСТЕМ**

Методичні вказівки до виконання практичних робіт для підготовки здобувачів вищої освіти факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форми навчання галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія» другого (магістерського) освітнього рівня



Екотехнології відновлення природних екосистем. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для підготовки здобувачів вищої освіти факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форми навчання галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія» другого (магістерського) освітнього рівня. Вінниця: ВНАУ, 2023. 50 с.

Розробники:

Титаренко Ольга – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри екології та охорони навколишнього середовища;

Мазур Ольга – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

Рецензенти:

Розглянуто і схвалено:

Кафедрою екології та охорони навколишнього середовища

Протокол № 2023 року

Навчально-методичною комісією факультету агрономії та лісівництва

Протокол № 6 від 13 березня 2023 року

Рекомендовано до друку:

Науково-методичною радою ВНАУ

Протокол № 7 2023 року

Методичні вказівки до виконання практичних робіт для підготовки здобувачів вищої освіти факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форми навчання галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія» другого (магістерського) освітнього рівня з дисципліни «Екотехнології відновлення природних екосистем».

Викладено основні методичні вимоги щодо виконання практичних робіт з дисципліни «Екотехнології відновлення природних екосистем». Методичні вказівки допоможуть студенту засвоїти теоретичний курс і набути практичних навичок. Подано довідковий матеріал, перелік запитань, які виносяться на самостійне опрацювання, теми рефератів і презентацій, список рекомендованих інформаційних джерел.

Методичні вказівки орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
I. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	7
II. ЗМІСТОВА АТЕСТАЦІЯ 1. ЕКОТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ	
Практична робота №1	8
Практична робота №2	11
Практична робота №3	19
Практична робота №4	22
III. ЗМІСТОВА АТЕСТАЦІЯ	2.
Екотехнології відновлення природних екосистем	
Практична робота №5	24
Практична робота №6	27
Практична робота №7	32
IV. ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ.....	34
V. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ РОБІТ	36
VI. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТАЕСТS	44
VII. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	45

ВСТУП

Екосистема - головна функціональна одиниця в екології, єдиний природний комплекс, утворений живими організмами та середовищем існування, у якому живі та неживі компоненти пов'язані між собою обміном речовин, енергією та інформацією.

Екосистема (біоценоз) — основна одиниця біосфери, яка є об'єктом вивчення екології. Цей термін запровадив англійський біолог А. Тенслі у 1935 році.

Екосистема — складний природний комплекс живих істот, що взаємодіють з неорганічним середовищем та знаходяться в матеріально-енергетичній залежності від неї. Для зручності вчені розглядають екосистему як ізольовану одиницю (рілля, озеро, пасовище, струмок тощо), проте фактично різні компоненти постійно переміщуються з однієї екосистеми в іншу. По своїй суті це динамічно урівноважена система, що склалася в результаті тривалої та глибокої адаптації складових компонентів, в якій здійснюється кругообіг речовин. Екосистема — не проста сукупність живих організмів та навколишнього середовища, це діалектична єдність усіх екологічних компонентів, обумовлена взаємозалежністю та причинно-наслідковими зв'язками. У кожній екосистемі відбуваються кругообіг речовин та обмінні енергетичні процеси.

Охорона видів і цілих екосистем необхідна з багатьох причин, передусім естетичних (збереження красивого ландшафту з його чудовими мешканцями – рослинами і тваринами – в естетичному відношенні виправдано такою мірою, як і збереження давніх пам'яток).

На друге місце варто поставити причини наукового та екологічного характеру. Біорізноманіття живих організмів, яке є наслідком їх тривалої еволюції, становить одну із головних умов стійкості біосфери в часі. Збіднення екосистем внаслідок скорочення чисельності особин, або зменшення кількості видів порушує їх стійкість і зумовлює падіння біохімічної активності

Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета: ознайомлення студентів із закономірностями взаємодії суспільства та природи; основними природоохоронними проблемами, що виникають в умовах сучасного промислового виробництва; впливом зміненого середовища на людину; засобами захисту, відновлення і раціонального використання природних ресурсів;

управлінням якістю навколишнього середовища на базі сучасних досягнень науки, техніки та технології із захисту навколишнього природного середовища.

Завдання дисципліни: Задачами вивчення дисципліни є: формування світоглядних знань про основні тенденції розвитку екологічних особливостей природокористування; розкриття наукових основ вивчення екологічних проблем у відповідності з положеннями міжнародної стратегії сталого розвитку; виховання почуття відповідальності за забруднення природного середовища, стан довкілля, свідомості щодо необхідності дотримання природоохоронного законодавства; розвиток системи інтелектуальних та практичних умінь і навичок, стосовно оцінювання екостанів і екоситуацій, ступеня їх напруженості, ефективності охорони природи.

Завданнями проведення практичних занять є: навчитися оцінювати соціально-економічну ефективність природоохоронних заходів; засвоїти методику оцінювання збитків від негативного господарського впливу на навколишнє середовище; глибше засвоїти та закріпити теоретичні знання, одержані на практичних заняттях.

Як результат вивчення навчальної дисципліни «Екотехнології відновлення природних екосистем» студент повинен:

знати: основні поняття, терміни та визначення в області екології; глобальне екологічне становище, вплив та наслідки забруднення навколишнього середовища на людину та довкілля; принципи та засоби охорони навколишнього середовища від антропогенного впливу; визначати екологічні фактори та їх вплив на людину і довкілля; як запобігати забрудненню навколишнього середовища;

вміти: характеризувати головні екологічні фактори та природні ресурси; пояснювати особливості еволюції взаємовідносин людини, природного середовища, вплив екологічних факторів на життєдіяльність організмів; проводити комплексний аналіз навколишнього середовища; володіти навичками по організації служб по охороні навколишнього середовища; володіти навичками та методами практичної оцінки та контролю стану природних ресурсів та навколишнього середовища.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен володіти інтегральними, загальними та фаховими компетентностями, зокрема:

Інтегральні компетентності (ІК): Здатність розв'язувати складні задачі і

проблеми у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення

ЗК4. Здатність розробляти та управляти проектами.

Спеціальні (фахові) компетентності (ФК):

Прог ФК9. Здатність самостійно розробляти екологічні проекти шляхом творчого застосування існуючих та генерування нових ідей.

програмні результати навчання:

ПР02. Уміти використовувати концептуальні екологічні закономірності у професійній діяльності

ПР05. Демонструвати здатність до організації колективної діяльності та реалізації комплексних природоохоронних проектів з урахуванням наявних ресурсів та часових обмежень.

ПР12. Уміти оцінювати ландшафтне і біологічне різноманіття та аналізувати наслідки антропогенного впливу на природні середовища.

ПР14. Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах.

ПР16. Вибирати оптимальну стратегію господарювання та/або природокористування в залежності від екологічних умов.

Вивчення даної дисципліни формує у здобувачів освіти соціальні навички (softskills): комунікативність (реалізується через: метод роботи в парах та групах, метод самопрезентації), робота в команді (реалізується через: метод проектів), лідерські навички (реалізується через: роботу в групах, метод проектів, метод самопрезентації).

I. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕКОТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ
ЕКОСИСТЕМ»

1. Опис навчальної дисципліни

Обсяг дисципліни	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	10 Природничі науки 101 Екологія ОПП Екологія Другий (магістерський)	Обов’язкова	
Атестація – 2		Рік підготовки:	
Загальна кількість годин - 180		6-й	6-й
		Семестр	
		11- й	11-й
		Лекції	
		18 год.	2 год.
		Практична робота	
		14 год.	2 год.
		Самостійна робота	
148 год.	176 год.		
Вид контролю: залік			

II. ЗМІСТОВА АТЕСТАЦІЯ

ЕКОТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Практична робота 1

Проблеми відновлення антропогенно трансформованих екосистем

1. Стабільність екосистем
2. Екологічні сукцесії
3. Штучні екосистеми

СТАБІЛЬНІСТЬ (СТІЙКІСТЬ) ЕКОСИСТЕМИ - здатність екосистеми зберігати свою структуру й функціонування під дією зовнішніх чинників. Будь-яка екосистема, чи трухлявий пеньок, чи велика річка, має внутрішні механізми саморегуляції для підтримання сталості складу й функціонування, тобто екологічного гомеостазу, але у різних екосистем він буде різним. Виникає запитання, чому?

Основні умови стабільності екосистем
1. Значне видове різноманіття
2. Висока первинна біопродукція
3. Складність ланцюгів живлення
4. Розгалуженість трофічних мереж
5. Повнота мінералізації решток

Основною умовою стабільності екосистем є видове різноманіття. Види-продуценти забезпечують утворення великої кількості первинної органічної речовини, від якої залежать наступні ланки ланцюгів живлення. Велика кількість їжі сприяє існуванню консументів декількох порядків, серед яких є взаємозамінні види, подібні за своїми екологічними функціями. Завдяки цьому виникають розгалужені трофічні мережі, що забезпечують функціонування екосистеми, якщо зменшується кількість окремих видів. І нарешті, значна кількість видів-редуцентів здійснює повну мінералізацію органічних решток до неорганічних сполук, що їх можуть знову використовувати продуценти. Таким чином, чим більша різноманітність видів у екосистемі, тим більшими будуть її стабільність й тривалість існування.

Екосистеми є динамічними структурами із багатьох видів продуцентів, консументів, редуцентів, пов'язаних між собою трофічними ланцюгами. Рівновага у системах «хижак - жертва», «запилювачі - квіткові рослини», «фітофаг - рослина», «паразит - хазяїн» устанавлюється як еволюційні відносини упродовж багатьох тисяч років. За цей час види адаптуються один до одного і до середовища існування.

Екосистема тільки прагне до стабільності, але ніколи її не досягає: по-перше, змінюються зовнішні умови, по-друге, види змінюють середовище існування.

Залежно від здатності екосистем підтримувати свою динамічну рівновагу їх поділяють на динамічно стійкі (екосистема стійко функціонує в широкому діапазоні змін навколишніх впливів і має багато взаємозамінних видів) і динамічно нестійкі (екосистема функціонує в обмеженому діапазоні змін навколишніх впливів і має небагато взаємозамінних видів). Так, кораловий риф, струмок, ставок є прикладами нестійких екосистем, а широколистяний ліс, степ, тайга, буковий карпатський праліс - стійких (іл. 161).



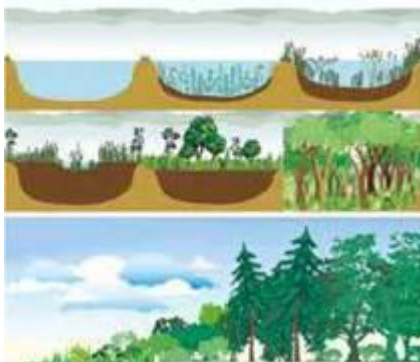
Іл. 1. Кораловий риф (1) і буковий карпатський ліс (2)

Отже, стабільність екосистем залежить від механізмів саморегуляції екосистеми, які пов'язані із видовим біорізноманіттям.

Яке значення та етапи екологічних сукцесій?

Стабільність екосистем забезпечується механізмами саморегуляції за більш чи менш стабільних умов довкілля. Але у випадку зміни цих умов у них відбуваються зміни.

Екологічні сукцесії (лат. *successio* - наступність) - спрямовані послідовні зміни угруповань організмів на певній ділянці середовища, які призводять до відновлення чи перетворення екосистеми відповідно до природних умов. Засновником теорії сукцесій є Ф. Клементс (1874-1945). Причинами сукцесій можуть бути: зміни клімату, природні катаклізми (вулкани, землетруси, повені), вимирання або акліматизація видів, неповнота колообігу речовин, вплив людини, що є основним чинником змін сучасних екосистем (іл. 162).



Іл. 2. Приклади сукцесійних змін

За особливостями формування сукцесії поділяють на первинні й вторинні. Первинні сукцесії - це поява і розвиток угруповань у місцях, де їх раніше не було (наприклад, розвиток екосистем на скельних породах, зсувах, відмілинах річок,

вулканічних островах). Вторинні сукцесії - це відновлення природних угруповань після певних порушень (наприклад, відновлення лісів після пожеж чи вирубки, степів - після розорювання). Таким чином, екологічні сукцесії є механізмами появи, розвитку, самопідтримки та відновлення екосистем!

Якими є основні етапи формування сукцесій?

- Процес сукцесії починається із заселення лишайниками, нижчими грибами і рослинами. Згодом на цих ділянках формуються чи відновлюються зооценози та мікробіоценози.

- Угрупування організмів, які існують на початку сукцесій, називаються піонерними. Вони зазвичай нестійкі, з незначним видовим різноманіттям, нескладними ланцюгами живлення, слабкою мінералізацією решток тощо.

- Піонерні угруповання швидко змінюються проміжними угрупованнями. Це також нестійкі угруповання, але в них збільшується видове різноманіття, розгалужуються трофічні мережі тощо.

- Завершуються сукцесії, як правило, формуванням зрілих (клімакських) екосистем з максимально можливим у даних природних умовах ступенем стійкості.

Отже, постійні зміни середовища життя спричиняють сукцесії, кінцевою метою яких є досягнення стабільного стану.

Які особливості відрізняють штучні екосистеми від природних?

Штучні екосистеми - це збудовані видами угруповання рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, створене людиною. Їхнє призначення полягає в забезпеченні людини їжею й сировиною, створенні умов проживання, організації наукових досліджень та ін. Існування штучних екосистем можливе тільки за постійного, науково обґрунтованого догляду з боку людини.

Однією з визначальних особливостей штучних екосистем є переважання одного чи декількох доміантних видів організмів, що позначається на довжині трофічних ланцюгів, складності трофічних мереж тощо. В таких екосистемах діє в основному штучний добір, спрямований на максимальну продуктивність організмів, потрібних людині. Штучні екосистеми мають обмежений видовий склад, не здатні до саморегуляції, нестійкі за своєю природою, оскільки в умовах стресу вони є дуже вразливими для конкурентів, збудників хвороб, паразитів, хижаків тощо. Людина повинна постійно втручатися в структуру та функціонування екосистем для того, щоб запобігти небажаним змінам.

Основним шляхом підвищення стійкості агроекосистеми є оптимізація її структури. Структура агроекосистеми — це особливості розміщення компонентів системи по поверхні і вертикалі, а також закономірні кількісні зв'язки між ними, сезонні зміни агрофітоценозу. Оптимізація агроекосистеми – це система заходів, спрямована на створення польового угруповання з використанням принципів організації природних угруповань: диференціації екологічних ніш, гетерогенності (неоднорідності за складом, походженню) агроценопопуляцій, часткової замкненості циклів обігу елементів мінерального живлення. Шляхи оптимізації агроекосистеми:

1. дотримання науково обґрунтованого щорічного або періодичного

чергування культур (і пару) в часі та на території – сівозміни;

2. вирощування сучасних сортів та гібридів, які створені для отримання високого врожаю доброї якості в результаті ефективного використання чинників зовнішнього середовища в разі вирощування за певних природних і виробничих умов.

Крім селекції стосовно продуктивності та якості у науковій селекції створюються нові сорти й гібриди, стійкі до хвороб, шкідників, з високими показниками посухо-, морозо- та зимостійкості, придатні для механізованого збирання. Створюють як пластичні сорти, здатні забезпечувати високу врожайність у різних природних зонах і займати великі площі, так і адаптивні, які найповніше використовують екологічні чинники даної місцевості.

3. Оптимізація архітекtonіки рослинного покриву, шляхом створення оптимальної густоти посіву, видової та просторової структури, в оптимальні строки, оскільки рослини конкурують між собою за світло, вологу і поживні речовини.

4. Синхронізація оптимальних умов середовища і продукційного циклу шляхом обробітку ґрунту.

5. Одним із найважливіших антропогенних чинників впливу на продуктивність агроєкосистем, а отже і на їхню стійкість є удобрення.

1. Що таке стабільність екосистем?
2. Назвіть види екосистем за стійкістю.
3. Що таке екологічна сукцесія?
4. Які причини сукцесій?
5. Що таке штучні екосистеми?
6. Наведіть приклади штучних екосистем.

Практична робота 2

Поняття «оптимізації» стану екосистеми. Механізми підтримання стійкості екосистем

1. Механізми стійкості екологічних систем

2. Пружна та резистентна стійкість

На Міжнародному форумі з навколишнього середовища, що відбувся в Ріоде-Жанейро (у 1992р.) Україна проголосила про свої наміри щодо вибору сталого розвитку як стратегії на 21 сторіччя. Це можливо лише у разі прийняття концепції сталого розвитку агросфери, яка охоплює понад 70 % території держави. Ця обставина посилює життєву важливість для України розробки і впровадження підходів формування локальних і регіональних агроєкосистем. Межею сталості агроєкосфери до антропогенних навантажень є споживання 1 % чистої первинної продукції біоти. На теперішній час цей показник у межах 7-12 %, що призводить до незворотного порушення балансу екологічних компонентів.

Баланс екологічних компонентів – це така їх комбінація, яка забезпечує

екологічну рівновагу. В природних умовах екологічна рівновага досягається за рахунок здатності екосистеми до самозбалансування. В агроекосистемах відносна екологічна рівновага визначається умовами правильної сівозміни та екологічно збалансованого технологічного процесу вирощування с.-г. культур.

Стійкість агроекосистеми – це перш за все здатність агрофітоценозу протистояти комплексу зовнішніх і внутрішніх несприятливих умов росту і розвитку, забезпечувати отримання сталого врожаю рослинницької продукції. Стійкість агроекосистем оцінюють за виявленням стабільності якостей головних компонентів (грунту, води, рослинності, розподілу речовин, елементів живлення тощо). Будь-яка зміна елементів природного середовища (речовинного складу, енергії, інформації, швидкості перебігу природних процесів), обов'язково викликає розвиток ланцюгових реакцій, які намагаються компенсувати ці зміни. Причому іноді невелика зміна одного показника може спричинити значні відхилення інших і всієї екосистеми взагалі. У разі перевищення певного критичного рівня розвиток і життєдіяльність екосистеми може набути неконтрольованого і нерегульованого її кодовою програмою характеру. Цей стан називають «екологічним зміщенням». За певних умов система здатна повернутися у вихідний стан або еволюціонувати за новосформованою кодовою програмою, що зумовлено її мінливістю.

Мінливість агроекосистеми – це властивість її організмів набувати нових ознак або втрачати попередні під впливом різних чинників.

Толерантність – це здатність організмів витримувати відхилення чинників середовища від оптимального рівня. Характеризується ділянкою толерантності, тобто діапазоном дії екологічного чинника, у межах якого можливе існування організму, популяції, ценозу. Ця ділянка обмежена граничними мінімальними і максимальними значеннями чинника.

Екологічна стійкість організму характеризують також так званою **екологічною валентністю** – здатністю організму існувати в різних умовах навколишнього середовища. Розвиток екосистеми у часі називають екологічною сукцесією, що є послідовною зміною однієї екосистеми іншою. Він (розвиток) пов'язаний зі зміною у часі видової структури та процесів, що відбуваються в екосистемі. Якщо розвиток починається на ділянці, яка перед цим не була зайнята відповідним угрупованням – це первинна сукцесія. Якщо у результаті сил (сінокос, бурелом, повень, пожежа тощо) екологічна сукцесія змінюється, або руйнується, а на її місці формується нова, більш пристосована до нових умов екосистема, то такий процес називають вторинною сукцесією. Якщо в процесі розвитку в екосистемі збалансовуються всі її ланки, її називають клімаксовою. Отже кульмінація розвитку екосистеми виражається в її стабільності. У такій системі на одиницю потоку енергії припадає максимальна кількість біомаси і симбіотичних зв'язків між організмами. Сукцесію можна охарактеризувати співвідношенням валової продукції (в результаті фотосинтезу) і дихання. Загальний врожай органічної речовини максимальний на клімаксових стадіях розвитку екосистеми, а річний приріст знічно більший на ранніх стадіях розвитку сукцесії. Штучна або атропічна сукцесія – це сукцесія, пов'язана з

діяльністю людини. Вона може формуватися в будь-яких екосистемах. Причини атропічної сукцесії: інтродукція нових рослин і тварин, зміна рівня ґрунтових вод внаслідок меліорації, будівництва, надмірне удобрення, забруднення пестицидами, витогування, пере випасання, пожежі тощо.

Пружна стійкість – система у відповідь на збурювальний вплив виходить зі стану рівноваги, але повертається до вихідного стану з припиненням дії цього чинника.

Чудовою ілюстрацією пружної стійкості можуть бути пірогенні угруповання. Час від часу вони практично знищуються внаслідок пожеж, але досить швидко відновлюються. Каліфорнійські зарості чапаралю після пожежі поновлюються повністю за кілька років.

Одним із різновидів пружної стійкості є екосистеми імпульсної стабільності. Саме їх існування базується на значних коливаннях. Це, зокрема, екосистеми тимчасових водойм.

Резистентна стійкість – система тримається до певної межі (певних значень) збурювального фактора, але коли його значення перевищать певну межу – виходить зі стану рівноваги, до якого вже може не повернутися навіть після повного припинення збурювального впливу. Так, каліфорнійські секвойні ліси досить стійкі до пожеж (товстий шар кори тощо), однак під час згорання лісу він відновлюється вкрай повільно або ж не відновлюється зовсім.

Для кількісної характеристики стійкості екосистеми (чи біосистеми) необхідно оцінити силу впливу на системи якогось чинника і зміни у системі у відповідь на цей вплив. Так, при резистентній стійкості вивчаємо, за якого інтервалу температур система зберігає притаманні їй структурно-функціональні особливості. Так, гомойотермні тварини мають відносно сталу температуру в широкому діапазоні температур зовнішнього середовища. Це має дуже важливе практичне значення в екологічному прогнозуванні. Часто доводиться прогнозувати зміни в екосистемах у відповідь на різні антропогенні навантаження. Це і є, по суті, оцінкою стійкості екосистем при різних впливах на них. На екосистемному рівні стійкість знаходить свій прояв у відносно постійному рівні вуглекислоти в атмосфері. У відповідь на зростання концентрації двоокису вуглецю активізуються процеси фотосинтезу (відзначимо, що сучасний рівень вуглекислого газу є лімітуючим продуктивність рослин фактором), а частина, розчиняючись у воді, зв'язується карбонат-бікарбонатною системою. Але якщо буферна ємність вичерпана, регуляція істотно порушується.

Для пружної стійкості кількісною характеристикою слугує сила впливу, після припинення якого система здатна повернутися до вихідного стану, а також швидкість, з якою система повертається до попереднього стану.

Гомеостаз – здатність біологічних систем до саморегуляції при зміні умов навколишнього середовища; для організму збереження постійності внутрішнього середовища організму і стійкість основних фізіологічних функцій при зміні зовнішніх умов. Підтримка гомеостазу – неодмінна умова існування як окремих

клітин і організмів, так і цілих біологічних співтовариств й екосистем.

Концепція гомеостазу екосистеми в екології була розроблена Ф. Клементсом. Рівновага в екосистемах підтримується процесами зі зворотним зв'язком. Гомеостаз – це здатність популяції або екосистеми підтримувати стійку динамічну рівновагу в змінних умовах середовища.

Поняття гомеостазу широко використовується в екології для характеристики стійкості різних систем. Гомеостаз клітки визначається специфічними фізико-хімічними умовами, відмінними від умов зовнішнього середовища. Гомеостаз багатоклітинного організму – обумовлений підтримкою сталості внутрішнього середовища. Константами гомеостазу тварин є об'єм, склад крові та інших рідин організму. Гомеостаз популяції визначається підтримкою просторової структури, щільності й генетичної різноманітності. Внаслідок гомеостатичної регуляції підтримуються сталість складу і чисельності популяцій у співтовариствах. На рівні екосистем гомеостаз виявляється в найбільш стійких формах взаємодії між видами, що виражається в пристосованості до особливостей середовища і підтримці циклів кругообороту біогенів. Можна розглядати навіть гомеостаз біосфери, в якій взаємодія різноманітних організмів підтримує сталість газового складу атмосфери, склад ґрунтів, складу і концентрації солей Світового океану та ін.

Загалом стійкість екосистем можна визначити як здатність геосистем активно зберігати свою структуру і характер функціонування у просторі та часі під час дії змінних умов зовнішнього середовища.

У відповідь на зовнішні дії системи можуть:

- а) не реагувати на дії;
- б) змінюватися, але в межах інваріанта (інваріантний – незмінний);
- в) зазнавати порушення структури і виходити за межі інваріанта.

Після виходу за межі інваріанта система в одних випадках може відновити свій колишній стан, в інших це повернення неможливе.

Відсутність реакції екосистеми на зовнішню дію може бути пов'язана з її низькою чутливістю до цього виду дії через слабкі внутрішньосистемні зв'язки або значний незбіг характерного часу чинника, що впливає на системи, і самої системи. У цьому разі логічніше говорити про *псевдостійкість*, оскільки екосистема залишається незмінною, тому що вона просто не випробує дій.

Якщо екосистема залишається в межах інваріанта, можна говорити про стійкість у класичному вигляді. Коли система виходить за межі інваріанта, то надалі вона повертається в колишній стан або перестає існувати в колишньому вигляді, оскільки зміна інваріанта – це формування нової системи.

Відновлюваність – це здатність системи повертатися до первинного стану після виходу з нього під впливом зовнішнього чинника. Час відновлення первинного стану системи може бути різним: від кількох годин (наприклад, відновлення нормального стану атмосфери після залпового атмосферного викиду забруднювальних речовин) до багатьох сотень років (наприклад, відновлення ландшафтів субполярного поясу після їх антропогенної деградації).

Якщо відновлення екосистеми не відбувається, це означає, що її запас стійкості був недостатнім.

Особливий характер має такий вид стійкості екосистем, як *здатність до самоочищення від забруднення*. Він вирізняється не за характером, механізмами стійкості, а за виглядом дії. Здатність до самоочищення від забруднень може бути віднесена до пружності (якщо забруднення не зумовило великих перебудов у екосистемі) або до відновлюваності (якщо забруднення призвело до виходу екосистеми за межі інваріанта).

Виокремлені форми та види стійкості систем посідають певне місце в системі складних механізмів забезпечення стійкості екосистем під час дії зовнішнього чинника, а також відіграють певну роль у формуванні стійкості кожної конкретної системи. Тобто можна говорити про існування співвідношення між формами стійкості систем і зовнішніми навантаженнями.

Ці закономірності мають велике значення під час завдання нормування антропогенних дій і їх екологічного контролю. Норми повинні бути диференційовані залежно від того, яку форму (вигляд) стійкості потрібно зберегти (реалізувати) при певному виді функціонального використання екосистеми. Так, якщо розглядати як норму гранично-дозволену концентрацію (ГДК) викиду SO₂ у межах селітебної зони, то вплив цієї забруднювальної речовини в межах ГДК не призведе до істотного впливу на здоров'я людей. Проте забруднення хвойного лісу навіть у межах ГДК діоксидом сірки призведе до порушення лісової екосистеми через те, що хвойні дерева мають інший з людиною поріг чутливості і норма за цією забруднювальною речовиною становитиме в 2,5 рази менше, ніж для людини. Із цього прикладу зрозуміло, що на різні функціональні одиниці екосистеми різні забруднювальні речовини та інші антропогенні фактори (шум, електромагнітні поля тощо) мають різний вплив, а ослаблення одного з елементів системи може призвести до перерозподілу функцій серед елементами в системі, їх порушення і зміщення балансу речовин і енергії в системі в цілому.

Усі біо- та екосистеми є саморегульовальними системами зі здатністю до самоорганізації та накопичення негентропії.

В основі регуляції будь-яких процесів лежить механізм зворотного зв'язку. Якщо вихідні параметри системи впливають на вхідні, то система регулюється петлею зворотного зв'язку. Якщо зростання вихідних параметрів призводить до зростання вхідних, спостерігається позитивний зворотний зв'язок, у протилежному разі – негативний. Реалізований механізм негативного зворотного зв'язку ми маємо нагоду спостерігати в будові механізму регуляції рівня води в надунітазному бачку. Коли рівень води в ньому сягає мінімуму (при спусках води), максимально відкривається отвір, з якого наповнюється водою бачок. У міру його наповнення поплавок піднімається і через важіль зменшує отвір водогінного сифона, аж поки не закрий його зовсім. Тобто чим вищий рівень води в бачку, тим повільніше йде його наповнення водою, і нарешті при певному рівні течія води припиняється.

Позитивний зворотний зв'язок можна спостерігати на пожежах – чим більше

полум'я охоплює довкілля, тим швидше воно поширюється, аж поки не вигорить усе, що може горіти, після чого пожежа припиняється.

Стосовно живої матерії, то позитивний зворотний зв'язок спостерігається при j-подібному рості популяції, при спалахах чисельності видів, при пандеміях тощо.

Негативний зв'язок спостерігається на кожному кроці – збільшення щільності популяції вище певного рівня призводить, як правило, до зниження темпів росту особин і темпу збільшення популяції в цілому. Так, при S- подібному рості популяції 3-тя і 4-та фази росту є взірцями негативного зворотного зв'язку; він покладений також в основу регуляції ферментативної активності, різноманітних фізіологічних процесів тощо. Так, активний розвиток фітопланктону призводить до зменшення проникненості світла, внаслідок чого сповільнюється подальший його розвиток. Внесення в ґрунт азотних добрив значною мірою інгібує активність азотфіксаторів. Часто неврахування механізмів саморегуляції спотворює результати екологічних досліджень. Так, при визначенні продукції за склянковим методом, відразу після того як вода опиняється в замкненому просторі, запускаються механізми регуляції фотосинтетичної активності: концентрація CO_2 зменшується, як і концентрація всіх біогенів, що використовуються в процесі фотосинтезу, що неминуче знижує активність фотосинтетичної діяльності рослин; з іншого боку, зростання концентрації кисню, у свою чергу, інгібує фотосинтез. Крім того, як показано експериментами з радіоактивними мітками, навколо фітопланктону протягом кількох хвилин чи навіть секунд утворюється простір, позбавлений біогенів, що відразу блокує фотосинтез: у природних умовах це компенсується турбулентністю водних мас, переміщенням фітопланктону, потоком метаболітів від зоопланктерів тощо. Таким чином, чим вищий рівень фотосинтезу, тим істотніше спотворюються результати його вимірів за методом світлих і чорних склянок.

Згідно із законом Ле-Шательє – Брауна будь-яке відхилення параметрів системи від рівноважного їх стану запускає механізми, що стабілізують стан системи.

На популяційному рівні вкрай важливий механізм регуляції розмірної структури ґрунтується на виділенні гідробіонтами видоспецифічних екзометаболітів – речовин, що істотно впливають на темп росту представників свого виду і майже на впливають на особин іншого виду. Це явище детально досліджене на молодняку риб, личинках амфібій тощо. В усіх випадках при певній концентрації організмів спостерігається максимальний темп росту, причому значно вищий, ніж при меншій концентрації організмів (типовий позитивний зворотний зв'язок. Подальше зростання щільності особин призводить до значної диференціації в розмірах та темпі росту: група особин, що виділяються великими розмірами, має значно вищий темп росту, ніж більшість особин. Причому якщо цих великих представників вилучити, ТО ВС місце тут же займуть інші особини із дрібних. Але якщо дрібні та великі просторово розмежовані (знаходяться в різних акваріумах, але вода циркулює між ними, то різниця в рості та його темпах зберігається) – тут ми маємо, з одного боку, негативний зворотний зв'язок (оскільки в цілому темп росту значно сповільнюється),

а з іншого – "спробу" популяції шляхом диференціації свого розмірного складу уникнути гострої конкуренції за трофічні ресурси (аж до канібалізму з боку великих особин).

Досить цікавими є механізми регуляції метаболічних процесів у пойкилотермних тварин. Вважається, що "холоднокровні" тварини мають таку температуру тіла, як температура зовнішнього середовища. Частково це так, хоч добре відомо, що у комах у польоті температура тіла значно вища від температури навколишнього повітря.

Крім того, багато які пойкилотермні істоти в різний час доби залежно від свого фізіологічного стану обирають певні ділянки з тією чи іншою температурою. Так, рептилії люблять погрітися на сонечку. Але значно менше відомо, що риби також істотно змінюють рівень свого метаболізму, перебуваючи в певних горизонтах води з різною температурою.

Прагнення до більш теплих ділянок після споживання їжі притаманне багатьом рептиліям, амфібіям і риbam, що сприяє активації процесів травлення і пришвидшує метаболічні процеси в цілому. З іншого боку, для риб показано значення переміщення в більш холодні горизонти води для більш економного використання наявних кормових ресурсів (шляхом зниження рівня метаболізму в умовах більш низьких температур).

На екосистемному рівні регуляція знаходить свій прояв і в екологічній сукцесії – й авто- і гетеротрофна сукцесії йдуть у напрямку досягнення термодинамічної рівноваги системи, коли вся доступна системі енергія (енергія, асимільована системою) йде на підтримання її впорядкованості. Тобто величина чистої продукції системи прагне до нуля, а вся енергія йде на підтримання негентропії.

Це проявляється й у взаємозв'язку речовинно-енергетичних і інформаційних процесів в екосистемі. Стабільність системи забезпечується їх збалансованістю та узгодженістю.

Кількісною характеристикою регуляторних можливостей системи є порівняння відносних змін екологічного фактора та параметрів системи. Так, оцінюючи можливість осморегуляторних механізмів, ми порівнюємо зміну солоності (у скільки разів) і концентрації солей у тканинних рідинах організму. На екосистемному рівні можна порівнювати рівень освітленості й рівень фотосинтезу, ступінь забруднення середовища (концентрацію забруднювальних речовин) і значення найбільш вагомих параметрів екосистеми – інформаційних, речовинно-енергетичних.

Антропогенний і техногенний вплив на екосистему здатний викликати деградацію її компонентів або їх сполук (руйнування або істотне порушення природних екологічних зв'язків, що зумовлюють обмін речовин та енергії у межах геоекосистеми). Деградація структури системи загалом – крайній ступінь зміни, що виявляється у суцільній втраті здатності відповідної території виконувати відновні функції. Суцільна деградація починається з деградації одного компонента і поступово охоплює всі інші. Так, найчастіше негативні зміни ландшафту

починаються з деградації ґрунтів унаслідок забруднення, потім за ланцюговою реакцією зазнає змін фітоценоз і залежні від нього консументи тощо. Саме тому, що все зв'язано з усім, зміни компонентів екосистеми внаслідок антропогенного впливу необхідно розглядати комплексно.

Вплив антропогенних чинників на екосистеми багатоплановий.

За обсягом викидів одне з перших місць посідають автотранспорт і теплоенергетика, поставляючи в атмосферу продукти згорання викопного палива (вугілля, нафти, газу) і їх похідних (мазуту, бензину та ін.). Основні забруднювачі – оксиди вуглецю й азоту, сірчистий ангідрид, пил, нафтопродукти, токсичні важкі метали (свинець, кадмій, ртуть, цинк та ін.) і поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ).

Особливо високі концентрації важких металів у викидах та осадах очисних споруд гальванічних виробництв, де концентрація кадмію, вісмуту, олова і срібла в тисячі, а свинцю, міді, хрому, цинку і нікелю – в сотні разів вища за кларки літосфери. Високими клерками концентрації характеризуються також підприємства з переробки кольорових металів, машинобудівні та металообробні заводи, інструментальні цехи, пил яких вирізняється найширшою асоціацією забруднювачів – до них належать вольфрам, сурма, кадмій, ртуть, свинець, вісмут, олово, мідь, срібло, цинк і миш'як. Окремі виробництва мають свої специфічні забруднювачі (зварювання і виплавлення спецсплавів – марганець; переробка брухту кольорових металів – миш'як; металообробка – ванадій; виробництво нікелевого концентрату – нікель, хром, кобальт; алюмінію – алюміній, берилій, фтор та ін.).

Нафтопереробна, нафтохімічна промисловість викидає в довкілля головним чином газоподібні сполуки (оксиди азоту, вуглецю, діоксид сірки, вуглеводні, сірководень, хлористі й фтористі сполуки, феноли та ін.), вміст яких іноді в десятки і сотні разів перевищує їх гранично допустимі концентрації (ГДК) в атмосфері. Деякі хімічні виробництва, крім газів, викидають в довкілля багато мікроелементів.

Будіндустрія відрізняється загалом меншими концентраціями хімічних елементів у відходах. Серед підприємств будівельних матеріалів великим техногенним навантаженням на середовище вирізняються цементна промисловість, виробництво вогнетривкої цегли і теплоізоляційних виробів, у пилу яких є сурма, свинець, срібло, іноді ртуть.

За ступенем концентрації і комплексом хімічних елементів- забруднювачів комунально-побутові відходи (побутове сміття, каналізаційні осади, мули міських очисних споруд) не поступаються промисловим відходам.

Звалища також є вторинними джерелами забруднення довкілля. На деяких із них за багато років накопичуються великі маси різноманітних побутових, а іноді й промислових відходів. Ґрунти звалищ і фільтрати у десятки і сотні разів порівняно з фоновими ґрунтами збагачені цинком, міддю, оловом, сріблом, свинцем, хромом та іншими елементами. Розвіювання матеріалу звалищ і просочування стоків призводять до забруднення навколишніх ґрунтів, поверхневих і підземних вод.

За законами техногенної міграції забруднення одного з компонентів

ландшафту впливає на хімічний стан усіх інших, зумовлюючи їх забруднення.

Стійкість екосистеми до антропогенно-техногенного впливу визначається її здатністю протистояти цьому впливу та зберігати нормальне функціонування (здатність до відновлення після припинення техногенного впливу та повернення зі зміненого стану до нормального режиму функціонування).

Відновлення та самоочищення компонентів екосистем – початкова фаза відновлення і біогенезу, і природних ресурсів. Актуальність питань відновлення та самоочищення екосистем пов'язана із глобалізацією антропогенно- техногенного впливу на довкілля та потреби побудови науково обґрунтованих відносин з довкіллям. Це усвідомлення антропогенно-техногенної стійкості ландшафту порушує питання про її оптимізацію. Оптимізація цих процесів базується на результатах моніторингу та геоекологічному прогнозуванні стану довкілля.

Завдання ландшафтно-екологічного прогнозування – узагальнення інформації про рівень стійкості геосистем, умови та динаміку процесів самоочищення. Однак отримання саме цієї інформації є найскладнішою і недостатньо розробленою частиною прогнозування. Складність питання полягає у визначенні комплексного граничного стану ландшафту, що є межею його можливостей до самоочищення та збереження всіх популяцій живих організмів за умов відновлення ландшафту. Комплексність її оцінки в межах ландшафту полягає і в потребі врахування стану біотичного та абіотичних складників кожного компонента ландшафту і всіх векторів антропогенно- техногенного впливу, враховуючи їх синергізм.

Поняття стійкості ландшафту до антропогенно-техногенного навантаження в межах того чи іншого виду господарської діяльності стикається з визначенням межі екологічного ризику ландшафту. Існує мінімальна величина зовнішнього впливу, що зумовлює відмову екосистеми, – це потенціал саморегуляції природно-територіального комплексу або ландшафту.

Самостійна робота студентів:

1. Які групи факторів обумовлюють розвиток та принципи їх розвитку?
2. Які існують принципи екологічної стійкості?
3. Групи біосферних нормативів навантажень.
4. Класифікація принципів екологічної мотивації.

Практична робота 3

Методика визначення антропогенної трансформації порушеної екосистеми

1. Класифікація процесів впливу на природу.
2. Характеристика процесів антропогенного впливу.
3. Антропогенні проблеми навколишнього середовища.

Потреба в точному та уніфікованому способі визначення впливу людської діяльності на екосистеми стосується розробок екологічних теорій та природоохоронної практики. З одного боку, успішна та ефективна охорона й експлуатація природних ресурсів неможлива без базових екологічних теорій. Вони,

у свою чергу, повинні бути уніфікованими та створювати єдину систему описану за допомогою математичних моделей. З іншого боку, взаємодія соціуму з довкіллям не можлива без прогнозування її наслідків. Останнє вимагає інтегрування системи визначення різнопланових впливів на екосистеми.

Незважаючи на півстолітній досвід пошуків методів інтеграції, на сьогодні не було створено дієвої концепції визначення інтегрованого показника впливу діяльності людини на довкілля. Глобальні проблеми конфлікту антропогенного тиску на середовище і соціального розвитку та спроби його розв'язання, які лише загострилися на початок XXI століття, роблять цю проблему надзвичайно актуальною. Вона напряду пов'язана з численними проектами, щодо охорони та експлуатації екосистем. Це насамперед прогнози наслідків зміни людської діяльності під час розбудови об'єктів ПЗФ та планування організації виробництва.

Відомо, що велика кількість факторів антропогенного впливу спричиняє значну кількість різнопланових змін в екосистемах. Живі системи різного рівня, намагаючись зберегти гомеостаз, адаптуються до цих трансформацій. Сюди належать як відхилення у фізіології чи морфології окремих організмів, так і реакції вищого порядку. Наприклад, популяції реагують на антропогенну трансформацію як і на інші фактор середовища. Відбувається перерозподіл чисельності або проективного покриття представників ценопопуляції залежно від їхніх меж толерантності до цих факторів. На рівні біоценозів та екосистем відбувається перерозподіл видового складу та зміни упакування еконіш. Вплив окремих факторів на екосистеми неможливо аналізувати лише через їхню сумарну дію. Відбуваються системні зміни, зумовлені антропогенним впливом, спричиняють домінування видів із різним ступенем толерантності до людської діяльності. Отже, ми можемо визначати величину антропогенного фактора через присутність або співвідношення між видами із різною антропотолерантністю. Здебільшого людська діяльність супроводжується різними видами впливу на енергетичні показники екосистем і характеристики її едафотопу. Ми спостерігаємо зниження запасів фітомаси через вплив температурного шоку, виведення її за межі екосистеми та формування незаселених представниками біоти субстратів. Водночас чверть випадків супроводжується закономірною зміною співвідношення біоморф автотрофів, що відображається у співвідношенні між блоками надземної фітомаси різного віку. Як виняток, випадки обумовлені зміною водного режиму, запровадження заповідного режиму та насадженнями багаторічників. Перші два випадки діють опосередковано на кількість фітомаси та її вік. Вони здатні запускати та прискорювати процеси автогенної сукцесії, що супроводжують закономірне зростання фітомаси. Насадження багаторічників, що мають біоморфи характерні для більш просунутих стадій автогенної сукцесії впливають аналогічно. В окремих випадках спостерігається порушення едафічних умов, що зміщує стан екосистем ближче до піонерного (гірнична діяльність, рекреація, будівництво, рільництво й випасання домашніх тварин). Це дає змогу використати зміни фізіономіки фітоценозу та його видового складу, що супроводжують ці процеси, для встановлення інтегрованого

показника антропогенної трансформації. Для змін, які не відповідають цим параметрам, можна використати інші системи ознак (наявність гідротехнічних споруд, культурних та інтродукованих видів, тощо...). Спираючись на принципи системного підходу ми можемо виділити логічний ланцюг: гемеробія видів → гемеробія угруповань → гемеробія екосистем. Тут гемеробія і антропоотолерантність є синонімами [17]. Опираючись на класичне визначення це здатність організмів (у нашому випадку – рослин) перебувати та функціонувати у змінених до певної міри людиною екотопів. Це робить гемеробію індикаторним фактором для визначення ступеня антропогенної трансформації. Для цього ми можемо застосовувати принципи закладені спільно із Я.П. Дідухом у 2007 році [6]. На першому етапі використовуються діагностичні ознаки, обумовлені різними видами і різною глибиною антропогенної трансформації екосистем. Силу впливу кожного чинника розділена на три категорії із своїм набором діагностичних ознак. Кожна із них має свій набір діагностичних ознак (табл. 1). Це дає змогу створити 18-бальну шкалу, яка непогано зарекомендувала себе в останнє десятиліття. Вона не потребує дроблення чи генералізації. Однак за такими візуальними загальними ознаками ми не можемо отримати більш точний результат. Ми були б вимушені значно збільшувати число параметрів, які описують кожен антропогенний вплив та споруджувати складну систему обрахунків для їхньої інтеграції. Це ускладнює та здорожчує процедуру його визначення, тому доцільніше скористатися реакцією на них популяцій автотрофів. Ценопопуляції адаптуються до окремих видів діяльності людини, і до їхньої спільної холистичної дії. Отже, можуть проявляти евритопність чи стенотопність на шкалі гемеробності.

Біосистеми різного рівня організації життя реагують на антропогенні впливи, як і на інші чинники навколишнього середовища. Спостерігається пряма дія окремих впливів людини на екосистеми та їхнє холистичне поєднання. На рівні окремих видів та ценопопуляцій спостерігаються різні амплітуди щодо показників антропогенної трансформації. Розподіл величини проєктивного покриття окремих видів вздовж шкали антропогенної трансформації відповідає закону оптимуму. Це дає змогу використовувати стандартний синфітоіндикаційний підхід до встановлення величини антропогенного впливу.

Самостійна робота студентів:

1. Дайте визначення поняттю «антропогенний вплив на навколишнє середовище» і охарактеризуйте «нейтральні», «негативні» і «позитивні» типи впливів.

2. Які підходи використовуються для класифікації процесів порушення якості навколишнього середовища?

3. Визначте основні негативні проблеми, пов'язані з використанням природних ресурсів.

4. Дайте визначення поняттю «забруднення довкілля» і наведіть класифікацію забруднень за Г. В. Стадницьким і А. І. Радіоновим.

5. Перелічіть основні види антропогенного забруднення навколишнього

середовища.

6. Охарактеризуйте екодеструктивний антропогенний вплив на ґрунти.
7. Охарактеризуйте екодеструктивний антропогенний вплив на водні системи.
8. Визначте антропогенні передумови і негативні наслідки трансформації рельєфу.
9. Охарактеризуйте форми прямого і непрямого впливу на біоту, що призводять до деградації екосистем.
10. Охарактеризуйте проблему зниження інформаційної цінності природних систем з точки зору впливу на людину

Практична робота 4

Гомеостаз екосистем

1. Різноманіття середовищ існування організмів

2. Значення гомеостазу для живих систем

3. Підтримання гомеостазу на прикладі організму людини

Частина природи, яка оточує живий організм і з якою він безпосередньо взаємодіє, називають середовищем існування. Живі організми постійно пристосовуються до нього й регулюють свою життєдіяльність відповідно до його змін.

Існують різні способи класифікації середовищ існування. У попередніх класах ви вже дізналися, що існують водне, наземне та повітряне середовища існування. Особливими середовищами існування є ґрунт та живі організми (всередині й на поверхні цих організмів можуть жити інші організми).

Але, враховуючи значний вплив людини на природу, актуальною є класифікація середовищ існування, яка констатує ступінь змінення середовища людиною. Згідно з цією класифікацією, виділяють природне, антропогенно-змінене і штучне середовища (мал. 3.1).

Природним називають середовище, яке не було (або майже не було) змінене людською діяльністю. Прикладами таких середовищ можуть бути екосистеми заповідників, печер та інших місць, до яких утруднено доступ людини.

Антропогенно-зміненим є середовище, на яке людина достатньо сильно впливає, і це є причиною змін у цих середовищах. Прикладом такого середовища може бути річка Дніпро, течія якої зарегульована системою водосховищ, а у воду постійно надходять різноманітні забруднення антропогенного походження.

Штучні середовища створюються людиною. Організми, які живуть у таких середовищах, використані людиною в різноманітних господарських або наукових цілях. До штучних середовищ належать поживні середовища для вирощування мікроорганізмів у лабораторіях, середовища в біотехнологічних реакторах на виробництві, гідропонні культури тощо.

Гомеостаз — це відносна сталість складу та властивостей біологічних та

екологічних систем. Він є характерною ознакою всіх рівнів організації життя і необхідною умовою для функціонування біологічних та екологічних систем різних рівнів організації. У результаті процесів взаємодії елементів системи та впливу на неї різних факторів гомеостаз постійно порушується, але одразу ж і відновлюється. Це відновлення здійснюється завдяки саморегуляції біологічних систем.

На рівні окремих клітин або одноклітинних організмів гомеостаз підтримується завдяки прискоренню чи уповільненню біохімічних реакцій, зміні ступеня проникності клітинної мембрани та регуляції роботи певних генів. В екосистемах стабільність підтримується завдяки зміні кількості особин у популяціях видів, взаємодії різних видів між собою, впливу організмів на стан середовища (наприклад, формування особливих мікрокліматичних умов у лісовому масиві) тощо.

Підтримання гомеостазу організму людини можливо за умов відносної стабільності кількох параметрів його внутрішнього середовища. Параметри внутрішнього середовища організму людини, які є важливими для підтримання гомеостазу:

кров'яний тиск (у дорослої людини — 120/80 мм рт. ст.);

температура тіла (35,5—37 °С);

pH крові (7,3-7,45);

концентрація гормонів;

концентрація кисню та карбон (IV) оксиду в крові;

концентрація глюкози в крові;

концентрація солей мінеральних речовин у рідинах організму.

Це забезпечується діяльністю трьох регуляторних систем: нервовою, гуморальною та імунною. Нервова й гуморальна системи регулюють і координують роботу органів, а імунна захищає організм від порушень, які можуть спричинити інші організми або шкідливі речовини.

Нервова регуляція здійснюється за допомогою імпульсів, що передаються по мембранах нервових клітин, тоді як гуморальна система регулює процеси в організмі за допомогою спеціальних хімічних речовин — гормонів. Взаємозв'язок двох типів регуляції проявляється в тому, що нервова й гуморальна системи впливають одна на одну. Так, нервова система може спричиняти зміну інтенсивності виділення біологічно активних речовин, а дія гормонів може зумовлювати виникнення нервових імпульсів і регулювати роботу окремих частин нервової системи.

Різноманітні фактори постійно впливають на організм людини і порушують його гомеостаз. З незначними впливами організм здатен упоратися досить легко, а із сильними — складніше. Прикладом сильного впливу може бути стресова реакція.

Стрес — це неспецифічна нейрогуморальна відповідь організму на сильний зовнішній вплив. Він виникає в разі дії на організм чинників, які порушують гомеостаз. Основна функція стресу — це адаптація організму до умов, що змінилися, його пристосування до конкретної ситуації.

У стресовій ситуації організм мобілізує свої ресурси і повертає гомеостаз до стану рівноваги. Але це працює тільки на відносно коротких проміжках часу, адже

ресурси організму, які мобілізує стрес, не є нескінченними. Якщо стресова ситуація стає тривалою, то це починає негативно відбиватися на стані організму.

Вплив тривалого стресу на різні системи організму людини

Система	Можливі наслідки дії стресу на систему
Нервова	Зміна настрою, депресія, порушення концентрації, головний біль
Кровоносна	Підвищення частоти скорочень серця та артеріального тиску
Імунна	Зменшення здатності протистояти інфекціям
Травна	Болі у шлунку, нудота
Статева	Порушення роботи репродуктивних органів
Опорно-рухова	Біль у суглобах і м'язах, порушення структури кісткової тканини

Всі живі організми є живими системами і входять до складу більш складних систем (у тому числі до складу екосистем). Наявність кількох рівнів організації є характерною рисою всіх живих систем.

Самостійна робота студентів:

1. До якого типу середовищ існування можна віднести поле кукурудзи? Відповідь обґрунтуйте.
2. Виберіть біологічну систему одного з рівнів організації живого і складіть список факторів, які можуть порушити її гомеостаз.
3. На прикладі конкретної екосистеми поясніть, як відбувається підтримання рівноваги в цій конкретній екосистемі.
4. Складіть списки позитивних і негативних наслідків стресу в людини.

Практична робота 5

Оцінка побутових і промислових відходів

1. Напрями державної політики
2. Права громадян на поводження з відходами
3. Права підприємств на поводження з відходами

Екологічне законодавство України визначило основні напрями державної політики щодо поводження з відходами:

- а) забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними;
- б) зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності;
- в) забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів;
- г) сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого

повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів;

д) забезпечення безпечного видалення відходів, що не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами;

е) організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини;

є) здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;

ж) сприяння створенню об'єктів поводження з відходами;

з) забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами;

і) обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації.

Серед мір, спрямованих на забезпечення екологічної безпеки, важливе місце займають правові заборони, екологічне ліцензування, екологічна стандартизація, сертифікація й експертиза, екологічний моніторинг і аудит, екологічне планування і прогнозування, нормування, лімітування і страхування. Їхній правовий зміст стосовно до екологічної безпеки передбачено в різних актах екологічного законодавства і заслуговує короткого позначення. Правові заборони являють собою міри, спрямовані на повне усунення визначених видів екологічно небезпечної діяльності. Ними, наприклад, є заборони, передбачені в ст. 33 Закону «Про відходи», щодо поховання відходів, для переробки яких мають відповідні технології. Згідно статті 7 Закону «Про відходи» у сфері поводження з відходами встановлюються такі нормативи:

- граничні показники утворення відходів у технологічних процесах;
- питомі показники утворення відходів, використання та втрат сировини у технологічних процесах;
- інші нормативи, передбачені законодавством.

Нормативи у сфері поводження з відходами, розробляються відповідними міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, підприємствами, установами та організаціями за погодженням із спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у сфері поводження з відходами.

Громадяни України, іноземці та особи без громадянства у сфері поводження з відходами мають право на:

а) безпечні для їх життя та здоров'я умови при здійсненні операцій щодо поводження з відходами;

б) одержання в установленому порядку повної та достовірної інформації про безпеку об'єктів поводження з відходами як тих, що експлуатуються, так і тих, будівництво яких планується;

в) відвідування в установленому порядку спеціально відведених місць чи об'єктів поводження з відходами;

- г) участь в обговоренні питань, пов'язаних із розміщенням, проектуванням, спорудженням та експлуатацією об'єктів поводження з відходами;
- д) екологічне страхування відповідно до законодавства України;
- е) відшкодування шкоди, заподіяної їх здоров'ю та майну внаслідок порушення законодавства про відходи.

Підприємства, установи та організації усіх форм власності у сфері поводження з відходами мають право на:

- а) одержання в установленому порядку інформації про технології утилізації відходів, будівництво та експлуатацію об'єктів поводження з відходами;
- б) зберігання відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах відповідно до санітарних норм і правил утримання територій;
- в) внесення пропозицій, пов'язаних з розміщенням, проектуванням, будівництвом та експлуатацією об'єктів поводження з відходами;
- г) одержання в установленому порядку пільг у разі участі у створенні об'єктів поводження з відходами;
- д) участь у розробленні місцевих, регіональних та загальнодержавної програм поводження з відходами.

Підприємства, установи та організації усіх форм власності у сфері поводження з відходами зобов'язані:

- а) запобігати утворенню та зменшувати обсяги утворення відходів;
- б) забезпечувати приймання та утилізацію використаних вітчизняних та імпортованих пакувальних матеріалів і тари, в яких знаходилась продукція підприємств, установ чи організацій, або укладати угоди з відповідними організаціями на її збирання та утилізацію;
- в) визначати склад і властивості відходів, що утворюються, а також за погодженням із спеціально уповноваженими органами виконавчої влади у сфері поводження з відходами ступінь їх небезпечності для навколишнього природного середовища та здоров'я людини;
- г) на основі матеріально-сировинних балансів виробництва виявляти і вести первинний поточний облік кількості, типу і складу відходів, що утворюються, збираються, перевозяться, зберігаються, обробляються, утилізуються, знешкоджуються та видаляються, і подавати щодо них статистичну звітність у встановленому порядку;
- д) забезпечувати повне збирання, належне зберігання та недопущення знищення і псування відходів, що мають ресурсну цінність та підлягають утилізації;
- е) брати участь у будівництві об'єктів поводження з відходами;
- є) здійснювати організаційні, науково-технічні та технологічні заходи для максимальної утилізації відходів, реалізації чи передачі їх іншим споживачам або підприємствам, установам та організаціям, що займаються збиранням, обробленням та утилізацією відходів, а також забезпечувати за власний рахунок екологічно обґрунтоване видалення тих відходів, що не підлягають утилізації;
- ж) не допускати змішування відходів, якщо це не передбачено існуючою

технологією та ускладнює поводження з відходами або не доведено, що така дія відповідає вимогам підвищення екологічної безпеки;

з) не допускати зберігання та видалення відходів у несанкціонованих місцях чи об'єктах;

и) здійснювати контроль за станом місць чи об'єктів розміщення власних відходів;

і) своєчасно в установленому порядку вносити плату за розміщення відходів;

ї) надавати місцевим органам виконавчої влади та органам місцевого самоврядування, спеціально уповноваженим органам виконавчої влади у сфері поводження з відходами інформацію про відходи та пов'язану з ними діяльність, у тому числі про випадки несанкціонованого попадання відходів у навколишнє природне середовище та вжиті щодо цього заходи;

й) призначати відповідальних осіб у сфері поводження з відходами;

к) забезпечувати розробку в установленому порядку та виконання планів організації роботи у сфері поводження з відходами;

л) відшкодовувати шкоду, заподіяну навколишньому природному середовищу, здоров'ю та майну громадян, підприємствам, установам та організаціям внаслідок порушення встановлених правил поводження з відходами, відповідно до законодавства України;

м) забезпечувати професійну підготовку, підвищення кваліфікації та проведення атестації фахівців у сфері поводження з відходами.

Самостійна робота студентів:

1. Дайте загальну характеристику утворення промислових відходів в Україні
2. Проаналізуйте проблему накопичення промислових і побутових відходів.
3. Які шляхи вирішення проблеми накопичення відходів в Україні ви пропонуєте?
4. Назвіть законодавчі акти у сфері поводження з відходами.
5. Які нормативи у сфері поводження з відходами встановлюються згідно статті 7 Закону «Про відходи»?

Практична робота 6

Процеси евтрофікації та деєвтрофікації в природних екосистемах

1. Поняття евтрофікації
2. Антропогенний вплив на гідросферу
3. Причини порушення якості природних вод
4. Принципи оцінки екологічного стану водойм
5. Способи охорони водойм

Евтрофікація полягає в збагаченні води біогенними елементами, особливо азотом і фосфором, внаслідок чого зростає первинна продукція органічної речовини завдяки фотосинтезу водоростей і вищих водяних рослин.

Вміст біогенних речовин у водних екосистемах може збільшуватись внаслідок автохтонних процесів (природна евтрофікація) — розкладу органічних речовин,

азотфіксації та переходу у воду біогенних елементів, захоронених у донних відкладеннях — і внаслідок надходження біогенних речовин ззовні, з алохтонних джерел (антропогенна евтрофікація) -вимивання з полів, надходження стічних вод тваринницьких комплексів, комунально-побутових та промислових стічних вод, які несуть з собою значну кількість азоту і фосфору.

Причиною прискореної евтрофікації може стати зарегулювання річкового стоку, коли велика кількість біогенних елементів вимивається з затоплених ґрунтів.

За джерелами надходження біогенів можна виділити три типи антропогенної евтрофікації: урбогенну, виникає внаслідок скидання неочищених від сполук фосфору та азоту міських стічних вод; агрогенну, причина — вимивання ґрунтовими водами та дощовими змивами мінеральних добрив з сільськогосподарських угідь; зоогенну, до неї призводить забруднення водойм стоками тваринницьких ферм або при багаторазовому водопοї та купанні великих черід худоби.

У ставкових рибних господарствах при великій щільності посадки риб евтрофікація може бути наслідком накопичення фосфорних та азотних сполук, екскретованих рибами. Крім того у ставкових господарствах евтрофікацію створюють цілеспрямовано шляхом внесення мінеральних добрив для підвищення кількості планктону — основної кормової бази риб.

Основними ознаками евтрофікації водойм є збільшення біомаси фітопланктону або інших автотрофних організмів (фітомікробентос, нитчасті водорості), масовий розвиток водоростей до рівня «цвітіння» води, зменшення концентрації розчиненого кисню на заключному етапі вегетації - - при масовому відмиранні водоростей та інших організмів. У залежності від кількості біогенів, що надходять у водну екосистему, може прискорюватись перехід оліготрофних водойм у мезотрофні і евтрофні.

Водорості і вищі водяні рослини при їх надходженні у водне середовище здатні накопичувати азот і фосфор у значній кількості. У цьому полягає одна з важливих особливостей біології водоростей, яка є основою механізму розвитку евтрофікації.

У лентичних екосистемах евтрофікація призводить до масового розвитку водоростей. Між здатністю водоростей до накопичення біогенних елементів і їх потенційними можливостями як до масового розвитку існує прямий корелятивний зв'язок, тому із зростанням вмісту цих елементів в екосистемі створюються сприятливі умови для масового розвитку фітопланктону, утворення первинної продукції органічної речовини і збагачення водного середовища киснем.

Нарощування біомаси фітопланктону деякою мірою позитивно впливає на функціонування водних екосистем: зростає кормова база для гідробіонтів наступних трофічних рівнів, збільшується чисельність і біомаса гетеротрофів. Але з часом між нарощуванням біомаси фітопланктону, утворенням органічної речовини і кількістю кисню, який витрачається на біологічну деструкцію і хімічне окиснення органічної речовини, починає виявлятися невідповідність. Органічної речовини утворюється більше, ніж її можуть розкласти мікроорганізми; накопичується органічна речовина, яка забруднює водні маси; одночасно стимулюється подальше зростання біомаси

фітопланктону, і це ще більше поглиблює і прискорює процес евтрофікації.

В евтрофованих водоймах суттєво змінюються фізико-хімічні властивості середовища: підвищується вміст біогенних і органічних речовин, знижується рівень насиченості води киснем, у придонних шарах води з'являються анаеробні зони, зростає каламутність і падає прозорість води. Накопичення надмірної кількості органічних речовин у донних мулових відкладеннях супроводжується утворенням метану, водню, сірководню, аміаку, які можуть виділятися у вигляді бульбашок, а при розчиненні у воді надають їй неприємного запаху і виявляють токсичну дію на рибу і безхребетних, особливо взимку в підлідний період, що призводить до придух і масової загибелі риби.

У високоевтрофних водоймах для більшості водних тварин • створюються несприятливі умови існування. Зменшується видове різноманіття промислово цінних видів риби. У місцях концентрування і розкладу синьозелених водоростей масово гине риба внаслідок отруєння продуктами розкладу цих водоростей та кисневого дефіциту, пов'язаного з їх гниттям. Слід однак зазначити, що масштаби і швидкість розвитку евтрофікації не завжди визначаються тільки надходженням біогенних елементів. Цей процес залежить ще й від інтенсивності водообміну, глибини водойми, об'єму води та ступеню кисневого насичення водних мас. У глибоких водоймах з достатнім водообміном евтрофікація відбувається дуже повільно, тоді як у слабопроточних і неглибоких водоймах вона протікає прискорено.

Антропогенна евтрофікація охоплює все більшу кількість водних об'єктів, розташованих на різних континентах Землі. Її наслідком є посилення «цвітіння» води або масовий розвиток нитчастих (бентосних) водоростей в озерах і водосховищах.

Для попередження евтрофікації найважливішими заходами є обмеження забруднення водойм біогенними елементами шляхом очищення міських стічних вод, створення водоохоронних зон по берегах річок, озер і водосховищ. Перспективним напрямком зниження евтрофікації вод і захисту їх від забруднення має бути фітомеліорація, тобто культивування вищої водної рослинності в прибережних зонах з метою перехоплення біогенних елементів, які надходять з полів, з тваринницьких ферм та населених пунктів.

Однією з найважливіших біологічних особливостей водоростей є здатність до накопичення азоту і фосфору при їх надходженні у водне середовище в значній кількості. Наявність цих елементів у воді стимулює розмноження водоростевих клітин, потенційні можливості яких до поділу надзвичайно високі. Так *Microcystis aeruginosa* протягом вегетативного сезону може утворювати від однієї клітини до 1020 нащадків. Саме тому збагачення води біогенними речовинами, особливо азотом і фосфором, викликає масовий розвиток водоростей. У високоевтрофних водоймах видове різноманіття флори збідніле. Переважають, в основному, кілька видів водоростей, які утворюють велику біомасу.

У морях внаслідок масового розвитку водоростей спостерігаються так звані «червоні припливи». Причиною їх появи є водорості родів золотисті (*Prymnesium*) і динофітові (*Cochlodinium*), які виділяють дуже небезпечні токсичні речовини для риби

та багатьох безхребетних.

У континентальних водоймах, особливо малопроточних водосховищах, найбільше значення у розвитку фітопланктону до рівня «цвітіння» води мають синьозелені водорості, особливо види родів *Microcystis*, *Aphanizomenon* і *Anabaena*. «Цвітінням» воно називається тому, що внаслідок масового розвитку планктонних водоростей вода набуває забарвлення (синьо-зеленого, зеленого, червоного, бурожовтого) в залежності від переважання пігментації видів-збудників. Розвиток синьозелених водоростей до рівня «цвітіння» лімітується вмістом фосфатів, швидкістю течії та її каламутністю. Саме цим пояснюється те, що у швидкотекучих «цвітіння» води практично не буває.

Екологічний механізм цього явища дуже складний і обумовлений взаємодією природних і антропогенних факторів. До останніх належить зарегулювання річкового стоку, наприклад таких рівнинних річок, як Дніпро, Дністер, Волга, Дон. Після залиття великих площ землі та переходу у воду біогенних речовин, утворення мілководних застійних зон, де вода інтенсивно прогрівається і слабо обмінюється, створюються найбільш сприятливі екологічні умови для масового розвитку синьозелених водоростей. У водосховищах України до їх числа належать види *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flosaquae*, *Anabaena* sp., причому перший вид домінує у водоростевих співугрупованнях і часто утворює монокультуру з біомасою до 40 кг/м³. У процесі розвитку мікроцистис проходить кілька стадій — донну, планктонну, нейстонну, стадію сухих кірок і спор. Наявність спор у циклі розвитку робить цей вид водоростей досить стійким до змін умов середовища.

Розрізняють різні ступені «цвітіння» води в залежності від кількості утвореної біомаси. В межах 0,5—0,9 мг/дм³ — слабке, 1,0—9,9 мг/дм³ -- помірне, 10—99,9 мг/дм³ -- інтенсивне і «гіперцвітіння», коли утворюється біомаси більше 100 мг/дм³.

Під час масового розвитку фітопланктону на поверхні водойм утворюється слизоподібні плівки, при зближенні яких формуються «плями цвітіння». У них може виділятися планктонна, нейстонна та гіпонеїстонна зони, що займають різні горизонти водної поверхні, а за забарвленням в межах «плям» вимальовуються зони зеленої, блакитної, бурої та білої плівок, де водорості перебувають на різних етапах деструкції. Поряд з основною колонією мікроцистиса в таких плівках зустрічаються значно менші скупчення інших видів водоростей (наприклад, афанізоменона), а також бактерії різних фізіологічних груп та віруси. Ці мікроорганізми утилізують органічні речовини відмерлих і відмираючих водоростей. Отже, «плями цвітіння» являють собою досить складні утворення (альгобактеріальні), в яких протікають переважно деструкційні процеси розкладу органічної біомаси.

У період максимального нагромадження «плям цвітіння» (липень—серпень) акваторія водосховища в штильову погоду має вигляд мозаїки з «плям» і чистоводь. При штормовій погоді «плями» розбиваються, але при відновленні штилю швидко формуються знов. Вітри і течії переносять їх по всій акваторії. Залежно від напрямків вітру великі маси водоростей можуть зганятися до берегів водосховища. Так, в Кременчуцькому і Каховському водосховищах згони ідуть переважно до південно-

західних берегів, а біомаса таких згонів може досягати 500 кг/м³. Тут виникають зони заморів, бо в нагінних масах заплутується велика кількість риби, що гине внаслідок забивання зябер, кисневого дефіциту та отруєння токсинами водоростей. Найбільше водоростей наганяється в затоки і бухти, де вони настільки щільні, що не дають рухатися човнам.

Рибу, винесену хвилями на піщані береги, швидко скльовують птахи (чаплі, лелеки, баклани та інші), які налітають масами до місць скупчення загиблої риби. Водорості, що залишаються після нагонів на піщаних узбережжях, висихають, перемішуються з піском і утворюють сухі кірки.

Більша частина «плям цвітіння» розкладається в місцях нагону з утворенням великої кількості продуктів розкладу (фенол, індол, скатол, поліпептиди та альготоксини), здебільшого токсичних. При розкладанні виділяються також пігменти — фікобіліни, фікоціанини, тому вода набуває густо-синього кольору. Такі водні ділянки стають непридатними для життя багатьох гідробіонтів.

Певна частина водоростевих плівок піддається лізису під дією вірусів і бактерій-супутників, а також власних токсинів. Такі явища виникають досить часто, і на місці «плями», що розпалася, залишається тільки тонка поверхнева плівка. При цьому також виділяються токсини.

Деяка частина біомаси залишається в товщі води у вигляді бурих скупчень, що нагадують фекальні маси, з відповідним запахом, і нарешті, тільки невелика частина спродукованої біомаси осідає на дно, де у «муловому розчині» на стику двох біотопів — водної маси і донного мулу — утворює зимуючі колонії водоростей, вкриті шаром слизу. Цикл замикається протягом вересня — жовтня, і тоді місце синьозелених водоростей як доміанти в біоценозах займають інші, більш холодолюбні водорості, зокрема діатомові.

Відмирання водоростевої біомаси зумовлює різке погіршення якості води, що наближається за своїми показниками до рівня води α - мезосапробної, полісапробної і навіть гіперсапробної зони. Забруднення водою внаслідок розкладу великих мас водоростей характеризується як біологічне самозабруднення.

Період домінування синьозелених водоростей пов'язаний з пригніченням усіх інших компонентів фітопланктону внаслідок затемнення води, перехоплення біогенних елементів і впливу токсичних виділень на інші планктонні види.

Після Чорнобильської аварії встановлено, що *Microcystis aeruginosa* є концентратором радіонуклідів з коефіцієнтом накопичення 10⁴, тобто в 10 тис. разів у порівнянні з концентрацією їх у воді.

Зоопланктон при «цвітінні» води пригнічений і дуже збіднений, бо живитися колоніями мікроцистиса зоопланктонти не можуть через їх великий розмір, крім того їх відлякують екзометаболіти. Риби уникають скупчень синьозелених водоростей з тих же причин. З представників аборигенної іхтіофауни Дніпра їх практично не споживає ні один вид, що дає змогу синьозеленим водоростям розмножуватись відповідно до їх величезного біотичного потенціалу.

Отже, «цвітіння» води — це екосистемне явище, пов'язане, перш за все, з

перетворенням лотичних екосистем в лентичні і має глибоке коріння в еволюційній історії гідросфери.

Значний вклад у з'ясування біологічної сутності процесу «цвітіння води», його причин і закономірностей зроблено колективом вчених Інституту гідробіології Академії наук України на чолі з академіком О. В. Топачевським.

Самостійна робота студентів:

1. Назвіть природні й антропогенні чинники евтрофікації водойм.
2. Чому поверхневий стік з полів посилює евтрофікаційні процеси?
3. Який прямий та опосередкований вплив масового розмноження фітопланктону на хімічний склад вод і діяльність гідробіонтів вам відомий?

Практична робота 7

Фітомеліоративні та рекультиваційні заходи для відновлення природних екосистем.

1. Загальна характеристика рекультивації земель.
2. Порушені землі як об'єкт рекультивації.
3. Види напрямів рекультивації.
4. Умови проведення рекультивації земель

Рекультивація земель - це здійснення комплексу заходів не тільки для часткового перетворення природних техногенних геосистем, порушених антропогенною діяльністю, але й створення на їх місці продуктивніших і раціонально організованих елементів культурних антропогенних ландшафтів, оптимізація ПТГ, та поліпшення умов навколишнього природного середовища. Зб. Повторне використання порушених земель не завжди може збігатися з попереднім їх призначенням. Напрямки рекультивації визначають кінцеве використання порушених земель після проведення відповідних гірничотехнічних, інженерно-будівельних, гідротехнічних та інших заходів, їх вибирають на основі комплексного обліку таких чинників: - природні умови району розробки родовища (клімат, типи ґрунтів, геологічна будова, рослинність, тваринний світ та ін.); 1. стан порушених земель до моменту рекультивації (характер техногенного рельєфу, ступінь природного заростання та ін.); мінералогічний склад, водно-фізичні та фізико-хімічні властивості гірських порід; агрохімічні властивості (вміст поживних речовин, кислотність, наявність токсичних речовин та ін.) порід і їх класифікація за придатністю для біологічної рекультивації; інженерно-геологічні та гідрологічні умови; 2. господарські, соціально-економічні, екологічні та санітарногігієнічні умови; 3. термін служби рекультивованих земель (можливість повторних порушень та їх періодичність); технологія і механізація гірничих і будівельно-монтажних робіт. У процесі вибору напрямку рекультивації земель необхідно мати на увазі, що рекультивовані землі і території, що їх оточують - після закінчення робіт являють собою оптимально сформовану та екологічно збалансовану ландшафтну ділянку.

Рекультивация земель звичай проводиться в три етапи. Перший етап - підготовчий - включає обстеження та типізацію порушених земель, вивчення особливостей їх природних умов (геологічна будова, склад порід, придатність до біологічної рекультивации та інших видів використання, прогноз динаміки гідрогеологічних умов), визначення напрямку наступного використання земель, розробка техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) та робочих проектів і планів. Підготовчий етап рекультивации на родовищах торфу, кар'єрах нерудних матеріалів, забруднених землях при аварійному і капітальному ремонті магістральних нафтопроводів включає наступні роботи та дослідження: топографічні, гідротехнічні, торфодослідницькі, лісотаксаційні і культуртехнічні, кліматичні, геологічні, гідрогеологічні та гідрологічні дослідження. На підставі проведених робіт проводять камеральні роботи і складають звітно-технічні документи: відомості визначення координат і висот по ходам знімального висотного обґрунтування; план ділянки в масштабі 1:5000 (при площі більше 1500 га або менше 50 га плани можуть складатися в масштабах 1:10000 і 1:2500); профілі знімальних поперечників, повздовжні і поперечні профілі каналів; таблиці якісної і кількісної оцінки запасів торфу; звітні дані з гідрологічних, ґрунтових, культуртехнічних, інженерно-геологічних та інших робіт.

Самостійна робота студентів:

1. Проблеми раціонального землекористування.
2. Назвіть відмінні особливості розрахунку економічних збитків від забруднення ґрунтів.
3. Рекультивация земель. Її види та способи.
4. Навіщо потрібна фітомеліорація?
5. Основні принципи захисту ґрунтів.

IV. ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Для вивчення дисципліни «Екотехнології відновлення природних екосистем» рекомендуються наступні види самостійної роботи студента без керівництва викладача:

- опрацювання тем, які не розглядаються на лекціях, шляхом роботи з підручником, навчальними посібниками, періодичними виданнями, статистичними джерелами інформації, робота в мережі Інтернет;
 - написання оглядових рефератів на наукову тематику;
 - створення презентацій на наукову тематику.
1. Проблеми екології, які пов'язані з сільськогосподарським виробництвом
 2. Особливості формування рослинних і мікробних угруповань у природних і штучних екосистемах
 3. Основні закономірності існування у навколишньому середовищі рослин, мікроорганізмів
 4. Типи екологічних взаємовідносин живих організмів
 5. Лімітуючі фізичні та хімічні фактори середовища існування мікроорганізмів та рослин
 6. Типи забруднюючих речовин, їх накопичення у природних і штучних екосистемах
 7. Критичні точки і зони накопичення токсичних і шкідливих речовин в живих біологічних об'єктах і біогеоценозах
 8. Європейські і вітчизняні нормативні документи, які регулюють границі накопичення шкідливих речовин
 9. Вплив змін фіторізноманіття на базові процеси в екосистемах
 10. Лісові ресурси України та екосистемні послуги лісу
 11. Біорізноманіття заповідників і національних природних парків

ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАЛІКУ 3
ДИСЦИПЛІНИ ЕКОТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ
ЕКОСИСТЕМ

V. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ РОБІТ

Практична робота – одна з форм навчальної роботи студентів, мета якої закріплення теоретичного матеріалу лекцій, більш глибоке його засвоєння, формування практичних професійних вмінь та навичок, оволодіння конкретними способами і прийомами, необхідними майбутньому фахівцю-екологу для самостійної організації професійної діяльності.

Підготовка до практичної роботи здійснюється відповідно до планів практичних робіт, де вказані теми робіт, питання для обговорення, практичні завдання, питання винесені на самостійне вивчення, а також наводиться список базової навчально-методичної літератури.

Підготовка до практичної роботи містить:

- ознайомлення з питаннями, які виносяться на обговорення;
- вивчення, складання анотацій, або конспектування рекомендованої літератури;
- складання тез чи розгорнутого виступу з кожного питання, розрахованого на 3-5 хвилин;
- виконання практичних завдань.

Особливу увагу студенти повинні приділяти опрацюванню підручників, нормативних документів, монографій, збірників науково-методичних праць, статей в періодичних виданнях; правильно оформляти конспекти, тези тощо.

Рекомендації до виконання практичних робіт:

- відповіді повинні мати логічну послідовність (починаючи від обґрунтування проблеми і закінчуючи висвітленням конкретних шляхів її вирішення);
- доповнення повинні бути по суті обговорюваного питання;
- зауваження – конструктивними, конкретними та аргументованими;
- практичні завдання виконуються у письмовій формі і з відповідними поясненнями, висновками і пропозиціями;

Самостійна робота студентів включає час, використаний на вивчення конспектів лекцій, підручників, науково-методичної фахової літератури написання доповідей, рефератів, оформлення презентацій та коротких відповідей на питання,

винесені на самостійне вивчення.

Рекомендації до самостійної роботи студентів:

- при вивченні матеріалу за конспектами лекцій, підручниками, науково-методичною літературою особливу увагу приділяти основним термінам та поняттям;

- для кращого розуміння та засвоювання навчального матеріалу створювати опорні структурно-логічні конспекти до кожної теми;

- при написанні реферату пам'ятати, що він являє собою коротке викладення в письмовій формі певного наукового матеріалу і є результатом самостійного вивчення студентом науково-методичних робіт. Студент повинен продемонструвати вміння виділяти головне, бачити проблеми, яким присвячена робота, шляхи та способи їх вирішення;

- реферат повинен мати чітку структуру: вступ, в якому обґрунтовується важливість даного дослідження; основна частина, яка розкриває зміст роботи, її основні напрямки; висновок, в якому студент коротко представляє основні підсумки;

- необхідним елементом успішного засвоєння матеріалу навчальної дисципліни є самостійна робота студентів звітчизною та закордонною спеціальною літературою, спеціальними засобами моделювання, періодичними виданнями тощо.

Основні види самостійної роботи, які запропоновані студентам:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури.
3. Вивчення основних термінів та понять за темами дисципліни.
4. Підготовка до практичних занять, тестування.
5. Контрольна перевірка кожним студентом особистих знань за запитаннями для самоконтролю.

Реферати як форма творчої індивідуальної роботи студентів.

Реферат це одна із найактивніших форм поглибленого вивчення окремих тем і розділів програмного чи позапрограмного матеріалу дисципліни. Вона спонукає студентів до пошуку й опрацювання літератури з обраної теми; виховує навички роботи з літературними джерелами; вчить аналізувати й використовувати

літературні відомості при написанні реферату. Творче осмислене поєднання знань і розумінь студента з літературними, допоможе у засвоєнні матеріалу, підвищить зацікавленість дисципліною. Лише таким шляхом можна оволодіти професійними теоретичними знаннями і практичними навичками.

Мета і завдання написання реферату.

Реферат є формою закріплення і контролю знань та навичок, набутих студентами в процесі їх практичної діяльності.

Метою написання реферату є підтвердження рівня опанування студентами основних положень з обраної тематики, демонстрація знання відповідної літератури, вміння аналізувати матеріал, робити узагальнення та самостійні висновки.

Завданнями написання реферату є:

- Вивчення стану розробки обраної проблематики в літературі та публікаціях;
- Розгляду контексті обраної теми практики й підходів до розв'язання конкретних проблем.
- Вивчення відповідних інформаційних та статистичних даних, що стосується теми реферату та їх аналітична обробка;
- логічний, аргументований виклад матеріалу, узагальнення досвіду природоохоронної діяльності;
- розробка та обґрунтування пропозицій щодо поліпшення роботи в тій чи іншій сфері діяльності, визначеній темою реферату.

Тема обирається слухачем самостійно, виходячи із запропонованого переліку.

Окрім запропонованих, слухачі можуть самостійно визначати тему реферату, враховуючи актуальність проблеми

При необхідності слухачі можуть отримати консультативну-методичну допомогу викладачів щодо остаточного формування теми реферату, його плану. Залучення джерел та літератури тощо. Оформивши реферат належним чином, слухачі здають його викладачу для перевірки.

Актуальність теми визначається проблематикою удосконалення роботи і має базуватися на аналізі наукової літератури й практичної діяльності.

Науково теоретичний рівень реферату досягається за рахунок ретельного аналізу питання, що досліджується, з урахуванням сучасного розвитку сфери відносин в галузі природоохоронної діяльності, теоретичних узагальнень, оперування об'єктивною та раціональною аргументацією, наведення характерних прикладів зі своїх рішень і справ, доказових фактів тощо.

Практична спрямованість. Тема реферату зорієнтовується на практику вирішення актуальних проблем діяльності. Теоретичний матеріал необхідно підкреслювати аналізом практичної діяльності. Це дозволить забезпечити прикладний характер роботи.

У процесі роботи на рефератом можна виділити чотири етапи:

1. *Вступний* – вибір теми, складання списку літератури для опрацювання, початок її вивчення, розробка плану і написання вступу.
2. *Основний* – детальне опрацювання літератури, робота над змістом і висновками реферату.
3. *Прикінцевий* – оформлення реферату, самокритична оцінка його змісту і виправлення виявлених недоліків.
4. *Захист реферату* (під час семінарського заняття, на студентській конференції та ін.).

Структура реферату містить такі елементи: титульна сторінка; план; вступ; основна частина (розділи, пункти і підпункти); висновки; список використаних джерел; додатки.

Структура. Стиль викладення матеріалу має бути науково-діловим. Матеріал розподіляється рівномірно у відповідності до плану реферату:

- Вступ (мають бути обґрунтовані актуальність та практичне значення обраної теми реферату, визначені мета та завдання роботи);
- основна частина (розкривається тема реферату шляхом висвітлення основних питань. При цьому необхідно зосередити увагу на аналізі поставлених питань в літературі з висновками щодо їх теоретичної та практичної значущості. З цією метою варто залучити практичний матеріал діяльності підрозділу, в якому працює слухач з зазначенням регіональної специфіки);
- висновки (необхідно сформулювати: а) науково-теоретичні та практичні підсумки проведеного аналізу; б) теоретичні та практичні рекомендації,

що впливають з проведеного аналізу. Вони мають логічно пов'язуватися із змістом викладеного матеріалу);

– додатки*(такими можуть бути цільові документи, матеріали, що розкривають досвід роботи, методичні розробки, результати досліджень, анкети опитування, а також таблиці, статистичні дані, діаграми, на які слухач посилається в тексті реферату тощо);

– словник базових та основних понять (глосарій)*;

– список літератури (містить використані джерела та публікації).

*ці складові не є обов'язковими і подаються за бажанням студента.

Вимоги до оформлення реферату . Планування та стиль.

Обсяг реферативної роботи має складати–10-15сторінок. До загального обсягу роботи не входять додатки, глосарій, список використаних джерел, таблиці та рисунки, які повністю займають площу сторінки. Але всі сторінки зазначених елементів підлягають суцільній нумерації. Робота має бути акуратно написана від руки або надрукована з дотриманням стилістичних і граматичних норм. У тексті обов'язково повинні бути посилання на літературу та інші джерела, що використовувалися при підготовці реферату.

Текст реферативної роботи викладається державною мовою на стандартних аркушах формату А-4(210x297).

Робота друкується шрифтомTimesNewRoman,14кеглем; вирівнювання – «За шириною»; міжрядковий інтервал «Півторашний» (1,5Lines); абзацний відступ – п'ять знаків (1,25 см); верхнє і нижнє поле – 2 см.,ліве – 3 см, праве – 1 см. Абзацний відступ має бути однаковим у всьому тексті і дорівнювати п'яти знакам(1,25см).

Скорочення слів та словосполучень мають відповідати чинним стандартам з бібліотечної та видавничої справи (наприклад: Міністерство освіти і науки України (МОН України).

Розділи та підрозділи мають містити заголовки, які належить точновідтворюватиузмiсті.Заголовкирозділів,якправило,розміщуютьпосерединіря дка.Назвирозділівдрукуютьвеликимилітерамибезрозділових знаків у кінці, без підкреслень. Заголовки розділів слід починати з належного відступу.

Абзацний відступ має бути однаковим у всьому тексті і дорівнювати п'яти

знакам (стандартний відступ, визначений текстовими редакторами на ПК).

Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Переніс з ліву заголовках розділів слід уникати. Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом, при друкованому виготовленні письмової роботи, повинна становити не менше двох рядків.

Нумерація сторінок має бути наскрізною. Порядковий номер сторінки позначають арабською цифрою і проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки чи рисок. Титульний аркуш(додається) включається до загальної нумерації сторінок письмової роботи, але номер сторінки на титульному аркуші, як правило, не проставляють. Розділи слід нумерувати також арабськими цифрами.

При використанні літературних джерел в тексті письмової роботи можуть бути два варіанти посилань на них. Перший—це по сторінкові посилання(виноска):коли на сторінці цитується джерело, то в низу цієї сторінки під основним текстом наводиться бібліографічний опис літературного джерела і вказується сторінка. Другий – коли в разі посилання на літературне джерело у квадратних дужках вказується його порядковий номер у списку літератури та конкретна сторінка, наводиться цитата, точні цифри, дані, наприклад [9, с.17].

Ілюстративний матеріал—малюнки, графіки, схеми тощо слід розміщувати безпосередньо після першого посилання на нього в тексті. Якщо графік, схема, таблиця не поміщається на сторінці, де є посилання, їх подають на наступній сторінці. На кожний ілюстративний матеріал мають бути посилання в тексті.

Критерії оцінювання рефератів. Кожний реферат оцінюється, виходячи з аналізу сукупності таких критеріїв:

1. Актуальність теми.
2. План реферату має системно розкривати обрану тему.
3. Зміст реферату має передбачати розкриття положень практичної діяльності за напрямом оперативно -службової діяльності ОВС.
4. Регіональна специфіка. Розкриття регіональних особливостей службової діяльності (регіон, область, місто, район).
5. Особистий внесок оцінюється наявністю власних аналітичних висновків та конкретних пропозицій щодо покращення діяльності ОВС.
6. Використані джерела, тобто наявність достатньої кількості сучасних

нормативних і наукових джерел.

Реферати мають бути здані викладачу у термін, визначений ним під час зустрічі зі студентами на початку семестру та консультації з приводу написання, оформлення, здачі та визначення критеріїв їх оцінки. Якщо студент здає реферат пізніше визначеного терміну, тоді викладач оцінює реферат на один бал нижче, яким би змістовним та правильно оформленим він не був.

Якщо оцінка реферату визначається за п'ятибальною шкалою, тоді:

1. Оцінка 5 відповідає таким критеріям:

- Відповідність заявленої теми змісту реферату;
- Вчасність подачі реферату;
- Самостійність висновків;
- Творчий підхід до суті проблеми;
- Оригінальність теми;
- Залучення до аналізу першоджерел;
- Джерельна база (не менше 3-4 джерел);
- Структурованість матеріалу (якість плану);
- Використання сучасних публікацій та першоджерел;
- Важливим елементом є наявність ілюстрацій.

2. Оцінка 4 відповідає таким критеріям:

- Відсутність використання сучасних публікацій;
- Відсутність оригінальності теми.

3. Оцінка 3 відповідає таким критеріям:

- Відсутність використання сучасних публікацій;
- Відсутність оригінальності теми;
- Відсутність першоджерел;
- Відсутність творчого підходу до суті проблеми;
- Відсутність самостійності висновків.

4. Оцінка 2 відповідає таким критеріям:

- Відсутність використання сучасних публікацій;
- Відсутність оригінальності теми;
- Відсутність першоджерел;
- Відсутність творчого підходу до суті проблеми;

- Відсутність самостійності висновків;
- Відсутність структурованості матеріалу (неякісний план роботи);
- Відсутність відповідності заявленої теми змісту реферату.

VI. ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
66-74	D	задовільно	
60-65	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

VII. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основні

1. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001 – 500 с: іл.
2. Потіш, Л. А. Екологія: навчальний посібник для вищої школи / Л. А. Потіш. - К.:Знання, 2008. - 272 с.
3. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч.посіб. / В. С. Джигирей. – 5-те вид., випр. і доп. – К. : Знання, 2007.
4. Основи екології: Підручник.- 2-ге вид. [Текст] / Г.О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю.Костіков. - К. : Либідь, 2005. - 408 с
5. Агроекологія:Навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т.Кардашов, П.В.Литвак та ін. — К.: Вища освіта, 2006. — 671 с.
6. Олійник Я.Б. Основи екології: підручник / Я.Б. Олійник, П.Г. Шищенко, О.П. Гавриленко. – К. : Знання, 2012. – 558 с.
7. Мягченко О. П. Основи екології. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 312 с.
8. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології: Підручник. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
9. Кучерявий В.П. Екологія: Підручник. – Львів: Світ, 2000. – 500 с.
10. Кучерявий В. П. Загальна екологія: підручник. – Львів: Світ, 2010. – 520 с.
- 11.Бродвій В.М., Гаца О.О. Закони екології. Навч. пос. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2003. – 178 с.
12. Моніторинг довкілля: Підручник/ Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін. За ред. В.М. Боголюбова, А. Сафранова. – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – 530 с.
13. Мусієнко М.М., Войцехівська О.В. Загальна екологія: навчальний посібник. – К. : Сталь, 2010. – 379 с.
14. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О.Є.Пахомова; худож.-оформлювач Г.В.Кісель. - Харків: Фоліо, 2019. — 666 с.
15. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія: Навчальний посібник. - 3- ге вид., стер. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2015. - 416 с.
16. З. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. - К.: Товариство «Знання» КОО, 2002. - 550 с.
17. Мудрак О.В. Загальна екологія. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. - Вінниця : ВАТ «Міська друкарня», 2006. - 444 с.
18. Кучерявий В.П. Екологія. - Львів: Світ, 2010. - 520 с.
19. Юрченко, Л. І. Екологія: навчальний посібник / Л. І. Юрченко. - К. : Професіонал ; К. : Центр учбової літератури, 2017. - 304 с.

Додаткові

1. Мягченко О. П. Основи екології. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 312 с.
2. Волошина Н.О. Загальна екологія та неоекологія: Навчальний

- посібник / Н.О. Волошина. –Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – 335 с.
3. Запольський А. К., Салюк А. І. Основи екології: Підручник / За ред. К. М. Ситника. – К.: Вища шк., 2001. – 358 с: іл.
4. Добровольський В.В. Екологічні знання: Навчальний посібник. — К.: ВД «Професіонал», 2005. — 304 с.
5. Сигида В.П., Заплічко Ф.О., Миколайко В.П. Загальна біологія. Навчальний посібник. 2008. - 358 с.

Інформаційні ресурси

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України: веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/>
2. Державна екологічна інспекція: веб-сайт. URL: <https://www.dei.gov.ua/>

Тітаренко Ольга

Мазур Ольга

**ЕКОТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ
ЕКОСИСТЕМ**

Методичні вказівки до виконання практичних робіт для підготовки здобувачів вищої освіти факультету агрономії та лісівництва денної та заочної форми навчання галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія» другого(магістерського) освітнього рівня