**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Кафедра безпеки праці та навколишнього середовища**

**КОНТЕНТ ЛЕКЦІЙ**

**з навчальної дисципліни**

**«Екологія»**

**Харків – 2020**

**МОДУЛЬ 1: ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЇ**

**Тема 1. Навколишнє Середовище та науково-технічний прогрес**

Мета лекції: розглянути екологічні наслідки природоперетворювальної діяльності людини; структуру, основні поняття, принципи та основні проблеми сучасної екології, ознайомитися з основними екологічними законами.

1. Вступ.

2. Довкілля та науково-технічний прогрес.

3. Історія розвитку екології та об'єкт дослідження.

4. Основні екологічні поняття та терміни.

**ПЕРШЕ ПИТАННЯ:** ВСТУП

Проблема взаємодії людського суспільства та природи стала однією з найважливіших проблем сучасності. Становище, яке складається у відносинах людини з природою, в багатьох випадках стає критичним: посилюється засуха, відбувається опустелювання великих територій, вичерпуються запаси води та корисних копалин, гостро відчувається нестача харчування у багатьох країнах, які розвиваються, погіршується стан грунту, водного та повітряного басейнів, ускладнюється боротьба з шкідниками сільськогосподарських культур. Антропогенні зміни до наступного часу зачепили практично усі екосистеми планети, газовий склад атмосфери, надходження сонячної радіації та енергетичний баланс Землі. Це визначає, що стрімкий індустріальний прогрес водночас з матеріальними благами та небаченим раніше комфортом, несе нарощування забруднення середовища, зруйнування природних комплексів, виснажування природних ресурсів.

У багатьох куточках світу вже перейдено кордон самозахисту природи, зруйнувалася її динамічна рівновага, діяльність людини вступила у суперечність з природою. Увага наукової та широкої світової спільноти прикута до найгостріших проблем екології, які є глобальними та потребують для свого вирішення об'єднання зусиль усього людства.

Удосконалення природокористування, екологічна обґрунтованість усієї господарської діяльності суспільства – величезна задача сучасності.

**ДРУГЕ ПИТАННЯ:** ДОВКІЛЛЯ ТА НТП.

Природа являє собою організм, який характеризується різноманітністю рухомих елементів, що його складають, які постійно змінюються. До основних складників навколишнього середовища відносять повітряне (атмосферу), водне (гідросферу) середовища, тваринний та рослинний світ, надра (грунт, корисні копалини), акустичне та кліматичне середовища.

ДОВКІЛЛЯ – середовище проживання та виробничої діяльності людини. Людина є частиною природи – вона підпорядкована її об'єктивним законам: біологічним, фізіко-хімічним та ін.; разом с тим вона активно впливає на її стан та розвиток.

Таким чином, ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ – це складна система, в якій елементи, що її складають, знаходяться у визначеній рівновазі між собою.

Природа існувала задовго до виникнення людини, а з розвитком людського суспільства дія людини на оточуючий її світ значно збільшується й стає більш відчутною. Вплив на природу факторів природного характеру (землетрус, виверження вулкану тощо) у порівнянні з дією, яку справляє людина (антропогенні фактори), практично непорівнянні. Перші з них порівняно короткочасні та рідкі, а інші – діють постійно, довго й у деяких випадках можуть привести до катастрофічних наслідків.

Сучасні учення пояснюють всю складність та різноманітність взаємовідносин людини та навколишнього середовища. В основі їх знаходиться всезагальний зв'язок предметів та явищ, як одного з найбільш суттєвих якостей об'єктивного світу, який включає природу та суспільство, тобто все матеріальне та ідеальне (мислення). Такі зв'язки можуть бути різноманітними (фізичними, хімічними, біологічними, соціальними) і проявлятися у часі та просторі. При цьому кожен із них може взаємодіяти з іншими й у той же час бути частиною загальної взаємодії так, що при вивченні прояву одного конкретного зв'язку необхідно враховувати не тільки його роль та характер, а й співвідношення усіх зв'язків у загальній системі поданої взаємодії.

Наука, яка вивчає характер та різноманітність цих взаємозв'язків у природі та суспільстві, називається ЕКОЛОГІЄЮ.

Важливо визначити не тільки існуючу у природі взаємозалежність зв'язків предметів та явищ, але й необхідність збереження екологічної рівноваги, яка є наслідком господарської діяльності людини та суспільства в цілому. Така діяльність повинна проводитися у визначених, розумних, науково-обгрунтованих масштабах.

Суттєвим в епоху НТР є необхідність не тільки вивчити вказані вище зв'язки предметів та явищ довкілля, але й виявити оптимальний характер взаємодії людини та природи, який не породжує причин та згубних для усього людства наслідків порушення екологічної рівноваги на нашій планеті Земля. Це особливо важливо у епоху НТР, коли на сучасному етапі всеприскорюючого розвитку виробничих сил та масштабів промисловості при значній концентрації засобів виробництва у крупних промислових зонах та росту народонаселення земної кулі вже відбувається помітне порушення такої рівноваги.

Нова наука та технологія, досягнення медицини, засоби масової інформації докорінно змінили умови життя людей, зміцнили їхню віру у могутність науки.

Дуже часто ця віра переростає у самовпевненість та вседозволеність, наслідком чого є застосування неосвічених, нераціональних заходів природокористування та неприпустиме, недбале відношення до довкілля.

У теперішній час зростає роль тієї частини екологічної науки, яка покликана попередити згубні наслідки екологічної кризи, а саме: пізнання та раціональне використання методів та засобів природокористування; ефективне застосування захисних заходів, які на даному етапі виключають зовсім або суттєво послабляють негативну дію антропогенних факторів на довкілля.

Надзвичайно важливою задачею у теперішній час є також домогтися суттєвих якісних змін рівня екологічної свідомості та культури населення.

**ТРЕТЄ ПИТАННЯ:** ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Визначення предмета екології і його місце у системі наук не можна зрозуміти без короткого огляду його виникнення, розвитку та основних категорій.

Екологія – відносно молода наука. З'явилася вона ненабагато більше ста років тому. Як самостійна наука сформувалася до 1900 року. Термін "екологія" був уведений у літературу у 1866 році німецьким біологом-еволюціонистом Ернстом Геккелем.

Основи екології можна знайти у працях багатьох видатних учених минулого віку (Ж.-С.-Ламарк, О. Гумбольд, О.М.Северцов та ін.).

Але систематичні екологічні дослідження були розпочаті тільки на початку ХХ століття.

Ретроспективний погляд на становлення екології показує, що вже при перших спробах узагальнення досвіду зв'язку людини із природою багато природознавців у найрізніших аспектах звертали увагу на взаємовідносини організмів та вплив на них середовища.

Ідея неможливості існування організмів поза навколишнього середовища була чітко сформульована російським натуралістом К.Ф. Рульє (1851 р.) та французьким натуралістом І.Жофруа Сент Ілером. К .Ф. Рульє та його учень О.М.Северцов були першими екологами-біоценологами, що вже розуміли задачі біоценологічних досліджень.

Нажаль, їх праці не були зрозумілі сучасниками. Пройшло багато років, перш ніж праці, схожі на праці О.М.Северцова і В.В.Докучаєва привернули увагу вчених-екологів.

Науковою основою екології послужила еволюційна теорія розвитку Ч. Дарвіна, виходячи з якої організми вивчали у їх нерозривному зв'язку з довкіллям.

Розвитку екології сприяли праці К. Мьобіуса, який упровадив поняття БІОЦЕНОЗУ, С.А. Форбса (1887 р.), що запропонував для природного комплексу живих організмів та їх абіотичного оточування, на який дивився як на цілісну систему, спеціальний термін МІКРОКОСМ; К.Шретера, що запропонував розрізняти АУТЕКОЛОГІЮ (1896 р.) та СИНЕКОЛОГІЮ (1902 р.).

Велике значення для подальшого розвитку екології мали праці В.В.Докучаєва (1846-1903 рр.) та його учнів Г.Ф.МОРОЗОВА (1867-1920) та В.І. Вернадського (1863-1945), які дивилися на світ у функціональному взаємозв'язку та із системних позицій.

В Україні вчення Г.Ф.Морозова про лісні біоценози з успіхом продовжував П.С.Погрібняк (1900-1976). Великий внесок у розвиток закордонної екології зробив англійський еколог Ч. Елтон. Його книга "Екологія тварин" (1927 р., перше видання) була поштовхом до подальшого розвитку екології, стала основним теоретичним керівництвом та додержала своє значення і зараз, витримавши майже без змін безліч видань.

У середині 20-х років поширюються дослідження об'єднань видів – набуває розвитку синекологія, відкриваються закони динаміки популяцій.

У 1935 році англійський ботанік А.Г. Теслі впроваджує в екологію поняття ЕКОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ (ЕКОСИСТЕМИ), яке охоплює природну єдність не тільки організмів, але й впливаючих на них фізичних факторів, які утворюють середовище БІОТИ, тобто місце перебування.

Видатна роль у формуванні сучасної вітчизняної екології належить Д.Н. Кошкарову, який , зокрема, визнаваючи розподіл екології на ауто - та синекологію, на відміну від багатьох інших учених, водночас вказував на нерозривний зв'язок цих двох напрямків. Зріст антропогенного впливу на біосферу, як глобальну екосистему, під час другої світової війни та після неї став поштовхом до подальшого розвитку екології.

З'являється ряд робіт (В.М.Сукачов, 1947; Ю. Одум, 1963; Р. Дажо, 1975; Н.В. Дитес, 1978; Р. Ріфлекс, 1979; В.П. Федоров, Т.Г. Гільманов, 1980; М.А. Голубець, 1982 та ін.), у яких викладені теоретичні засади та практичні задачі цієї науки.

Американський учений-еколог Ю. Одум визначає екологію, як науку про структуру та функції природи, причому людство розглядається, як частина природи.

Деякі автори розширюють коло наукових проблем, якими повинна займатися екологія, та охоплюють ними взаємодію суспільства із природою (Шварц, 1973). Цю проблему повинна вирішувати соціальна екологія.

ПРЕДМЕТОМ вивчення екології є умови та закономірності існування, формування та функціонування біологічних систем усіх рівнів – від окремого організму до біосфери в цілому, та їх взаємозв'язок із зовнішніми умовами, а також загальні закони розвитку екосистем різних ієрархічних рівнів.

Таким чином, хоча екологія відносно молода наукова дисципліна, у її розвитку розрізняють декілька фаз:

1. Вивчення середовища проживання окремих видів;

2. Вивчення екологічної системи;

3. Вивчення взаємовпливу екологічних систем;

4. Вивчення біосфери;

5. Вивчення людини у біосфері.

Розвиток екології почався з вивчення середовища, в якому проживають види, із вивченням їх відносин, симбіозу, відносин з іншими видами. Це перша фаза у розвитку екології. У 20-30 роки минулого століття набуває розвитку дослідження популяцій, з'являється поняття екосистеми як основної одиниці вивчення у екології.

У другій фазі розвитку екологія зосереджується на вивченні екосистем як функціональних природних об'єднань, що являють собою системи, які саморегулюються зі зворотними зв'язками, що включають товариства живих організмів – рослин, тварин та їх навколишнє середовище, у якому вони знаходяться у постійній взаємодії.

У третій фазі свого розвитку екологічні досліджування спрямовані на вивчення взаємодії екосистем, які усі разом складають єдине ціле – біосферу.

Вивчення біосфери – це четверта фаза розвитку екології.

Біосфера являє собою середовище проживання усіх живих організмів та людини й разом із тим являє єдність усіх екосистем на Землі, де вони усі зв'язані у єдину систему з єдиними законами.

У біосфері відбувається коловорот матерії крізь харчові ланцюги.

У п'ятій фазі свого розвитку екологія вивчає положення людини в біосфері, її зв'язки з екологічними системами та міри впливу.

У процесі природокористування людина змінює навколишнє природне середовище, причому ці зміни часто носять ненавмисно негативний характер і можуть мати негативні наслідки у найближчому та віддаленому майбутньому.

В орбіту людської діяльності утягується все більш поширюючийся спектр процесів, явищ та речовин природи, які до того ж використовуються з наростаючою інтенсивністю.

Особливо гостро проблема взаємодії людини та природи постала в останні 20 років, коли у результаті НТР масштаби господарської діяльності людського суспільства стали порівняні за впливом із процесами, які проходять у самій природі.

Хоча в основі всіх сучасних напрямків екології лежать фундаментальні ідеї біоекології, як біологічної науки про відношення живих організмів із довкіллям, сьогодні екологія вже вийшла за її межі, зформувавшись у нову інтегральну науку, яка пов'язує фізичні та біологічні явища та утворює міст між природними та суспільними науками, яка складається з ряду наукових галузей та дисциплін, інколи далеких від розуміння екології як біологічної науки: екологія глобальна, екологія загальна, екологія промислова (інженерна), екологія людини, біоекологія, екологія космічна, динамічна екологія та ін.

Предметом вивчення загальної екології є структура та загальні закони функціонування екосистем (природних та антропогенних) усіх ієрархічних рівнів, незалежно від їх розміру та розміщення.

Поняття екосистеми може включати і техногенні утворення, наприклад, екосистема селища, міста, промислового комплексу, космічного корабля і т.д.

Промислова (інженерна) екологія займається вивченням проблем впливу промислового виробництва на довкілля.

**ЧЕТВЕРТЕ ПИТАННЯ:** ОСНОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПОНЯТТЯ ТА ТЕРМІНИ.

Екологія (від грецького oikos – дім, житло, місце перебування та logos – наука про відносини рослинних та тваринних організмів та утворених ними угрупувань між собою та довкіллям. Термін "екологія" був запропонований у 1866 році Ернстом Геккелем; німецьким біологом-еволюціоністом. Об'єктом екології можуть бути популяції організмів, види угрупувань, екосистеми та біосфера в цілому. У 20 столітті у зв'язку з посиленою дією людини на природу екологія набула особливе значення як наукова основа раціонального природокористування та охорони живих організмів. З 70-х років 20 століття складається екологія людини, або соціальна екологія, яка вивчає закономірності взаємодії суспільства з довкілля, а також практичні проблеми її охорони; включає різноманітні філософські, соціальні, економічні, географічні та інші аспекти. У цьому розумінні кажуть про "екологізацію" сучасної науки.

Основною (елементарною) функціональною одиницею у екології є ЕКОСИСТЕМА.

Екосистема – це єдиний природний комплекс, утворений живими організмами та їх середовищем пробування, у якому усі компоненти пов'язані обміном речовин та енергії. Наприклад, екосистема лісу, озера, пню, моря. Термін "екосистема" запропонував А.Теслі у 1935 році.

Екосистема характеризується видовим складом та кількістю організмів у ній, тобто особливостями популяції. ПОПУЛЯЦІЯ – сукупність живих організмів одного виду (мають однаковий генофонд) та мешкають на загальній території протягом багатьох поколінь.

Часто екосистему отожнюють із біогеоценозом, але екосистема – поняття більш загальне. БІОГЕОЦЕНОЗ (від лат. bios – життя, geo – Земля, cenos – загальний) – однорідна ділянка земної поверхні з визначеним складом живих та неживих компонентів, що об'єднані у єдину систему обміном речовин та енергії.

Компоненти біогеоценозу – біотоп та біоценоз.

БІОТОП – однорідний за абіотичними факторами простір середовища, зайнятий біоценозом.

БІОЦЕНОЗ – об'єднання сумісно мешкаючих живих організмів. Поняття "біоценоз" – умовне, оскільки поза середовищем пробування організми жити не можуть, але ним зручно користуватися у процесі вивчення екологічних зв'язків поміж організмами.

СЕРЕДОВИЩЕ ПРОБУВАННЯ – все живе й неживе, що оточує організми і з чим вони безпосередньо взаємодіють.

ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ – елементи середовища пробування, що впливають на існування та розвиток організмів і на які живі істоти реагують реакціями пристосування (за межами здібності пристосування наступає смерть).

Виділяють три основних групи екологічних факторів:

1. Абіотичні (від грецького а – ускладнюючий, biotikos – живий) – сукупність неорганічних умов середовища пробування ( неживе природне середовище), що включає до себе фактори:

o хімічні (склад повітря, води, грунту та ін.);

o фізичні (температура, світло, вологість, тиск та ін.).

2. Біотичні – форми взаємодії та взаємовідносин живих організмів (наприклад, один організм є харчем для інших).

3. Антропогенні – форми діяльності людини, які впливають на живі організми безпосередньо або посередньо (за рахунок зміни середовища пробування).

На життєдіяльність організмів негативно впливає як нестаток, так і надлишок рівнів дії оточуючих факторів (закон оптимуму) (рис. 1.1.)

Одні й теж екологічні фактори різноманітно впливають на організми різних видів, які мешкають разом. Для одних вони можуть бути сприятливими, для інших – ні. Важливим елементом є реакція організмів на інтенсивність дії екологічного фактора, негативна дія якого може виникати у разі надлишку або нестачі дози. Тому існує поняття "сприятлива доза" або зона оптимуму фактора та зона песимуму (доза фактора, коли організм знаходиться у пригніченому стані).

Величина зон оптимуму та песимумів є критерієм для визначення стійкості та пристосування організму до поданого екологічного фактора. Ці якості дістали назву екологічної валентності.

ЕКОЛОГІЧНА ВАЛЕНТНІСТЬ – здібність живої істоти пристосовуватися до змін умов середовища пробування.

 

Рис. 1.1. Ілюстрація закону оптимуму.

Згідно із законом толерантності (В. Шелфорд, 1913 р.) "існування виду залежить як від нестачі, так і від надлишку якогось із факторів, які мають рівень, близький до межі стійкості даного організму".

Особливо важливе значення мають ВИЗНАЧАЛЬНІ або ті, що, лімітують фактори, під якими розуміють фактори, рівень яких наближається до межі стійкості організму або його перебільшує.

Екологічна валентність різних видів може бути дуже різноманітною (північний олень витримує коливання температури повітря від –55° С до +25 – 30° С, а тропічні корали гинуть вже при зміні температури води на 5-6° С). За екологічною валентністю організми розподіляються на стенобіонти (від грецької stenos – вузький і bion- той, що живе) із малою пристосовністю до змін середовища пробування (орхідеї, форель, глибинні риби) та еврибіонти (від грецької eurys – широкий) із великою пристосовністю до змін (колорадський жук, миші, пацюки, вовки, пирій).

Найбільш поширені організми із широким діапазоном толерантності по відношенню до всіх екологічних факторів. Найвища толерантність характерна для бактерій та синьо-зелених водоростей, які виживають у широкому діапазоні температур, радіації, рН.

Виключне важливе значення у екології має закон ВНУТРІШНЬОЇ ДИНАМІЧНОЇ РІВНОВАГИ – речовини, енергія, інформація та динамічні якості окремих природних систем та їх ієрархії\*\* взаємопов'язані настільки, що будь-яка зміна одного з показників викликає супутні функціонально-структурні кількісні та якісні зміни, які зберігають загальну суму речовинно-енергетичних, інформаційних та динамічних якостей систем, де ці зміни проходять, або в їх ієрархіях.

Закон має цілий ряд наслідків:

1. Будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, інформації, динамічних якостей екосистем) незмінно приводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, які йдуть у напрямку нейтралізації зробленої зміни або формування нових природних систем, утворення яких при значних змінах середовища може прийняти незворотній характер.

2. Взаємодія речовинно-енергетичних екологічних компонентів (енергії, газів, рідин, субстратів, продуцентів, консументів та редуцентів), інформації та динамічних якостей природних систем, кількісно не пропорційно, тобто слабка дія або зміна одного з показників може викликати сильні відхилення у інших (і всієї системи в цілому).

3. Учинені у крупних екосистемах зміни відносно незворотні. Проходячи по ієрархії знизу вгору – від місця дії до біосфери в цілому – вони змінюють глобальні процеси і цим переводять їх на новий еволюційний рівень.

4. Всіляке місцеве перебудування природи – викликає у глобальній сукупності біосфери та в її найкрупніших підрозділах відповідні реакції, які призводять до відносної незмінності еколого-економічного потенціалу, зростання якого можливе лише шляхом значного зростання енергетичних вкладень. Штучний зріст еколого-економічного потенціалу обмежений термодинамічною стійкістю природних систем.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги – одне з вузлових положень у природокористуванні. Доки зміни середовища слабкі й заподіяні на відносно невеликій площині, вони або обмежуються конкретним місцем, або "згасають" у ланцюгу ієрархії екосистем. Але як тільки зміни досягають суттєвих значень для великих екосистем, вони призводять до значних зрушень у цих величезних природних утвореннях, а через них, згідно 2-му наслідку, і в усій біосфері Землі. Будучи відносно незворотними (3-й наслідок) зміни у природі кінець кінцем виявляються важконейтралізуємимі із соціально-економічної точки зору: їх виправлення потребує великих матеріальних коштів і фізичних зусиль.

Зрушуючи динамічно рівноважний стан природних систем за допомогою значних вкладень енергії (наприклад, шляхом орання та інших агротехнічних заходів), люди порушують співвідносини екологічних компонентів, досягаючи зростання продукції (врожаю) або стану середовища, сприятливого для життя людини. Якщо ці зрушення "згаснуть" в ієрархії природних систем і не викликають термодинамічного розладу у даній системі, стан сприятливий. Однак перебільшення вкладення енергії та, як наслідок, речовинно-енергетичний розлад ведуть до зниження природно-ресурсного потенціалу аж до опустелювання місцевості, яке проходить без компенсації: замість квітучих садів з'являються пустелі.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги доводить, що людина у своєму нестримному перетворюванню природи повинна бути вкрай обережною та передбачливою

Розглянуті вище терміни, поняття та закони складають лише невелику частину їх, діючих в екології. Про деякі інші розмова піде у наступних темах цього курсу.

**Тема 2. Біосфера**

Мета лекції: дати уявлення про структуру біосфери, ввести основні поняття та визначення, ознайомити з екосистемами та основними процесами, що відбуваються в них, дати поняття про харчові ланцюги та екологічні піраміди.

1. Загальна характеристика та структура біосфери.

2. Еволюція біосфери. Роль живої речовини.

3. Екосистеми.

3.1. Процеси, що відбуваються в середині екосистем.

3.2. Харчові ланцюги.

3.3. Екологічні піраміди.

**ПЕРШЕ ПИТАННЯ:** ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА Й СТРУКТУРА БІОСФЕРИ.

Біосфера є найбільш великою (глобальною) екосистемою Землі.

Це складна за складом, будовою й органісті оболонка, що охоплює нижню частину атмосфери, всю гідросферу та верхню частину літосфери, що населені живими організмами, "область існування живої речовини" (В.І.Вернадський).

Термін БІОСФЕРА введений в 1875 р. австрійським ученим геологом Е. Зюсом.

Учення про біосферу, як про активну оболонку Землі, в якій сукупна діяльність живих організмів (у тому числі й людини) проявляється як геохімічний фактор планетарного масштабу та значення, створено В.І.Вернадським (1926).



Рис. 2.1 Вертикальна потужність біосфери.

"Межі біосфери зумовлені, передусім, полем існування життя" (Вернадський В.І. "Біосфера"). Це "поле існування життя", особливо активного, за новітніми даними, обмежено в прямовисній межі, головним чином, висотою майже 6 км над рівнем моря, до якої зберігаються позитивні температури у атмосфері і можуть жити хлорофілоносні рослини-продуценти (6.2 км у Гімалаях).

Вище мешкають лише павуки, ногохвістки і деякі кліщі, які споживають зерна рослинної пилки, спори рослин, мікроорганізми та ін. органічні частки, що заносяться вітром. Ще вище живі організми потрапляють лише випадково.

Нижня межа існування активного життя традиційно обмежується дном океану та ізотермою 100° С в літосфері, розташованими відповідно на відмітках майже 11 км та, за даними надглибокого буріння на Кольському півострові, майже 6 км (фактично життя розповсюджено в літосфері до глибини 3-4 км). Таким чином, прямовисна потужність біосфери в океанічній області Землі досягає понад 17 км, а в суходольній – 12 км.

Біосфера включає в себе всі живі організми (живу речовину), біогенні, біокосні і косні речовини, таким чином є областю системної взаємодії живої і косної речовини на планеті. До біосфери відноситься і людське суспільство з його виробництвом.

ЖИВА РЕЧОВИНА – сукупність тіл живих організмів, що населяють Землю поза залежністю від їх систематичної належності. Загальна маса живої речовини оцінюється величиною 2,4\*10 т (в сухій масі).

За різними оцінками, в наш час на Землі існує майже 2 млн. видів організмів, з них на частку рослин припадає майже 500 тис. видів, а на частку тварин – 1,5 млн. видів.

Маса рослин – фото синтетиків на Землі складає 2,4\*10 т, а вторинних організмів (тваринних) – 0,023\*10 т. Біомаса мікроорганізмів не оцінена належним чином, але припускається, що вона значно менше біомаси вищих організмів.

В.І.Вернадський неодноразово зазначав, що жива речовина невіддільна від біосфери, є її функцією і, одночасно, "однією з самих могутніх геохімічних сил нашої планети". Жива речовина являє собою нерозривну молекулярно-біохімічну єдність, системне ціле з характерними для кожної геологічної епохи рисами. Знищення багатьох видів живої речовини людиною може порушити цю єдність, що призведе до різкої зміни молекулярно-біохімічних властивостей живої речовини і можливості існування багатьох високоорганізованих видів, що процвітають, і в тому числі, надто певно, і самої людини. Звідси випливає важливість збереження видів і в цілому живої речовини сучасного геологічного періоду.

БІОГЕННА РЕЧОВИНА – речовина що утворювалася або перероблялася організмами (нафта, газ, руда та ін.).

БІОКОСНА РЕЧОВИНА – речовина, "що утворюється одночасно живими організмами і косними процесами" і є "закономірною структурою з живої і косної речовини" (наприклад, грунт).

КОСНА РЕЧОВИНА – речовина, "що утворюється процесами, в яких жива речовина не бере участь". (Вернадський В.І. "Хімічна будова біосфери Землі і її оточення"). Наприклад, вивержені гірські породи.

**ДРУГЕ ПИТАННЯ:** ЕВОЛЮЦІЯ БІОСФЕРИ. РОЛЬ ЖИВОЇ РЕЧОВИНИ.

Геохімічний розвиток нашої планети починає змінюватися з моменту появи на ній живої речовини (4 млрд. років тому). За цей період (а це шість сьомих історії земної кори) відбувається стрункий процес ускладнення живих систем.

Згідно із законом БІОГЕННОЇ МІГРАЦІЇ АТОМІВ (закон Вернадського) міграція елементів на земній поверхні і в біосфері в цілому відбувається під переважним впливом живої речовини, організмів. Так було і в геологічному минулому, мільйоні років тому, таке і є в сучасних умовах. Жива істота або приймає участь в біохімічних процесах безпосередньо, або утворює відповідне, багате киснем, вуглекислими газом, воднєм, азотом, фосфором та іншими речовинами, середовище. 2 ,3 млрд. років тому з гідросфери в атмосферу починає проникати вільний кисень (дякуючи життєдіяльності рослин – фото синтетиків). Первісна атмосфера Землі, що складалася з водяної пари, аміаку, метану і водню – продуктів дегазації мантії Землі, змінюється: в ній з`являється кисень (О ), вуглекислий газ (СО), аміак (NH) перетворюється на азот (N). Атмосфера стає біогенною – забезпечує життєдіяльність на нашій планеті.

В протерозойську еру величезного масштабу набула діяльність феробактерій (утворення залежів залізних руд) і синє-зелених водоростей (утворення карбонатних порід). Відбувається утворення та накопичення біогенної та біокосної речовин.

Жива речовина, біомаса якої складає майже 0,0001 % від маси біосфери, стає однією з найпотужніших сил нашої планети. Цей етап еволюції біосфери називають БІОГЕНЕЗОМ (від грецької bio – життя і genesis – походження).

Поява людини, людського суспільства, перетворення його на потужну силу, що свідомо, цілеспрямовано, закономірно і неповоротно змінює все навколишнє середовище, знаменує поступовий перехід біосфери на новий етап еволюції: етап розвитку життя БІОГЕНЕЗ замінюється етапом розвитку розуму – НООГЕНЕЗОМ (від грецької ноо – розум), тобто НООСФЕРА закономірно приходить на зміну БІОСФЕРІ..

Сучасне розуміння ноосфери було розроблено у 1930-1940 р.р. В.І.Вернадським, який зазначав, що "ноосфера знаходиться не над біосферою, не поза нею, а є закономірним і неминучим етапом розвитку самої біосфери, етапом розумного регулювання взаємовідносин людини і природи".

"Ноосфера це нове геологічне явище на нашій планеті. В ній вперше людина стає найбільшою геологічною силою". Розумна людська діяльність стає головним фактором, який визначає розвиток на Землі. А так як людина може мислити і діяти тільки у поясі життя – біосфері, стає зрозумілим її відповідальність за екологічне благополуччя на Землі. Треба так керувати процесами взаємовідносин між людиною і біосферою, щоб вони були взаємовигідні, і щоб розвиток суспільства не призвів до деградації біосфери. В ноосфері розум людини - міра екологічного добробуту на планеті.

**ТРЕТЄ ПИТАННЯ:** ЕКОСИСТЕМИ.

**3.1. Процеси, що відбуваються у середині екосистем**.

Біосфера – глобальна екосистема Землі, що складається з величезної кількості екосистем, серед яких виділяють:

• мікроекосистеми (напр., стовбур гниючого дерева і т п.);

• мезоекосистеми (ліс, ставок і т п );

• макроекосистеми (океан, континент і т п ).

Для екосистеми необхідно здійснення процесів самовстановлення і саморегуляції сукупності середовищеутворювальних компонентів та елементів, що її складають. Під САМОРЕГУЛЯЦІЄЮ розуміють спроможність природної екосистеми до відновлення внутрішніх властивостей й структур після якогось природного чи антропогенного впливу, що змінив ці властивості й структури. Саморегуляція заснована на принципі зворотного зв`язку окремих підсистем, що складають природну систему, й екологічних компонентів. Кількість зв`язків М залежить від кількості компонентів N, що складають екосистему, і може бути визначено за формулою



(напр., при N=1000, М=500000).

Найнеобхідніші для людини функції екосистем:

• виробництво харчу;

• виробництво кисню;

• виробництво незамінних ресурсів біологічного походження;

• переробка і знешкодження різноманітних відходів;

• рекреація і підтримання нормального стану нервової системи (душевного і психічного здоров`я) людини.

Виходячи з цього, найбільш важливими і для добробуту (існування) людини, і для біосфери в цілому, є наступні екосистеми:

1. Сільськогосподарські;

2. Лісні;

3. Прибережні та прісноводні.

Саме ці екосистеми залучені до найважливіших екологічних процесів, що необхідні як для виживання людини, так і для стійкого соціально-економічного розвитку суспільства.

Аналізуючи внутрішнє життя екосистем логічно виділити три групи процесів (потоків):

1. Потоки інформації;

2. Потоки речовини;

3. Потоки енергії.

Ці потоки взаємопов`язані і тісно переплітаються. Наприклад, носієм енергії та інформації часто служить поток речовини. Інформація може переноситися також з потоками енергії (світловою чи тепловою радіацією, звуковими сигналами) Тому виділення трьох груп процесів носить умовний характер і робиться лише для зручності аналізу дуже складного об`єкту – екосистеми, що функціонує. Завдяки такому виділенню стає зрозумілим, що для повноцінної охорони проживаючих, динамічних екосистем необхідно збереження всіх трьох потоків.

Потоки інформації. Інформація – енергетично слабка дія, яка сприймається організмом як закодоване повідомлення про змогу багаторазово більш міцної дії на нього з боку інших організмів або факторів середовища, та викликає у організму відповідну реакцію. Це найменш розроблена область у вивченні життя екосистем. Освоєння цієї області дозволить зрозуміти механізми регуляції та стійкості екосистем – святая святих екології та ключ до можливості достатньо тонко керувати ними. Один з аспектів вивчення інформації – це дослідження сигналізації та комунікації організмів. Встановлено, що практично всі можливі засоби сигналізації (світлова, хімічна, звукова) використовуються організмами.

Універсальну роль носія інформації у біосфері відіграють електромагнітні поля. Це обумовлено тим, що з усіх відомих нам типів зв`язку саме зв`язок на основі електромагнітних полів є найбільш інформативним та економічним.

Електромагнітні поля, як засіб зв'язку у біосфері, в порівнянні зі звуковою, світловою або хімічною інформацією мають такі переваги:

• розповсюджуються в будь-якому середовищі життя – у повітрі, воді, грунті та тканинах організмів;

• мають максимальну швидкість розповсюдження;

• можуть розповсюджуватися при будь-якій погоді та незалежно від часу на добу;

• можуть передаватися на будь-яку відстань;

• можуть приходити на Землю із Космосу;

• на них реагують усі біосистеми (на відміну від інших сигналів).

Раніш біологи враховували лише електромагнітне випромінювання Сонця в високоенергетичній частині його спектру – інфрачервоному, видимому та ультрафіолетовому частинах діапазону – як джерела енергії для усього живого. Лише в останні десятиріччя вони почали розуміти ту роль, яку відіграють у живій природі електромагнітні поля земного та космічного походження в діапазоні радіочастот, низьких та інфранизьких частот. З`ясувалося, що саме ці енергетично слабкі сигнали несуть інформацію, яка приймається, накопичується та використовується організмами. Це питання ще мало вивчено.

Небезпека, що повинна бути виключена при повноцінній охороні екосистеми – порушення інформаційних потоків між особинами одного виду внаслідок антропогенного впливу на середовище пробування.

І можливо, саме забрудненням інформаційного середовища, що викликане діяльністю людини, слід пояснити загадкові випадки масового "самогубства"китів, що викидаються на суходіл. Адже навколоземний простір у теперішній час перенасичений штучними антропогенними джерелами електромагнітного поля.

Потоки речовини. Ці потоки доцільно розглядати як потоки хімічних елементів (C, N, P). Вони бувають:

• циклічними (коловороти речовин);

• нециклічними (потоки речовини, що приносяться в дану екосистему зовні і уходять з неї в інші ділянки біосфери).

Коловорот речовин – це багаторазова участь речовин в процесах, що протікають в атмосфері, гідросфері, літосфері, в тому числі у тих їх шарах, які входять до біосфери планети. Проте в дійсності повний коловорот учиняють не речовини, а хімічні елементи. Тому точним буде термін "коловорот хімічних елементів".

Для того, щоб біосфера продовжувала існувати, щоб на Землі не припинявся розвиток, постійно повинні проходити беззупинні хімічні перетворення її живої речовини. Іншими словами, після використання одними організмами, речовини повинні переходити в засвою вальну для інших організмів форму. Така циклічна міграція речовин та хімічних елементів може мати місце тільки за певних витрат енергії, джерелом якої є Сонце.

Якщо не враховувати космічну речовину, що надходить до біосфери у вигляді метеоритів і пилу, то можна стверджувати, що кількість речовини, що утягується в біосферні процеси, залишається постійною протягом геологічних періодів.

Внаслідок геологічних змін лику Землі частина речовин біосфери може надовго виключатися з цього коловороту.

Такі біогенні опади, як вапно, кам`яне вугілля, нафта, на багато тисячоліть консервуються в товщі земної кори, але, в принципі, не виключено їх повторне включення в біосферний коловорот.

Виділяють два основних БІОХІМІЧНИХ коловорота:

• великий (геологічний);

• малий (біотичний).

Великий коловорот триває сотні тисяч чи мільйоні років. Він полягає в тому, що гірські породи зазнають руйнування, вивітрювання, а продукти вивітрювання, в тому числі розчинені у воді поживні речовини, зносяться потоками води в Світовий океан. Тут вони утворюють морські напластування і, лише частково повертаються до суходолу з опадами та з видобутими з води людиною організмами. Великі повільні геотектонічні зміни, процеси опускання і підіймання морського дна, переміщення морів та океанів за тривалий час призводять до того, що ці напластування повертаються до суходолу і процес починається знову.

Малий коловорот є частиною великого, відбувається на рівні біогеоценозу і полягає в тому, що поживні речовини грунту, вода, вуглець акумулюються в речовині рослин, витрачаються на побудову тіла і життєві процеси як їх самих, так і організмів-консументів. Продукти розпаду органічної речовини знов розкладаються ґрунтовою мікрофлорою і мезофауною (бактерії, гриби, молюски, комахи, простіші та ін.) до мінеральних компонентів, знов доступних рослинам, що знов утягують їх у поток речовини.

Коловорот хімічних речовин з неорганічного середовища через рослинні і тваринні організми назад в неорганічне середовище, що йде з використанням сонячної енергії хімічних реакцій, носить назву БІОГЕОХІМІЧНОГО ЦИКЛУ.

Коловороти основних речовин і хімічних елементів в біосфері: вуглецю, фосфору, кисню, води.

Енергетичні потоки. Одне з головних властивостей живої системи – її динамічний стан, що полягає в постійному синтезі і розпаді. Підтримання такого стану вимагає споживання вільної енергії, а також просторової і часової організації. В термінах термодинаміки екологічні системи будь-якого рангу є відкритими дисипативними ( розсіювальними ) системами, що знаходяться вдалині від термодинамічної рівноваги (теплового хаосу).

Термодинамічна нерівноважність – одна з найістотніших характеристик живої речовини, що відрізняє її від неживої.

Принцип "стійкої нерівновагі" (Е.С.Бауер, 1937) проголошує: "Усі і тільки живі системи ніколи не бувають у рівновазі і виконують за рахунок вільної енергії постійну роботу проти рівноваги, що вимагається законами фізики та хімії за відповідних зовнішніх умов".

Якщо температура того чи іншого тіла вище температури навколишнього повітря, тобто має деякий перепад температур, то загальна температура системи "тіло-середовище" прагне до рівноваги. В кінцевому підсумку енергія будь-якого живого тіла може бути розсіяна в тепловій формі, після чого наступає стан термодинамічної рівноваги і подальші енергетичні процеси виявляються неможливими.

Про таку систему кажуть, що вона знаходиться в стані МАКСИМАЛЬНОЇ ЕНТРОПІЇ. Ентропія, таким чином , відображає можливість перетворення енергії і розглядається як міра невпорядкованості системи (максимальної ентропії відповідає максимальна невпорядкованість – хаос). Для того, щоб ентропія системи не зростала, організм чи система повинна витягувати енергію ("упорядкованість організації") звідкілясь іззовні, безупинно підтримувати та накопичувати її проти градієнту ентропії. Цю необхідну енергетичну дотацію екосистема ( та організми) одержує від Сонця, по суті являючи собою ВІДКРИТУ СИСТЕМУ.

Живий організм добуває НЕГЕНТРОПІЮ (негативну ентропію) з їжі, використовуючи упорядкування її хімічних зв`язків.

Саме вивчення потоків енергії дало можливість побачити цілісність екосистем, чітко виділити такі структурні особливості та характеристики екосистем, як харчові рівні, ланцюги, сіті.

**3.2 Харчові (трофічні) ланцюги**.

Частина отриманої живими організмами енергії витрачається на підтримання життєвих процесів, частина передається організмам наступних харчових рівнів. На початку ж цього потоку знаходиться процес АВТОТРОФНОГО (від грецького авто – сам і трофе – харчування) харчування рослин – ФОТОСИНТЕЗ, при якому підвищується упорядкованість енергії та органічних і мінеральних речовин, що деградували.

В загальному виді трофічний ланцюг може бути зображений таким чином (рис 2.2).

Продуценти за допомогою механізму фотосинтезу виробляють органічну речовину, споживаючи сонячну енергію, вуглекислий газ, воду і мінеральні солі. Хемопродуценти використовують енергію хімічних реакцій, наприклад, окислення з`єднань заліза чи сірки, і також виробляють органічну речовину. Можна сказати, що продуценти керують неживою частиною біосфери, її неживою речовиною.

Продуцентами керують консументи, діяльність яких визначають зворотні зв`язки, що йдуть від продуцентів. Консументи першого порядку (травоїдні тварини) харчуються органічною масою рослин. Консументи другого і третього порядків (хижаки, паразити, хижі рослини та гриби) харчуються іншими консументами.



Рис. 2.2. Трофічний ланцюг.

Редуценти споживають частину поживних речовин, розкладаючи мертві тіла рослин і тварин до простих хімічних елементів ( води, вуглекислого газу і мінеральних солів),. замикаючи таким чином коловорот речовин в біосфері.

На прикладі харчового ланцюга наочно видні взаємодії між організмами у виді зв`язків "жертва-хижак" (на рис.2.2 розташовані по вертикалі від 1 до 5) та "хазяїн-паразит" (визначені пунктиром).

В природі, як правило, деякі кільця харчових ланцюгів є загальними для інших ланцюгів. Внаслідок картина взаємодій та взаємовідносин значно ускладнюється, що дає можливість казати про наявність просторових харчових сітей.

Отже, в харчових ланцюгах з одного трофічного рівня на інший передається речовина (біомаса) та енергія, яка еквівалентна цієї біомасі.

При передачі з одного харчового рівня на інший у простір розсіюється приблизно 90% енергії.

Оскільки у зворотний потік (від редуцентів до продуцентів) надходить незначна кількість первісно утягуваної енергії (не більш 0,25%), казати про "коловорот енергії" не можна.

**3.3 Екологічні піраміди.**

В основі існування харчових ланцюгів лежать розмірні закономірності організмів, що споживаються.

У трофічний оборот екосистеми включається в середньому 1% енергії, що надходить від Сонця. На кожному наступному трофічному рівні зберігається лише приблизно 10% енергії, що засвоюється організмами попереднього трофічного рівня, а 80-90% її розсіюється в екосистемі у вигляді тепла. Тому, чим вище рівень консумента, тим менше сумарна біомаса його особин.

Співвідношення між продуцентами, консументами та редуцентами в екосистемі може бути виражено через один з видів екологічних пірамід.

Розрізняють три види екологічних пірамід:

1. Піраміда чисел Елтона – відображає співвідношення кількості особин у харчовому ланцюгу.

2. Піраміда біомас – відображає співвідношення мас живої речовини кожного кільця трофічного ланцюга.

3. Піраміда енергій – відображає співвідношення енергетичних еквівалентів на одиницю часу кожного кільця трофічного ланцюга.

Піраміди чисел та біомас відображають статику системи (кількість організмів в даний момент). Піраміда енергій відображає швидкість проходження маси їжі крізь харчовий ланцюг (динаміку системи). Якщо враховані усі джерела енергії, піраміда завжди буде мати типовий вигляд, як це диктується другим законом термодинаміки.

Екологічні піраміди дозволяють ілюструвати кількісні стосунки в окремих, особливо цікавих випадках, наприклад, у зв`язках "жертва-хижак" чи "хазяїн-паразит".

 

Рис. 2.3 Піраміда біомас у Світовому океані (млн..т.) (сира маса).

Антропогенні впливи призводять до перерозподілу потоків енергії по харчових ланцюгах екосистем чи заміни одного харчового ланцюга іншим. Ці зміни широко розповсюджені та передують вимиранню видів.

Окрім цих впливів на тонку структуру енергетичних потоків в екосистемі чинять немаловажний вплив і інші, що не пов`язані з харчовими сітями. Такими є впливи, що порушують звичайний для екосистеми потік теплової енергії:

1. Антропогенні викиди (емісії) тепла, що пов`язані з енергетикою і промисловістю

2. Зміна балансу радіації, що надходить від Сонця, внаслідок зміни відбиваючої спроможності (альбедо) поверхні екосистеми (зведення лісів та заміна на інші екосистеми – зменшується частка поглинаючої екосистемою сонячної радіації. Або "почорніння" поверхні – розширення водної поверхні, чи випалювання рослинності).

Внаслідок розгляду викладених вище питань, можна зробити висновок, що головними завданнями охорони екосистем є:

1. Підтримання найважливіших екологічних процесів та життєзабезпечуючих систем.

2. Збереження генетичної різноманітності.

3. Надання використанню видів та екосистем постійного, невиснаженого характеру..

**Тема 3. Середовище і умови існування організмів. Популяції і угрупування**

Мета лекції: ознайомити з поняттям екологічного середовища та закономірностями зміни у просторі та часу основних факторів фізичного середовища і адаптації живих організмів до них. Викласти, використовуючи системний підхід, закономірності взаємодії та розвитку в біосистемах різного рівня організації.

1. Умови існування організмів.

2. Адаптація до абіотичних факторів середовища.

3. Динаміка популяцій.

4. Взаємодія популяцій в угрупованнях.

**ПЕРШЕ ПИТАННЯ:** УМОВИ ІСНУВАННЯ ОРГАНІЗМІВ.

Вже у першому відомому визначенні екології (Е. Геккель, 1866 р.), як науки, до навколишнього середовища віднесені усі умови існування в широкому змісті цього слова. Тому поняття "навколишнє середовище" включає соціальні, природні і штучно утворюванні фізичні, хімічні і біологічні фактори. В екології під середовищем розуміють сукупність взаємодіючих змінних, яка підтримує чи припиняє процес життєдіяльності.

Живий організм – рослинний чи тваринний – залежить від середовища, а середовище перетворюється внаслідок діяльності організмів. Зв`язок "організм – середовище" має чіткий двосторонній характер у відповідності до принципу єдності організму і середовища (І.М.Сеченов, 1861 р.).

При цьому, рівні організації життя складають своєрідний біологічний спектр – ген, клітина, орган, організм, популяція, угрупування. На кожному рівні внаслідок взаємодії з навколишнім фізичним середовищем виникають функціональні системи, які містять живі компоненти (біотичні) і неживе навколишнє оточення (абіотичні компоненти), що називаються БІОСИСТЕМАМИ.

Узагальнено основні компоненти фізичного (конкретного) середовища пробування включають: грунт, атмосферу, воду (гідросферу), природні тваринні і рослинні організми, а також об`єкти, речовини, матеріали і організми, що створені людиною. Фізичне середовище є джерелом чи носієм взаємодіючих факторів, сукупність яких і складає поняття середовища в екології. При цьому складність оточення кожного організму настільки велика, що не можна дати не тільки вичерпного опису факторів, але часто, навіть простого їх переліку. Не всі з факторів мають однакове значення і виявляють однаковий вплив на організми. Перелік факторів, що мають істотне значення, називають функціональним середовищем. Контингент факторів, що входять до складу функціонального середовища живих організмів, несталий і специфічний для різноманітних організмів. Дослідженням взаємодій в системі особина – середовище займається факторіальна екологія (аутоекологія).

Згідно з рис. 3.1. найбільш загальна класифікація факторів середовища полягає в їх розподілі на біотичні і абіотичні фактори. В дослідженнях з охорони навколишнього середовища виділяють також групу антропогенних факторів, що пов`язані з діяльністю людини. Вони включають як абіотичні, так і біотичні фактори.

 

Рис. 3.1.

Біотичні фактори складають предмет вивчення динаміки популяцій (демекологія) і біоценології і будуть розглянуті в третьому і четвертому питаннях цієї лекції.

Абіотичні фактори класифікуються на фізичні і хімічні, до яких відноситься цілий ряд факторів, в тому числі і кліматичні.

Саме кліматичні фактори вирішальним чином визначають умови життя в будь-якому місці на Землі, а їх цифрові значення дають порівняльну характеристику середовища. До таких факторів належать: сонячне випромінювання, температура, вода (як фактор, а не фізичне середовище), атмосферний і гідросферний тиск.

А. ВИПРОМІНЮВАННЯ СОНЦЯ - служить первинним джерелом енергії, без якого не можливе життя. За деякими даними, на частку цього джерела падає до 99% енергії, що знаходиться в обертанні на Землі. Сонячне випромінювання, що проходить крізь верхні шари атмосфери і досягає поверхні Землі, складається з електромагнітних хвиль довжиною приблизно від 0,3 до 10 мкм. Ділянки спектру цього випромінювання – ультрафіолетовий, видимий і інфрачервоний – несуть різну кількість енергії (табл.. 3.1).

Таблиця 3.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ділянка спектру** | **Довжина хвилі, мкм** | **Енергія випромінювання, %** |
| Ультрафіолетовий | <0,4 | 9 |
| Видимий | 0,4-0,7 | 41 |
| Інфрачервоний | >0,7 | 50 |

Повна кількість сонячного випромінювання, що падає на 1 см2поверхні верхньої межі атмосфери на протязі 1 хвилини, називається СОНЯЧНОЮ ПОСТІЙНОЮ. Вона дорівнює приблизно 8,3 Дж/cм2\*хв. Ця величина означає, що якби енергія, що досягає із сонячними променями верхньої межі атмосфери, безперешкодно проникала до Землі і повністю нею поглиналась, то температура поверхні одно сантиметрового шару води збільшувалась б зі швидкістю 2° С у хвилину. Проте сонячне випромінювання частково поглинається атмосферою, частково нею же відбивається, а чимала його частина підлягає розсіюванню (рис.3.2).



Рис. 3.2

Величина безпосереднього випромінювання, що досягає даної точки поверхні Землі, коливається у межах 0,3 – 2,4 Дж/cм2\*хв. і визначається рядом умов: товщиною і оптичними властивостями атмосфери, кутом падіння променів, положенням Сонця. Тобто безпосереднє випромінювання у певному місці земної кулі залежить від географічної широти, пори року, часу дня і погодних умов.

Сонячне випромінювання внаслідок контакту з частками атмосфери підлягає частково розсіюванню і відбиванню. Воно досягає поверхні Землі під різними кутами. Завдяки цьому, сонячна енергія проникає у місця, що закриті для прямого сонячного опромінювання, а у хмарні дні є єдиним джерелом сонячного випромінювання. Протягом доби величина розсіяного випромінювання зростає до полудня, а після цього зменшується. Енергія розсіяного випромінювання зимою в два і більше раз перевищує енергію (для Європи) безпосереднього випромінювання і приблизно дорівнює їй в інші пори року. Розподіл енергії розсіяного випромінювання виявляє зсув у бік ультрафіолетового випромінювання, частка якого в ньому вище, ніж у безпосередньому випромінюванні Сонця. Звідси зрозуміло, чому можна загарати в затінку при цілком безхмарному небі.

Сума безпосереднього і розсіяного випромінювання становить повне випромінювання Сонця. Частина цього випромінювання відбивається і спрямовує до неба, не змінюючи своєї довжини хвилі. Мірою відбитого випромінювання є АЛЬБЕДО, що визначає відношення (у %) відбитого випромінювання до випромінювання, що падає а дану поверхню. Величина альбедо залежить від характеристики поверхні. Альбедо сухого чистого снігу може досягати 95%, а волого темного грунту- тільки 5%. Величина альбедо залежить від висоти Сонця – промені, що падають на поверхню води під гострим кутом, можуть відбиватися на 90%.

Частина повного випромінювання, що поглинено поверхнею Землі, перетворюється в теплову енергі., яка вдруге відбивається у напрямі неба в інфрачервоному діапазоні. Випромінювання поверхні Землі протягом дня збільшується зі збільшенням температури грунту, а уночі зменшується. Довгохвильове випромінювання Землі більшою частиною поглинається вже у нижній частині тропосфери. Поглинання випромінювання поверхні Землі атмосферою призводить до збільшення випромінювання останньої у тому же інфрачервоному діапазоні.

Таким чином, чимала частина випромінювання Землі вертається назад і тепер повністю поглинається. Напруженість довгохвильового випромінювання, що повертається атмосферою, оцінюється в 2,5 Дж/cм2\*хв., а незворотні енергетичні втрати у космічний простір, залежно від хмарності, складають 0,4 – 1,3 Дж/cм2\*хв. Тобто зворотне випромінювання атмосфери є ефективним засобом повернення енергії, що загублена раніш Землею. Це явище, що відоме під назвою ПАРНИКОВОГО ЕФЕКТУ, істотним чином впливає на тепловий баланс Землі. Середня температура Землі дорівнює 15° С, тоді як без зворотного випромінювання вона повинна становити –23° С. Таким чином, баланс на активній поверхні , тобто на межі між двома елементами системи, у якої відбувається теплообмін (у грунту – його поверхня, у води – її дзеркало), виглядає наступним чином:

S=Sс + Sн + Sа - Sз- Sl, Дж/cм2\*хв., … (3.1)

де Sс– безпосереднє випромінювання Сонця;

Sн – розсіяне випромінювання неба;

Sа – зворотнє випромінювання атмосфери;

Sз – випромінювання Землі;

Sl=L(Sс+Sн)/100 – відбивання Землі.

На спектральний склад і напруженість сонячного випромінювання впливають також локальні фактори – передусім, склад повітря. Дим може поглинати до 90% сонячного випромінювання.

Б. ЕНЕРГІЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ у момент поглинання будь-якою речовиною перетворюється на теплову. Механізм транспорту тепла різноманітний у рідин, газів і твердих тіл. У атмосфері теплообмін відбувається через випромінювання, перемішування потоків повітря, а також через випарування і конденсацію водяної пари. У гідросфері перенос тепла відбувається турбулентним способом, завдяки течіям, хвилюванню, конвекцієй тепла і випаруванням. У грунті передача тепла відбувається тільки за рахунок теплопровідності. Ці відмінності є причиною того, що річні коливання температури охоплюють всю тропосферу, у воді – шар до декілька сот метрів, у грунті – шар не більш 10 – 20 м.

В. ВОДА відіграє важливу роль кліматоутворювального фактора. Повна кількість води, що знаходиться на Землі, постійна. Баланс водних ресурсів будується на припущенні, що уся кількість води, що надійшла з атмосферними опадами, дорівнює кількості води, яка випаровувана з поверхні грунту і води.

Гідросфера виробляє 84% водяної пари, що знаходиться в атмосферному кругообігу. Опади над поверхнею океанів менш випарування (77%). Різниця вирівнюється поверхневим стоком. Ріки повертають в моря і океани майже 7% повної кількості води, що знаходиться в кругообігу. Волога зона материків дає 10%, а суха зона – 6% від загального випарування Землі. У вологій зоні випадає 17%, а в сухій – 6% опадів всієї земній кулі.

Повна кількість водяної пари, що знаходиться у даному об'ємі повітря, вимірюється у тих же одиницях, що і атмосферний тиск і називається пружністю водяної пари.

Стан насичення відповідає найбільшій пружності, яка можлива при даній температурі (рівновага випарування і конденсації). Відношення пружності пари е і пружності в стані насичення Е називається відносною вологістю

V = (е/Е) \* 100, % (3.2)

Зміна відносної вологості повітря, як правило, зворотна добовому циклу зміни температури. У вологих кліматах коливання вологості невеликі, а в сухих – значні.

У шарі 0 – 0,5 м над поверхнею землі вологість повітря швидко зростає по мірі наближення до поверхні грунту. Тому стандартна висота вимірювання вологості прийнята рівної 2 м.

У грунтовому середовищі вода зустрічається у різних видах.

Хімічно зв'язана вода є складником різноманітних сполук, що входять до складу грунту. Вона не приймає участі у водному балансі. Вода грунту у пароподібному стані має відносну вологість, що наближається до 100%. Вода, яка зв'язана молекулярними силами з частками грунту (іони водяної пари), малодоступна для рослин. Капілярна вода заповнює волосовідні канальці (перетином менш 3 мм2) між частками грунту і є головним джерелом води для рослин із поверхневою кореневою системою.Гравітаційна (вільна) вода знаходиться під дією сил ваги, заповнює некапілярні нещільності, переміщається у глиб грунту, легко доступна для рослин. Грунтова вода утворюється із гравітаційної, яка досягає водотривкого шару і тут накопичується.

Г. Умови життя наземних організмів визначаються атмосферним тиском. Для водних організмів аналогічним фактором є гідростатичний тиск.

Найбільші значення атмосферного тиску спостерігаються у зниженнях рельєфу (нижче рівня моря), де він може досягати 800 мм рт. ст., тоді, як на межі довічних снігів в горах тиск падає до 300 мм рт. ст. Вертикальний градієнт тиску чимало подібний ходу температури.

Значно більші перепади тиску у водяному середовищі. Гідростатичний тиск із заглиблюванням на кожні 10 м збільшується на 1 атм.(760 мм рт. ст.). При середній глибині океанів 3800 м гідростатичний тиск поблизу дна у 380 разів перевищує тиск повітря на рівні моря.

При розгляді питань зв'язку організмів з середовищем екологія враховує перш за все критерії виживання і розмноження.

Умови середовища проявляють чималу мінливість у часі і просторі. Тому більшість біологічних видів пристосовані не до певного значення даного фактора, а до деяких меж його мінливості. Як при більш низьких, так і при більш високих значеннях фактора може наступити загибель організму. Найбільш допустиме значення фактора називається верхньою, а якнайменше – нижньою критичною точкою Укладений між цими двома значеннями діапазон мінливості фактора являє собою зону екологічної толерантності. Поблизу критичних точок активність організму сильно обмежена, тоді як середина зони відповідає оптимуму (ця закономірність відома як "правило оптимуму" (рис. 3.3)). Толерантність різноманітних організмів по ставленню до одного і того ж фактора може істотно відрізнятися. У одних видів зона толерантності дуже широка (такі види називаються евробіонтами), у інших – вузька (види – стенобіонти).

Будь-яке з умов існування, що наближається до межі толерантності чи перевищує її, має назву лімітуюча умова або фактор, що лімітує.

Розглянуті раніш кліматоутворювальні фактори є ті, що лімітують. Пристосування організмів, адаптація їх до тих чи інших умов існування стосовно до кліматоутворювальних факторів має назву акліматизація. Акліматизація відбувається на протязі ряду поколінь і може закріплюватися на генетичному рівні.

 

Рис. 3.3.

**ДРУГЕ ПИТАННЯ:** АДАПТАЦІЯ ДО АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ СЕРЕДОВИЩА.

Для свого нормального розвитку і функціонування будь-який живий організм повинен зберігати сталість внутрішнього середовища організму – ГОМЕОСТАЗ.

Зміна цієї сталості (гомеостаза) – ДЕЗАДАПТАЦІЯ може привести до загибелі організму. Найбільш жорстка константа – кислотна-лужна рівновага (зрушення рН на 0,4 призводить до загибелі). Тому будь-який організм повинен пристосовуватися (адаптуватися) в умовах зміни екологічних факторів. Під АДАПТАЦІЄЮ розуміють сукупність морфологічних, фізіологічних, генетичних і поведінкових пристосувань до певних умов середовища.

Адаптація здійснюється за допомогою нервової й ендокринної систем.

У живих організмів є три види регуляції:

1. ГУМОРАЛЬНА (рідинна) – регуляція через рідинне середовище організму (кров, лімфу, тканинну рідину). Це найдавніший вид регуляції. Він був характерний для давніх організмів.

Основні недоліки цього виду регуляції:

• уповільнена реакція – регуляція діється протягом певного часу (наприклад, при прийманні таблеток, уколах);

• відсутність конкретного адресата (впливає на багато органів і систем організму з появою побічних ефектів. Наприклад, при прийманні аспірину спостерігається внутрішньошлунковий крововилив – 1 таблетка – 0,5 мл крові).

2. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ. З'явилася у ході еволюції живих організмів. При цьому типі регуляції вплив фактора сприймають рецептори (нервові закінчення), що передають сигнал аналізаторам (групи рецепторів – органи чуттів), і далі в центральну нервову систему (головний і спинний мозок), яка приймає рішення і віддає виконавчу команду (відповідна реакція).

Переваги цього виду регуляції полягають в швидкості реакції (до 110 м/с), а також у впливі на конкретний орган.

3. ГОРМОНАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ є різновидом гуморальної регуляції. Здійснюється за рахунок гормонів, тобто речовин, що виробляються в залозах внутрішньої секреції. Це цілеспрямований тип регуляції, проте вона відбувається поволі.

Розглянемо вплив абіотичних фізичних (кліматичних) факторів середовища на живі організми й їх пристосування (на прикладі адаптації до температури).

У відношенні до сонячного випромінювання організми стоять перед дилемою: з одного боку , пряме впливання світла на протоплазму смертельно для організму , з іншого боку – світло служить первинним джерелом енергії (про це окрема лекція про харчові ланцюги), без якого не можливе життя.

Ультрафіолетове випромінювання. Вищі і нижчі організми по-різному реагують на випромінювання цього діапазону. Вся ділянка ультрафіолетових променів згубна для бактерій. Знищувальна дія підсилюється за наявності у середовищі кисню. Ультрафіолетове випромінювання гальмує також розвиток грибів й вбиває їхні спори. Вищі рослини в принципі не вимагають ультрафіолетового випромінювання для нормального розвитку.

Тварини, що мають великі розміри тіла, передусім, птахи і ссавці (в тому числі і людина), потребують деякої кількості ультрафіолетового випромінювання у зв'язку із синтезом вітаміну Д (відповідає за міцність кісток скелету). Проте передозування випромінювання кварцовою лампою у людини призводить до опіків, а у дрібних тварин ультрафіолетове випромінювання може викликати загибель.

Видиме випромінювання. Є для організмів основним джерелом енергії і також летальним фактором середовища. Його дія залежить від адаптації організму до світла. Загальне ділення організмів з точки зору їх вимог до напруженості видимого випромінювання подібно у рослин і тварин. Світлолюбні чи світлостійкі рослини мають назву геліофіти, тварини – геліофіли, Затінковитривалі рослини мають назву скіофіти; тварини, що уникають світла –геліофоби.

Інфрачервоне випромінювання. Зелені рослини пропускають чи відбивають велику частину променів інфрачервоного діапазону.

Тварини використовують інфрачервоне випромінювання як джерело теплової енергії. Це випромінювання має велике екологічне значення, головним чином з причини щодо викликає мого їм теплового ефекту.

Адаптація до температури. Життя може існувати в температурному інтервалі від –200° С до +100° С. В льодах Антарктиди температура повітря може знижуватися до позначки –88° С, в африканських пустелях підійматися до +55° С На Землі є регіони з чималими річними коливаннями температури (наприклад, на північному сході України до 60° С), є країни з незначними (на Галапагоських островах цілий рік температура повітря приблизно +27° С). І в усіх регіонах земної кулі існує життя. Більшість видів і велика частина активності організмів приурочені до певних, достатньо вузьких діапазонів температур.

Розрізняють два типи живих організмів:

1. ПОЙКІЛОТЕРМНІ – організми, які не мають постійної температури тіла, тобто температура їх тіла змінюється залежно від температури навколишнього середовища (холоднокровні тварини – безхребетні, риби, земноводні і плазуни).

2. ГОМОЙОТЕРМНІ – організми, які незалежно від температури навколишнього середовища, підтримують температуру тіла на одному рівні (теплокровні тварини – птахи і більшість ссавців). Це стає можливим завдяки процесам терморегуляції, що відбуваються в організмах.

Терморегуляція здійснюється шляхом зміни інтенсивності теплотворення (при окислювальних процесах в організмах ) – ХІМІЧНА терморегуляція і шляхом зміни тепловіддачі через шкіру (випарування поту та інш.) – ФІЗИЧНА терморегуляція.

Температура тіла в цілому залежить від співвідношення між кількістю тепла, що виробляється, і тим, що віддається у навколишнє середовище.

Єдиним джерелом енергії в організмі є їжа, яка підлягає ряду обмінних процесів, відкладається про запас, а після цього, по мірі необхідності, йде розпад із виділенням енергії. Найбільш інтенсивно теплоутворення відбувається в м'язах, печінці, нирках. Значно менш – в з'єднувальних тканинах, кістках, хрящах.

Найбільш інтенсивні процеси тепловиділення відбуваються при скороченні м'язів (приблизно 80% енергії перетворюється на тепло, тремтіння збільшує теплотворення до 200%).

В організмах тварин на зміну температури навколишнього середовища реагують ТЕРМОРЕЦЕПТОРИ, що знаходяться в шкірі, на роговій оболонці очей і в слизових оболонках.

Терморецептори поділяються на:

• ті, що сприймають холод (холодові);

• ті, що сприймають тепло (теплові).

Холодові рецептори залягають поверхнево (на глибині 0,17 мм), теплові – глибше (0,3 мм).

Кількість точок на поверхні тіла, де зосереджуванні холодові рецептори приблизно дорівнюється 250 тисячам, теплові – приблизно 30 тисячам.

В природних умовах зимою переважає хімічна, а літом – фізична терморегуляція.

Реакція організму вищих тварин на низькі температури відбувається за наступною спрощеною схемою:

• початково низька температура виступає збудливо, як стресорний фактор;

• при подальшому впливі температури навколишнього середовища відбувається зниження температури тіла і спрацювання механізмів опору (починаються процеси теплотворення – виділення енергії);

• при продовженні впливу фактора на організм і вичерпання резервів останнього наступає загибель (у людини цьому відповідає пониження температури тіла до +24° С, при який скипаються ферменти).

При впливі високої температури відбувається вихід крові з кров'яних депо в шкіру, розширення судин і збільшення інтенсивності тепловипромінювання.

Важливу роль у віддачі тепла з організму відіграє процес випарування вологи з поверхні шкіри (через потові залози) і легень. Протягом доби потові залози виділяють 500 мл вологи, з поверхні легень втрачається 350 мл (всього 850 мл). Враховуючи, що на випарування 1 мл води потребується 0,58 ккал, можна побачити, що таким шляхом організм може віддати в навколишнє середовище до 500 ккал на добу.

У тварин, які не мають потових залоз, процеси випарування зі шкіри відсутні і тепловіддача йде з інших поверхней (наприклад, у собаки – з поверхні язика, у зайця – з поверхні вух).

Важливим є відношення поверхні тіла організму до його об'єму: чим воно менше, тим менше тепловіддача у тварини. Тому у теплокровних тварин, що схильні до географічної мінливості, розміри тіла особин статистично (в середньому) більше у популяцій, що проживають в більш холодних частинах АРЕАЛУ виду – ПРАВИЛО БЕРГМАНА.

Важливим є також кількість вологи в тілі організму: чим її менше, тим легше переноситься холод.

Вологість середовища є важливим фактором, що визначає можливість виживання наземних тварин. За ставленням до вологості організми прийнято ділити на 4 екологічні групи:

1. Гідрофіти – організми, що проживають у воді.

2. Гелофіти – організми, що проживають на межі води і суходолу.

3. Гігрофіли – організми, що вимагають високої вологості середовища.

4. Ксерофіли – організми, що проявляють високу стійкість до усихання.

Атмосферний тиск робить чималий вплив на хід життєвих процесів тваринних організмів. Для рослин цей вплив поки що не встановлений.

Іспанські конкістадори змушені були перенести столицю Перу в розташовану на березі океану Ліму, тому що на висоті 3500 метрів коні і свині не розмножувалися. Осіле проживання людей на висоті понад 4000 метрів над рівнем моря призводить до вимирання поселень.

Гідростатичний тиск зупиняє процеси бродіння при 600 атм., а гнильні процеси при 700 атм. Риби поверхневих вод гинуть при 300 атм., але відома всім морська зірка витримує тиск до 600 атм.

Пристосування до нових кліматичних умов має назву АКЛІМАТИЗАЦІЯ.

Розрізняють ІСТИННУ акліматизацію, що супроводжується зміною генетичної структури (відбувається поволі і рідко) і НАТУРАЛЬНУ, при якій відбуваються зміни у фізіології організму, але у межах норми.

Перелік лімітуючих факторів не обмежується тільки фізичними абіотичними факторами (рис. 3.1). Біологічні взаємовідносини, біотичні фактори не менш важливі як регулятори розподілу і чисельності організмів у природі.

**ТРЕТЄ ПИТАННЯ:** ДИНАМІКА ПОПУЛЯЦІЙ.

Поняття ПОПУЛЯЦІЯ є одним із центральних в екології.

Однією з основних концепцій ПОПУЛЯЦІЙНОЇ екології (ДЕМЕКОЛОГІЯ, вивчає популяцію й її середовище пробування) є концепція САМОРЕГУЛЯЦІЇ. Суть її в тому, що у популяції існують механізми зворотнього зв'язку, і вплив зовнішнього середовища позначається у динаміці популяції опосередковано, через ці механізми. Дані механізми надто різноманітні і мають різну природу: поведінкову, генетичну, фізіологічну і т.д., проте в кінцевому рахунку вони ведуть до зміни демографічних характеристик популяції. При цьому відгук популяцій на зміни залежить від зовнішніх по ставленню до популяції параметрів середовища.

В популяції існує внутрішньовидова конкуренція, тобто боротьба за ресурси всередині виду.

Популяція володіє біологічними властивостями, що притаманні організмам, які її складають, і груповими властивостями, що притаманні тільки групі в цілому. Популяція має певну організацію і структуру (часову і просторову), які можна описати. Такі властивості популяції, як густина, народжуваність, смертність, вікова структура і генетичне пристосування характеризує популяцію в цілому. Таким чином, особина народжується, вмирає, але стосовно особини не можна казати про народжуваність, смертність, вікову структуру.

Визначення і стислий опис основних властивостей популяції.

Густина популяції – це величина популяції в біомасі чи кількість особин, що віднесена до деякої одиниці простору. Густини популяцій ссавців охоплюють діапазон майже в 5 порядків величин – від менш 0,001 до понад 30 кг біомаси на гектар. Діапазон коливань густини популяцій окремо взятого виду значно менший. Наприклад, для ведмедя він складає 0,1 – 1,0, а для хом'яка – 0,12 – 1,2 кг/га.

Тобто густина, що вимірена в біомасі, не залежить від розміру особини.

Народжуваність – це спроможність популяції до збільшення кількості. Потенційна або фізіологічна народжуваність являє собою теоретичний максимум швидкості утворення нових особин в ідеальних умовах. Вона постійна для даної популяції. Реалізована або екологічна народжуваність визначає збільшення кількості популяції при фактичних умовах середовища. Вона не постійна та може варіювати в залежності від розміру і вікового складу популяцій і фізичних умов середовища. Відрізняють абсолютну народжуваність, що визначається шляхом ділення числа знов з'явившихся особин на час, і питому, що дорівнює відношенню абсолютної народжуваності до загального числа особин в популяції.

У 1988 р. В Україні на кожних 1000 чоловік народжувалось і помирало в середньому 14,5 і 11,7 чоловік (для Харкова – 13,8 і 10). Зараз смертність перевищила народжуваність.

Смертність відображає загибель особин у популяції. В певній мірі це поняття є антитезою народжуваності. Подібно народжуваності смертність можна виразити у виді абсолютної чи питомої величини. Реалізована або екологічна смертність – це загибель особин в даних умовах середовища. Ця величина не постійна і залежить від умов середовища і стану самої популяції. Теоретична мінімальна смертність – величина постійна для популяції. Вона являє собою загибель особин в ідеальних умовах, за яких популяція не підлягає лімітуючим впливам. Навіть в самих найкращих умовах особини умирають від старості. Цей вік визначає фізіологічну тривалість життя, що завжди перевищує її середню екологічну величину.

Наприклад, середня тривалість життя, народжуваність, смертність істотно відрізняється для держав з різним рівнем розвитку суспільства, тобто умовами існування.

Віковий склад популяції є важливою характеристикою, так як впливає на смертність та народжуваність. Співвідношення різних вікових груп в популяції визначає її здатність до розмноження в даний момент і показує,чого можна очікувати в майбутньому. В швидко зростаючих популяціях чималу частку складають молоді особини. Популяції, що знаходяться в стаціонарному стані, мають більш рівномірний віковий розподіл. В популяції, кількість якої знижується, буде міститися велика частка старих особин, що і має місце для ряду держав, в тому числі для України.

На динаміку популяцій істотний вплив може робити статевовікова структура виду. Наприклад, залежно від вікової структури істотно змінюється імовірність зустрічі шлюбного партнера, а отже, і народжуваність.

Досі мова йшла про зміни в популяції з бігом часу. Проте популяції мають і просторову структуру.

Розподіл особин популяції в просторі може бути випадковим, рівномірним (більш регулярним, ніж при випадковому розподілі) ігруповим (нерегулярним і випадковим).

Випадковий розподіл спостерігається тоді, коли середовище дуже однорідне і організми не прагнуть об'єднатися в групи.Рівномірний розподіл зустрічається там, де між особинами дуже сильна конкуренція чи існує антагонізм, що сприяє підтриманню однакової відстані між особинами. Частіше всього спостерігається утворення різноманітного роду скупчень.

Проте, якщо особини в популяції володіють тенденцією утворювати групи певної величини, то розподіл самих груп може опинитися більш близьким до випадкового чи навіть рівномірного.

В свою чергу просторові структури не є чимось застиглим і можуть змінюватися з бігом часу, в тому числі циклічно або у вигляді хвиль густини популяції в просторі і часі. Прикладом може служити розповсюдження шкідників в лісах і епідемії. Для аналізу цих явищ широко використовуються математичний апарат і моделювання на ЕОМ.

Оскільки популяційна динаміка визначається взаємодією народжуваності і смертності, то в ідеалі можливі два засоби підтримування стабільної кількості (коли народжуваність дорівнює смертності):

1. Висока смертність при високій народжуваності (і відповідно мала середня тривалість життя) – r-стратегія.

2. Низька смертність при низький народжуваності (велика тривалість життя) – K-стратегія.

Найменування стратегій веде походження від узвичаєних позначень логістичного рівняння популяційного зростання Ферхюльста-Пірла, де під r розуміється максимальна швидкість зростання кількості популяції (репродуктивний потенціал), а під K – ємність середовища, тобто стабільну кількість, до якої прагне популяція в даних умовах.

Згідно з сучасним поглядами r–стратеги мають привілей в нестабільних умовах, коли смертність мало залежить від густини популяції, тому що не пересичене організмами середовище сприяє видам з високим репродуктивним потенціалом (високим відношенням зусиль на розмноження до зусиль по підтриманню і виживанню особин).

К-стратеги краще пристосовані до існування в стабільних умовах, тому, що умови заповненого середовища сприятливі організмам, які характеризуються низьким потенціалом зростання кількості, але більш високою спроможністю конкурувати за мізерні ресурси і використовувати їх (більш енергії витрачається на підтримування і виживання особин, ніж на розмноження).

Як правило, в природі будь-яка із стратегій володіє привілеєм у порівнянні з будь-яким компромісом.

Більш докладно взаємодію видів розглянемо в наступному навчальному питанні.

**ЧЕТВЕРТЕ ПИТАННЯ:** ВЗАЄМОДІЯ ПОПУЛЯЦІЙ В УГРУПУВАННЯХ.

В угрупуваннях існує міжвидова конкуренція, тобто боротьба за ресурси всередині угрупування.

Існують наступні типи взаємодії двох популяцій в угрупуваннях:

1. НЕЙТРАЛІЗМ, при якому асоціація двох популяцій не відбивається на жодній з них.

2. Взаємне КОНКУРЕНТНЕ придушення, при якому обидві популяції активно придушують одна одну.

3. Конкуренція за ЗАГАЛЬНИЙ РЕСУРС, при якій кожна популяція посередньо негативно впливає на іншу в боротьбі за функціональний ресурс. (Більшість видів існує саме так, а не як 2).

4. АМЕНСАЛІЗМ, при якому одна популяція придушує іншу, але сама не зазнає заперечного впливу.

5. ПАРАЗИТИЗМ (особини – паразити менші за особин хазяїна) і хижацтво (особини – хижаки звичайно більше особин – жертв), при яких одна популяція несприятливо впливає на іншу, нападаючи безпосередньо на неї, але, тим не менше, сама залежить від об'єкта свого нападу.

6. КОМЕНСАЛІЗМ, при якому одна популяція витягає пожиток з об'єднання, а для іншої це об'єднання байдуже.

7. ПРОТОКООПЕРАЦІЯ, при якій обидві популяції одержують від асоціації пожиток, але ці стосунки не обов'язкові.

8. МУТУАЛІЗМ, при якому зв'язок популяцій сприятливий для зростання і виживання обох, причому в природних умовах не одна з них не може існувати без іншої.

Із зазначених типів взаємодій популяцій найбільший практичний інтерес представляють конкуренція і хижацтво.

Для з'ясування дії різноманітних факторів на зміну кількості одного виду використовують математичні моделі у формі диференціальних рівнянь швидкостей зростання популяції, на яку впливає інша популяція.

dN1/dt = r1\*N1 – r1/K1 – N12 – φ\*N1\*N2, (3.3)

де r – репродуктивний потенціал;

К – стабільна кількість, до якої прямує популяція у даних умовах (ємність середовища);

N1, N2 – чисельність популяцій 1 і 2;

φ – коефіцієнт, що визначає напруженість межвидової конкуренції;

dN1/dt – швидкість зростання популяції 1;

r1\*N1 – максимальна швидкість зростання популяції 1;

r1/K1 – визначає напруженість внутрішньовидової конкуренції.

З рішень цих рівнянь випливає, що швидкість зростання кожної популяції дорівнює максимальній швидкості зростання мінус вплив власної кількості (напруженість внутрішньовидової конкуренції) і мінус вплив іншого виду (напруженість міжвидової конкуренції). Причому останній параметр (а) може бути позитивним (див. типи взаємодій двох популяцій в угрупуваннях п.п. 2, 3, 4\*, 5), від'ємним (п.п. 6\*, 7, 8,) і рівним нулю (1, 4\*, 6\*), (де \* для одної з двох взаємодіючих популяцій).

При розгляді взаємодії великого числа популяцій рівняння складають відповідну систему рівнянь.

Якщо обмежитися взаємодією двох видів, можна записати друге рівняння:

dN2/dt = r2\*N2 – r2\*N2/K2 – ά\*N2\*N1, (3.4)

де ά – коефіцієнт конкуренції, що визначає вплив виду 1 на вид 2.

Система рівнянь для двох популяцій (3.3) – (3.4) носить назву рівнянь Лоткі – Вольтерра, отриманих ними незалежно один від одного у 1925 і 1926 р.р. і використовуваних В.Вольтерра для пояснення коливань рибних уловів в Адріатичному морі. Відтоді ці рівняння були предметом численних досліджень.

Один з основних результатів полягає в тому, що при конкуренції і відсутності сховищ, один з видів з необхідністю вимирає, а інший досягає стійкого стану. І це відповідає як експериментальним даним, так і реальному розвитку природних екосистем.

В системі "хижак – жертва" картина цілком інша. За відсутності внутрішньовидової конкуренції (К1 = К2 =  ) і конкурентного впливу жертви на хижака (ά = 0), але наявності залежності народжуваності хижака (В2) від кількості жертви (В2 = Kn\*a\*N1, де Кn – коефіцієнт корисної дії переробки біомаси жертви на біомасу хижака) одержуємо класичну модель В.Вольтерра

 dN1/dt = r1\*N1 – φ\*N1\*N2

dN2/dt = (Kn\*φ\*N1 – D2)\*N2, (3.5)

де B, D – функції народжуваності та смерті;

φ\*N1 – швидкість споживання жертви одним хижаком.

Аналіз цієї моделі дозволяє зробити висновок, що в системі "хижак – жертва" за відповідних умов (див. вище) можливий стійкий режим коливань кількості жертв N1 і хижаків N2.

Суцільна крива на рис. 3.4. має назву граничний стійкий цикл. Вказано напрямок його проходження (стрілки) і розмітка по часу, наприклад, в роках (цифри). Швидкість проходження циклу по даній дільниці визначається похідною до кривої на цій же дільниці. Згідно із стійким циклом відбуваються взаємопов'язані коливання кількості популяцій жертви і хижака з одним періодом (в даному випадку 12 років). Такого роду залежності були реально виявлені. Вони відповідають найважливішій властивості живої природи – самоорганізації. Справді, цей цикл називається граничним, тому що до нього будуть прямувати всі інші траєкторії співвідношень кількості хижаків і жертв (пунктирні лінії), незалежно від їх початкового співвідношення. Таким чином, хижак виявляє якби стабілізуючий вплив на кількість жертви, не допускає її вибухового збільшення і загибелі надалі. Тобто, вовки і лисиці теж потрібні для стійкого існування зайців і козуль.

Дані розв'язки є детерміністськими, а реальне середовище носить багато в чому випадковий характер. В природі смертність і, особливо, народжуваність підлягають випадковим збуренням. Причому випадкові збурення можуть бути значними по амплітуді і протидіючими на два взаємодіючих видів. В цьому випадку за несприятливих обставин, тобто малої кількості одного з видів, може статися його вимирання. Такого роду ситуації неодноразово виникали і, нажаль, виникають в природі. Таким чином, чим менше кількість видів, більше розмах протилежних випадкових збурень кожного з видів, тим скоріше станеться вимирання одного з них, руйнування угрупування.



Рис. 3.4. Залежність кількості популяцій в системі "хижак – жертва".

Розрахунки на моделях, що враховують випадкові збурення, показали, що угрупування, що складається з хижака і жертви, не може стабілізуватися у випадковому середовищі при низькій смертності хижака поряд з високою доступністю жертви чи при високій смертності хижака і важкодоступності жертви. Такий висновок інтуїтивно зрозумілий і відповідає реальним ситуаціям в природі.

Треба також визначити, що використання математичних моделей дозволило сформулювати, кількісно визначити і оцінити вплив на популяції і угрупування двох найважливіших біотичних факторів екологічного середовища – внутрішньовидової і міжвидової конкуренції.

Людина, на жаль, ще дуже повільно навчається бути "ощадливим хижаком", тобто, не знищувати свою жертву повністю при експлуатації її, як ресурсу. Теоретично оптимальне вилучення з експлуатованої популяції (наприклад, риби з озера) повинно діятися до рівня, при якому подальша швидкість зростання популяції максимальна. Реально оптимальний вихід живої продукції забезпечується в обсязі кілька меншому половини граничної кількості популяції при даних умовах середовища пробування.

Взагалі, в екології властивість будь-якої системи відновлюватися після того, як її структура і функції були порушені, має назвупружня стійкість біосистеми. Це поняття тісне пов'язано із властивістю живої матерії до самоорганізації (рис. 3.4). Спроможність же біосистеми чинити опір, підтримуючи свою структуру і функції незмінними називають резистентною стійкістю. Одна і таж біосистема володіє, як правило, тільки одним типом підтримання стабільності.

Ще одне виключно важливе поняття в біоценології – екологічна ніша. Вона включає в себе не тільки фізичний простір, але і певну частину екологічного середовища, що описується, як відомо абіотичними і біотичними факторами. Отже екологічна ніша даного виду визначається не тільки місцем, де він живе, але і його вимогами до навколишнього середовища (температура, вологість і т.д.), а також взаємовідносинами з іншими видами при здобуванні їжі. Конкуренція за один і той же харчовий ресурс призводить до зменшення ніші одного з видів чи навіть його повному витисненню з даної ніші. Витиснення одного виду іншим може статися і в наслідок конкуренції по будь-якому параметру екологічної ніші, наприклад, кількості сонячної енергії, що надходить (у рослин). Зона екологічної толерантності виду відповідає ширині екологічної ніші по даному фактору. Для характеристики ніші використовують ще її перекривання нішами сусідніх видів, без чого не обходяться реальні біогеоценози. Види, що займають однакові ніші в різних географічних краях, мають назву екологічні еквіваленти.

Визначая біогеоценоз, як сукупність всіх видів, що населяють певну територію, ми фактично не наклали ніяких обмежень на географічні характеристики цієї території. Разом з тим, межі природних біосистем не можуть бути задані довільно. Тому упроваджено поняття, щоб уточнити раніше використовуваний нами термін. Біогеоценозом називається сукупність популяцій всіх видів живих організмів, які населяють певну географічну територію, що відрізняється від сусідніх територій за хімічним складом грунтів, вод, а також за рядом фізичних показників (висота над рівнем моря, величина сонячного опромінення і т.д.). Тобто, простір, що займає біогеоценоз, відмежований істотною зміною на його межі хоча б одного фактора екологічного середовища.

Різноманітність організмів на межі біогеоценозів має тенденцію до збільшення, що відомо під назвою крайового ефекту. Типовим прикладом може служити узлісся, де різноманітність рослин значно більше, ніж в лісі і степу.

Біогеоценоз і його середовище пробування разом виставляють собою біосистему самого високого рівня організації (рис. 3.1), що має назву екологічна система чи екосистема. Поняття часто використовується і без обмежень на характеристики простору і кількості видів, які його населяють, тобто може розглядатися довільний географічний простір з довільним числом видів.

Екосистема в більш точному розумінні (що має у вигляді біотичного компоненту біогеоценоз) володіє цікавою властивістю, що має назву екологічна сукцесія, яка відбувається в зміні по часу її видової структури. У відсутності зовнішніх порушуючих процесів сукцесія уявляє собою спрямований передбачений процес. Більш чи менш неперервна зміна видів у часі нагадує естафету. Внаслідок з'являються послідовності угрупувань, що називаються серіями, які також замініють один одного в даному географічному просторі. Для останньої серії в цьому ланцюзі розвитку екосистеми використовують термін – клімакс. Він теоретично повинен бути постійним в часі і існувати до того часу, поки його не порушать сильні зовнішні збурення.

Сукцесія, що починається на ділянці, яка раніше не була зайнята (потік застиглої лави), має назву первинна сукцесія. Сукцесія, що починається на площі.з якої усунено колишнє суспільство (лісне вирубування), має назву вторинна сукцесія.

На ранніх стадіях сукцесії переважає r – відбір, тобто успішно уселяються види з високою швидкістю розмноження і зросту. Напроти, для пізніх стадій сукцесії характерний k – відбір, тобто переважають види з низьким потенціалом зростання, але з більш високою здібністю до виживає мості в умовах конкуренції. Типовий ряд вторинної сукцесії в передгірному краї включає стадії: голе поле, степ, злаки і чагарники, сосновий ліс і, через 150 років, дубовий клімаксний ліс.

**МОДУЛЬ 2: ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД АНТРОПОГЕННИХ ЗАБРУДНЕНЬ**

**Тема 4. Природні й антропогенні фактори впливу на біосферу**

Мета лекції: дати класифікацію та загальну характеристику джерел забруднення біосфери; охарактеризувати вплив на біосферу факторів природного та, особливо, антропогенного походження; дати уявлення про глобальну екологічну ситуацію, яка склалася.

1. Класифікація та загальна характеристика джерел забруднення навколишнього середовища.

2. Природні фактори впливу на біосферу.

3. Антропогенний вплив на біосферу.

4. Створена глобальна екологічна ситуація.

**ПЕРШЕ ПИТАННЯ:** КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

У процесі розвитку промисловості, енергетики та засобів транспорту беззупинно наростає антропогенне забруднення біосфери. Якщо в першій половині 20 століття негативний вплив забруднень на біосферу в багатьох районах світу згладжувався виникаючими в ній природними процесами, то в наступні роки масштаби діяльності людини привели біосферу на межу екологічної кризи, що ускладнюється зростанням народонаселення планети й процесами урбанізації.

Безліч розроблених технологічних процесів призвела до зростання кількості токсичних речовин, що надходять у біосферу. Причому в ряді районів земної кулі рівні забруднення значно перевищують допустимі санітарні норми.

В загальному випадку поняття "забруднення" включає до себе внесення в якесь середовище нових, не характерних для нього несприятливих фізичних, хімічних та біологічних агентів або перевищення природного середньо багаторічного рівня цих агентів .Основні джерела забруднення біосфери, що утворюються природними, виробничими і побутовими процесами, можуть бути об’єднані в дві групи:

1. забруднення природного походження;

2. забруднення штучного походження (рис.4.1).

За характером забруднення можуть бути об’єднані у дві групи:

1. матеріальні (токсичні й нетоксичні);

2. енергетичні (теплові викиди, всі види випромінювань і поля, що впливають на природне середовище).

За розташуванням джерела забруднення біосфери можуть бути:

1. зосереджені (точкові);

2. розосереджені (розподілені).

За характером виявлення:

1. беззупинної дії;

2. періодичної (короткочасної) дії.

 

Рис. 4.1. Класифікація джерел забруднення навколишнього середовища за походженням.

Наприклад, окремо розташовані димові та вентиляційні труби відносяться до точкових джерел забруднення атмосфери, а вентиляційні ліхтарі цехів, ряди близько розташованих труб, відкриті склади сипучих матеріалів – до розосереджених; випадання космічного пилу відносять до джерел безупинної дії (і розподілених), а такі стихійні явища як лісові та степові пожежі, виверження вулканів – до джерел короткочасної дії. При цьому необхідно відзначити, що рівень забруднення біосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється з часом.

**ДРУГЕ ПИТАННЯ:** ПРИРОДНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА БІОСФЕРУ.

Геомагнітне поле (ГМП). Однією з особливостей нашої планети є її магнітне поле, яке відноситься до природних слабких по інтенсивності електромагнітних полів (рис. 4.2).

 

Рис. 4.2. Схема геомагнітного поля.

Усі живі організми на Землі на протязі мільйонів років еволюціонували саме в умовах магнітного поля і без нього існувати не можуть. Канадський учений Я.Крейн дослідив живі організми, що знаходились в спеціальній камері з меншою, ніж земна, напруженістю магнітного поля. Після 72- годинного перебування в таких умовах різко (в 15 разів) зменшувалася спроможність бактерій до розмноження, знижувалася нейромоторна спроможність птахів, у мишей порушувався обмін речовин. У разі більш тривалого перебування в умовах ослабленого магнітного поля в тканинах виникали незворотні зміни та розвивалася безплідність. Це дозволяє зробити висновок, що за відсутністю магнітного поля, умови життя на Землі, певно, були б іншими.

Проте геофізики встановили, що протягом геологічної історії нашої планети магнітне поле неодноразово знижувало свою напруженість і навіть змінювало знак (тобто, південний і північний магнітні полюси змінювалися місцями). Таких епох зміни знаку магнітного поля, чи інверсій, зараз встановлено багато десятків; вони залишили слід у магнітних особливостях гірських порід. В епоху безпосередньої зміни знаку магнітного поля це поле зникало, щоб потім знову з’явитися, збільшуючись до норми, але уже з протилежним знаком. Припускається, що епоха безмагнітного поля могла тривати кілька тисяч років. Наприклад, теперішня магнітна епоха умовно названа епохою прямої полярності. Вона тягнеться вже майже 700 тис. років. Проте напруженість поля поволі, але невідступно знижується. Якщо цей процес розвиватися і далі, то приблизно через 2000 років напруженість магнітного поля Землі упаде до 0, а потім, через певний час "безмагнітної епохи", почне наростати, але вже з протилежним знаком.

Якщо дослідження Крейна вважати адекватними, то "безмагнітна епоха" повинна сприйматися живими організмами як катастрофа. Багато з них повимирає чи змінять свої властивості. Проте існує ще одна небезпека. Справа в тому, що магнітне поле Землі є щитом, що захищає життя на нашій планеті від потоку сонячних і космічних часток (електронів, протонів, ядер деяких елементів) (так званого "сонячного вітру"). Рухаючись із надвисокими швидкостями, такі частинки є сильним іонізуючим фактором, що впливає на живу тканину, зокрема, на генетичний апарат організмів.

Крім того, геомагнітне поле перешкоджає проникненню в земну атмосферу сонячної плазми, що володіє властивостями a- й b- променів радіоактивних речовин.

Встановлено, що магнітне поле відхиляє траєкторії космічних часток і "закручує" їх навкруг планети.

Таким чином, в епосі, коли Земля не має магнітного поля, у неї зникає антирадіаційний щит. Чимале (у кілька разів) збільшення радіаційного фону виявляє сильний вплив на біосферу: одні групи організмів повинні вимерти, серед інших різко збільшиться кількість мутацій. Якщо ще врахувати спалахи на Сонці, що вивергають надзвичайно сильні потоки космічних променів, то можна зробити висновок, що епохи зникнення магнітного поля Землі є епохами катастрофічного впливу на біосферу з боку Космосу.

Геомагнітне поле – усепроникаючий та всеохоплюваючий фізичний фактор, що впливає на все живе, в тому числі і на людину. Так, в періоди магнітних бур (при спалахах на Сонці) збільшується кількість серцево-судинних захворювань, інфарктів, погіршується стан хворих, що хворіють на гіпертонію. Зі зміною інтенсивності ГМП зв’язують річний приріст дерев, врожай зернових культур, збільшення психічних захворювань і дорожніх катастроф.

Космічне випромінювання. Космічні промені – випромінювання, що приходить до нас із космічного простору. Інтенсивність космічних променів у біосфері мала, проте вони являють собою основну небезпеку при космічній подорожі. Космічні промені та іонізуюче випромінювання, що випускається природними радіоактивними речовинами, що містяться в грунті та воді, утворюють так зване фонове випромінювання, до якого адаптоване все живе на Землі.

Вплив космічних променів на життєдіяльність різноманітних мешканців Землі загальноприйнятий. Установлено зв’язок між спалахами на Сонці та збільшенням смертельних наслідків при інфарктах та інсультах, загостренням симптомів різноманітних хронічних захворювань, збільшенням частоти приступів астми і т. д.

Іонізуюча радіація, що утворювана галактичним космічним випромінюванням, поблизу Землі значно нижче через захисний ефект ГМП і екранізуючу дію Землі.

Природні проміневі навантаження. Ці навантаження формуються за рахунок зовнішнього та внутрішнього опромінення організмів від природних джерел іонізуючого опромінення.

Зовнішнє опромінення біонтів (мешканців біосфери) формується трьома складовими:

1. Космічним випромінюванням.

2. Випромінюванням радіонуклідів, що розсіяні в біосфері.

3. Випромінюванням матеріалів і споруд, що створені людиною.

Внутрішнє опромінення біонтів формується радіонуклідами, що накопичуються в їхніх тканинах у процесі поглинання поживних речовин із навколишнього середовища. Наприклад, у ссавців, птахів та інших аеробіонтів, що володіють легеневим апаратом, внутрішнє опромінення формується двома складовими:

1. Радіонуклідами, що відклалися в тканинах, кістках.

2. Радіонуклідах, що затримуються в слизовій оболонці органів дихання.

Рівень природного радіаційного фону, що є причиною природних проміневих навантажень, в різноманітних ландшафтах та компонентах біосфери різний і залежить від випромінювання та концентрації радіонуклідів у зоні проживання різноманітних організмів. Наприклад, гірські ландшафти характеризуються підвищеним внеском космічного випромінювання в сумарне проміневе навантаження організмів, що населяють нагір’я, а також нестійкою концентрацією радіоактивних аерозолів у приземному шарі повітря. Інтенсивність космічного випромінювання в приморських рівнинах менше, ніж в усіх видах ландшафтів, що розташовані на тій же широті.

Біологічні процеси, що супутні створення грунтів, істотно впливають на накопичення в них радіоактивних речовин У міру зростання кількості радіоактивного матеріалу і, отже, питомої активності грунти орієнтовано можна розташувати у наступному порядку: торф’яні, чорноземні грунти степової зони та лісостепу, грунти, що розвиваються на гранітах.

Якщо розглянуті природні фактори впливу на біосферу (ГМП, космічне випромінювання, природні променеві навантаження) відіграють провідну роль в енергетиці біосфери, то більшість стихійних явищ є причиною її матеріального забруднення

Стихійні явища. Це потенційно небезпечні природні процеси – урагани, землетруси, цунамі, смерчі (торнадо), виверження вулканів, посухи, ерозія грунтів, пожежі природного походження, спустошення земель, град, снігопади, снігові лавини, селі (грязекам’яні потоки). Вони закономірно пов’язані з певними районами та географічними зонами земної кулі й часто виникають на межі розподілу фізично різноманітних природних середовищ: моря й суходолу, стратосфери й іоносфери і т.д., наносять велику шкоду біосфері і часто супроводжуються чималими людськими жертвами.

Грізним стихійним лихом є вулканічна діяльність, що, звичайно, супроводжується землетрусом. Більшість зараз діючих вулканів розташовані на островах і берегах Тихого та Атлантичного океанів. Головні фактори руйнування й забруднення біосфери – потоки лави, вулканічного бруду, попіл, гази (HCl, HF, Cl2, CO, SO2,H2S, CO2 та ін.), землетруси, зсув грунту, цунамі.

ЗЕМЛЕТРУС – підземні поштовхи й коливання земної поверхні, що викликані, головним чином, тектонічними процесами. Поділяються на тектонічні, вулканічні, обвальні. Щороку у світі відбувається сотні тисяч землетрусів, лише незначна частина яких руйнівна. Найбільш відомі катастрофічні землетруси минулого століття – Сан-Франциське (Каліфорнійське) 1906 р., Месінське 1908 р., Токійське 1923 р., Ашхабадське 1948 р., Чилійське 1960 р., Мексикансбке 1985 р., Вірменське 1988 р.

ЦУНАМІ – морські гравітаційні хвилі великої довжини, що виникають, головним чином, при підводних землетрусах унаслідок зрушення нагору чи вниз занадто довгих ділянок дна. По поверхні океану цунамі розповсюджується зі швидкістю від 50 до 1 тис. км на годину. Висота цунамі в зоні виникнення від 0,1 до 5 м, але на узбережжі досягає 50 м і більше. На узбережжі сильне цунамі – стихійне лихо катастрофічного порядку (наприклад, Курільске 1952 р., Чилійське 1960 р., Аляскінське 1967 р.).

УРАГАН – вітер силою у 12 балів і більше по шкалі Бофорта, тобто, із швидкістю 32 м/с і вище; різновид тропічного циклону.

СМЕРЧ – атмосферний вихор великої енергії (із швидкістю вітру до 100 м/с), що має вигляд звуженого в середині стовпа повітря (прямовисного чи похилого), звичайно рухається проти годинникової стрілки, із діаметром до кількох десятків чи сотень метрів, а при утворенні – вид вирви ("хобота"), що спускається із хмар або підіймається з поверхні землі. Смерч переміщується зі швидкістю до 20 м/с, минає шлях до декількох десятків кілометрів і затягує в себе знизу пил, воду, різноманітні, інколи великі, предмети. Потужні смерчі часто супроводжуються грозою, дощами, градом і бувають дуже руйнівними.

ТОРНАДО – смерч над суходолом.

ЕРОЗІЯ ГРУНТУ (водна й вітрова). Масштаби цього явища можна порівняти тільки із глобальними планетарними процесами. Внаслідок водяної ерозії виникає втрата величезної кількості родючого грунту, що вимивається в гідросферу.

Вітровою ерозією завдаються подвійні збитки: в одних місцях відбувається видування грунту, внаслідок чого гинуть посіви, в інших – засипаються рослини, накопичується природний грунт у балках, байраках, ріках, морях. Вітрову ерозію називають ще пильними, або чорними бурями.

Отже, природні фактори, що впливають на біосферу, породжують її природне забруднення.

Наприклад, щороку в біосферу викидається природних забруднень, млн. т:

• морської солі – 350 – 650;

• ґрунтових солей (за рахунок ерозії) –200 – 300;

• продуктів виверження вулканів – 70 – 80;

• газів, в наслідок лісових пожеж – 70 – 75;

• космічного пилу – 3 – 3,5.

До природних джерел забруднень відносяться також гази, пари, тверді частки органічного й неорганічного походження, що утворюються при розпаді органічних речовин на дні водосховищ, на земній поверхні і в грунті, при життєвому виділенні з організмів, геологічних процесів в літосфері і т.п.

Біологічне розкладання речовин на Землі, в тому числі життєдіяльність ґрунтових бактерій веде до утворення великої кількості сірководню, аміаку, окисів азоту, окислів вуглецю, спиртів, органічних кислот, ефірів, альдегідів, кетонів. Усі ці речовини поступають у біосферу. Періодично помітне забруднення утворюють частки рослинного походження. Під час масового квітіння в повітрі знаходиться чимала кількість пилку, що є причиню алергічних захворювань.

Крім того, на Землю випадає чимала кількість опадів (5,8\*1014 т/рік), що включають до себе тверді і рідкі аерозолі.

Як правило, природні забруднення не загрожують негативними наслідками для біогеоценозів, хоча короткочасні наслідки можливі.

В біосфері, дякуючи процесам самоочищення, до нещодавних пір відбувалось замкнуте безвідходне виробництво. Проте з кожним роком усе більше зростає антропогенний вплив на біосферу.

**ТРЕТЄ ПИТАННЯ:** АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА БІОСФЕРУ.

Антропогенний вплив тісно пов’язаний зі зміною природи.

Зміна природи людиною це неминуче вилучення речовини людством і зміна фізичних і хімічних характеристик природи в перебігу власного розвитку. В історичному плані можна виділити кілька етапів зміни природи людством, що закінчувалися екологічними кризами і супроводжувалися екологічними революціями.

Ці етапи такі:

1. Вплив людей на біосферу лише як звичайних біологічних видів;

2. Надінтенсивне мисливство без різкої зміни екосистем у період становлення людства;

3. Зміна екосистем через випас худоби, прискорення росту трав шляхом випалювання та інших акцій;

4. Підсилення пливу на природу з докорінним перетворенням частини екосистем (розорювання земель, широке вирубування лісів і т.д.);

5. Глобальна зміна всіх екологічних компонентів біосфери в цілому у зв’язку з необмеженою інтенсифікацією господарства.

Останній етап розпочався порівняно недавно – не більше, ніж 300 років тому (головним чином, у 20 столітті) – і досягне найбільшої гостроти в кінці 20 – початку 21 століття. Далі, якщо не станеться глобальної катастрофи на зразок ядерної війни чи тотального руйнування озонового шару планети, слід очікувати на поступове пом’якшення антропогенного пресу, заснованого на досягненнях науково-технічної революції й переходу природного середовища на відновлення до фази доцільної екологічної рівноваги.

Екологічна криза – напружений стан взаємовідносин між людиною й природою, що характеризується невідповідністю розвитку продуктивних сил і виробничих стосунків у людському суспільстві, з одного боку, ресурсно-екологічним можливостями у біосфері, з іншого. Характеризується не просто і не стільки підсиленням впливу людини на природу, але й різким збільшенням (!) впливу зміненою людьми природи на суспільний розвиток. В більш широкому розумінні екологічні кризи – фази розвитку біосфери, на яких відбувається якісне відновлення живої речовини (вимирання одних видів і виникнення інших).

Екологічну кризу треба відрізняти від екологічної катастрофи. Криза – поворотний стан, в якому людина виступає активно діючою стороною. Катастрофа – незворотне явище; людина тут вимушено пасивна, страждаюча сторона.

Екологічна (господарська) революція – відповідна реакція людства на кризовий стан системи "людина й біосфера". Звичайно, охоплює всі сторони господарювання і призводить до зміни поглядів людей на природу, її експлуатацію. В попередні епохи екологічні революції минали протягом тривалого періоду (віками і, навіть, тисячоліттями) Сучасна глобальна екологічна (науково-технічна) революція протягнеться, очевидно, близько половини століття (в іншому випадку може наступити всесвітня екологічна катастрофа)

Протягом своєї історії людство неодноразово вступало в кризові періоди, що були переборюванні екологічними революціями (рис. 4.3).

 

Рис.4.3. Екологічні кризи і революції.

Внаслідок до антропогенної екологічної кризи арідізації (від лат. aridus – сухий) сталася зміна середовища пробування живих істот, що спричинило виникнення прямо ходячих антропоїдів – безпосередніх предків людини.

1. Криза збіднення ресурсів промислів і збирання. Криза відносного збіднення доступних примітивній людині промислу й збирання.

Біотехнічна революція (реакція на нестачу природних продуктів при виході людства з фази суто біологічного існування) – стихійні біотехнічні заходи на зразок випалювання рослинності для її найкращого і понад раннього зростання (поліпшення пасовищ диких тварин).

2. Перша антропогенна екологічна криза ("криза консументів") – масове винищення (перепромисел) великих тварин і виснаження ресурсів збирання.

За тисячоліття людської цивілізації незчисленна кількість видів тварин була бездумно винищена. Ніяка, наприклад, кліматична катастрофа не змогла б так швидко винищити мамонтів, як це зробили мисливці палеоліту. Розрахунки вчених – біогеографів засвідчують, що на початку палеоліту (понад 2 млн. років тому ) на території європейської частини колишнього СРСР випасалось майже півмільйона мамонтів. Наші далекі предки швидко засвоїли засіб мисливства на цих гігантів за допомогою ловчих ям. Темпи винищення мамонтів були настільки інтенсивними, що за тисячу років вони зникли зовсім.

Після того як не стало мамонтів, люди були вимушені полювати на меншого звіра – бізона, шерстистого носорога, гігантського оленя, ресурси яких теж скоро було вичерпано

Перша сільськогосподарська революція – розвиток примітивного поливного хліборобства й скотарства (приручення тварин).

3. Криза примітивного поливного хліборобства – криза засолення грунтів унаслідок невірних агромеліоративних заходів, деградація примітивного поливного хліборобства, недостатність його для зростаючого народонаселення Землі.

Друга сільськогосподарська революція полягала в широкому засвоєнні неполивних земель – переходу до богарного (неполивного) хліборобства, тобто, здійснюваному тільки за рахунок вологи атмосферних опадів.

4. Друга антропогенна екологічна криза ("криза продуцентів") – бурхливий розвиток продуктивних сил суспільства, що викликав широке застосування мінеральних ресурсів і ресурсів рослинного світу (у тому числі, знищення лісів).

Промислова революція – перехід від екстенсивних до інтенсивних форм господарювання, в т. ч. природокористування.

5. Сучасна глобальна екологічна "криза редуцентів" (забруднення) – редуценти не встигають очищати біосферу від антропогенних продуктів чи потенційно нездібні зробити це в силу неприродного характеру штучних речовин, що викидаються.

Науково-технічна революція – зміна продуктивних сил суспільства на основі перетворення науки в провідний фактор суспільного розвитку, безпосередню продуктивну силу. Різке прискорення розвитку науки й техніки, що зумовлено необхідністю задоволення суспільних потреб, що виходять за межі існуючих форм використання природних, матеріальних і трудових ресурсів (зациклення технологічних процесів, реутилізація продуктів, максимальна економія енергії, мініатюризація технічних об’єктів).

6. Глобальна термодинамічна (теплова) криза – із ходом історичного часу при отриманні із природних систем корисної продукції на її одиницю в середньому витрачається все більше енергії. Збільшуються й енергетичні витрати на одну людину. Ці видатки на цей час приблизно в 60 разів більші, ніж у наших далеких предків у кам’яному віці. Загальна енергетична ефективність сільськогосподарського виробництва (співвідношення енергії вкладеної й одержаної з готової продукції) у промислово розвинутих країнах приблизно у 30 разів нижче, ніж при примітивному хліборобстві.

В основі зниження енергетичної ефективності покладено принцип Ле Шательє-Брауна і закон внутрішньої динамічної рівноваги, суть яких полягає в тому, що будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, інформації, динамічних якостей екосистем) неминуче призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, що йдуть в напрямку нейтралізації вчиненої зміни. Іншими словами, чим більше відхилення від стану екологічної рівноваги, тим більше визначними повинні бути енергетичні витрати для послаблення протидії природних систем цьому відхиленню.

Проте всі природні системи, в тому числі й біосфера, обмежені за енерговмістом. Антропогенна зміна енергетики біосфери понад допустиму межу, за правилом одного відсотка, зумовлює серйозні наслідки. Штучне збільшення енергії у біосфері в наш час досягнуло вже значень, близьких до граничних (що відрізняються від них не більше, ніж на один математичний порядок – у 10 разів).

З глобальною термодинамічною кризою пов’язана енергетична криза – абсолютна нестача енергії для поступального розвитку людства.

Енергетична революція – максимальна економія енергії та перехід до її джерел, що майже не додають тепло в приземний шар тропосфери (насамперед, до використання сонячної енергії).

7. Глобальна криза надійності екологічних систем – порушення природної екологічної рівноваги.

Революція екологічного планування – регульована КОЕВОЛЮЦІЯ в системі "суспільство – природа", будівництво ноосфери. Від принципу беззупинного перетворення природи і необмеженої її експлуатації треба перейти до економії природних ресурсів та дуже обережної зміни природного середовища життя. Усвідомлення того, що від односторонньої зміни природного циклу системи "людина-біосфера" необхідно переходити до двосторонньої адаптації (коеволюції) із центром уваги до раціонального перетворення людського суспільства, його пристосування до об’єктивного природного середовища життя і до розвитку суспільного виробництва з урахуванням екологічних обмежень цього виробництва.

Протягом останніх екологічних (господарських) революцій сталися чималі зміни світогляду. Промисловій революції передувала епоха Відродження, що сформулювала та прийняла постулат людини, як міри всіх речей. В наші дні визначається, що людина лише частина (особлива, розумна, соціальна, але частина) природи, фактично (еволюційно) підпорядкована їй. Цю зміну світогляду можна вважати аналогом переходу від геоцентричного до геліоцентричного мислення. Проте мірою національного багатства все ж у більшій мірі визнається здоров’я населення, максимальна тривалість життя людини. Вони невідривні від збереження природи.

Вивчаючи зміни навколишнього середовища під впливом господарської діяльності людини, вчені розрізняють чотири основні форми впливу на природу:

1. Зміна структури земної поверхні (розорювання степів, вирубування лісів, меліорація створення озер і т. д.).

2. Зміна складу біосфери, кругообігу й балансу її складових речовин (вилучення копалин, створення відвалів, пилегазовикидів, зміна влагообігу і т. д.).

3. Зміна енергетичного, зокрема, теплового, балансу окремих районів земної кулі і всієї планети.

4. Зміна біологічної рівноваги внаслідок винищення деяких видів, створення нових порід тварин і рослин, переміщення їх на нові місця проживання.

Розглянемо деякі причини, що сприяють активному вторгненню людини в природне середовище. Це насамперед те, що природне середовище є першоджерелом усіх матеріальних благ для людини. Тому людина завжди прагнула взяти більше від природи для більш повного задоволення своїх потреб, створення умов добробуту і не враховувала при цьому вплив на природну рівновагу.

Іншою причиною є збільшення кількості населення на земної кулі, що призводить до зростання споживання первинних природних ресурсів, та викликає необхідність постійного підвищення виробництва матеріальних благ. До початку нашої ери все населення Землі налічувало 200 млн. чоловік, в 1600 р. – 500 млн. чоловік, а на теперішній час кількість населення планети складає понад 6 млрд. чоловік. Щодня світ поповнює майже 200 тис. нових громадян.

Науково-технічний прогрес спричинив появу нових міст, цілком нових видів виробництва, невідомих до цього видів продукції. Життя все більше засвідчує, що сучасні досягнення науки й техніки дають у руки людини такі матеріальні сили, які здібні використовувати в його інтересах усі види натуральної речовини й енергії, що відкриті на планеті, та переміщувати у великих масштабах сировину й енергію з одних районів Землі в інші. Нові матеріальні засоби, що створені людиною, інтенсифікують суспільству певний економічний ефект. Витрати на впровадження досягнень науки й техніки окупаються в кілька разів. Інтенсифікація виробництва та економічний ефект, який воно одержує від цього, підсилює вторгнення суспільства в природу, прискорює обмін речовин між суспільством і природою та вилучає речовини з природного стану.

Урбанізація також є однією із причин порушення людиною природної екологічної біохімічною рівноваги. Урбанізація – це історичний процес підвищення ролі міст у житті суспільства, пов’язаний з концентрацією й інтенсифікацією несільськогосподарських функцій, розповсюдженням міського способу життя, формуванням специфічних соціально-просторових форм розселення. Урбанізація супроводжується збільшенням кількості населення міст і його щільності. Створення суперміст із величезними промисловими комплексами призвело до стихійного скупчення населення на порівняно невеликій території.

Історично першим містом із мільйонним населенням був Рим за часів Юлія Цезаря (100 – 44 р. до нашої ери). За даними ООН в 1900 р. у світі було всього кілька міст із населенням 1 млн. чоловік, а у 2000 р. їх було уже кілька сот штук.

Передбачається, що на початку 21 століття найбільшим містом світу буде Мехіко (зараз понад 14 млн., очікується 31 млн. чол.), далі будуть іти Сан-Пауло (25 млн.), Калькутта, Сеул – 19- 20 млн., Бомбей – 17 млн., Каїр, Джакарта, Карачі – по 16 млн. чол..

В наші дні максимальна середня щільність населення в Парижі – 32000 чол. На 1 км2. На другому місці Гонконг – 25000 (в окремих районах скупчення населення досягає 1500 тис. чол. на 1 га). Щільність населення в центрі Мехіко – 21 тис. чол.., Буенос-Айресу – 15 тис. чол.., Токіо – 14 – 16 тис. чол.., Нью-Йорку – 13,2 тис.чол. на 1 км2.

Загальна площа урбанізованої території Землі в 1980 р. була 4,69 млн. км2. Очікується, що в 2070 р. вона досягне 19 млн. км2 – 12,8% всієї і понад 20%життєздатної території суходолу. До 2030 р. практично усе населення земної кулі буде жити в поселеннях міського типу. В ряді країн (ФРН та ін.) рекомендовано урбанізувати не більше 10% території.

Такі урбанізовані території можна віднести до техносфери, тобто частини біосфери, що докорінно перебудована людиною в технічні й техногенні об’єкти (будови, дороги, механізми і т п.) з метою найкращої відповідності до соціально-економічних потреб людства. Проте економічні втрати від урбанізації, насамперед від стресу, шуму, забруднення зараз перевищують втрати від страйків трудящих, хоча в останній час намітилася тенденція до скорочення інтенсивності деяких хвороб міського середовища.

**ЧЕТВЕРТЕ ПИТАННЯ:** СТВОРЕНА ГЛОБАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ.

Внаслідок активного перетворення природного середовища, непродуманого і вкрай нераціонального природокористування на Землі утворилась глобальна екологічна ситуація, яку можна охарактеризувати наступними основними ознаками:

а) небезпекою військового впливу на природу.

Найбільшу небезпеку становлять ядерні конфлікти, навіть ті, що мають локальний характер Будь-який такий конфлікт буде мати цілий ряд катастрофічних наслідків:

1. забруднення атмосфери радіоактивними речовинами, що розповсюджуються за короткий час по всій земній кулі;

2. підвищення глобальної температури Землі на 4 – 5о С в перші дні після конфлікту, що викличе сильні руйнівні ефекти, зокрема ураганні вітри;

3. зруйнування від 40 до 60% захисного озонового шару, що викличе різке збільшення ультрафіолетового опромінення поверхні Землі; забруднення атмосфери величезною кількістю пилу та сажі внаслідок вибухів і пожеж.

Пил, попіл і сажа за 1 – 2 тижні затягнуть небо над усією Землею. Унаслідок цього прозорість атмосфери зменшиться в 200 разів. На Землі настане ядерна ніч, що буде тягтися кілька місяці після конфлікту. Результати моделювання свідчать про зниження температури приземного шару повітря на 15-30о С протягом першого місяця після конфлікту, а локальні зниження температури будуть ще більшими – на 40 –50о С в помірному поясі Північної півкулі. Настане ядерна зима протягом кілька місяців. Ураганні вітри та припинення опадів продовжать знаходження пилу й сажі в атмосфері.

Кінець кінцем, через кілька місяців пітьми й холоду пил й сажа осядуть. Охолодження зміниться нагріванням атмосфери на 20 – 30о С вище норми, що викличе повені та селі. Неоднорідні температурні зміни над суходолом і морем викличуть ураганні вітри та снігопади в прибережних районах материків.

Люди, що вціліли під час ядерних вибухів, потраплять в апокаліпсичний жах ядерної ночі і ядерної зими. Загибель рослин і тварин, радіоактивне забруднення, вихід із ладу енергетичних систем і зв’язку, ніч і лютий мороз, ураганні вітри викличуть психічний шок, який людство не зможе пережити. Навіть локальний ядерний конфлікт призведе до глобальної загибелі людства, і, напевно, і всієї біосфери.

б) високим рівнем забруднення навколишнього середовища.

в) зростанням населення і матеріально виробництва. Населення земної кулі збільшується щороку приблизно на 80 млн. чоловік.

г) великими масштабами споживання (вкрай нераціонального) природних ресурсів при обмеженні життєвого простору. Щороку населення Землі споживає тільки продуктів харчування 24 – 30 млн. тонн.

д) інтенсивним антропогенним впливом на всі підсистеми навколишнього середовища (біосферу, атмосферу, гідросферу, літосферу та навколоземний космічний простір) і випливаючий звідси глобальний характер екологічних проблем.

є) погіршенням екологічних систем, знищенням багатьох унікальних ландшафтів.

ж) екологічним безладдям і слабкою правовою базою в багатьох державах, в т.ч. у країнах СНД.

Проте розв’язання екологічних проблем полягає не в абсолютизації негативних тенденцій, а в створенні умов для вирішення цих проблем (правових, економічних, соціальних), про що піде мова в наступних лекціях.

**Тема 5. Захист навколишнього середовища від антропогенного забруднення і раціональне природокористування**

Мета лекції: ознайомити з класифікацією діючих методів захисту навколишнього середовища; дати характеристику організаційним, активним та пасивним методам захисту.

1. Класифікація методів захисту навколишнього середовища (НС).

2. Організаційні методи захисту НС.

3. Характеристика активних методів

4. Характеристика пасивних методів.

**ПЕРШЕ ПИТАННЯ:** КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

Під методами захисту навколишнього середовища розуміють комплекс технологічних, технічних і організаційних методів, що спрямовані на зниження або повне виключення забруднення біосфери.

Вважаючи, що проблема захисту біосфери вимагає одночасного вирішення задач медико-біологічного, гігієнічного, екологічного характеру, комплексного планування містобудівництва і ін., будь-яких універсальних методів, що вирішують цю проблему, у нинішніх умовах не існує. Метод, що дасть позитивні результати в одних умовах, може не дати задовільних результатів в інших умовах. Найбільш ефективним, звичайно, виявляється поєднання декількох методів, раціонально підібраних до того або іншого конкретного випадку.

Класифікація методів захисту навколишнього середовища (НС) представлена на рис. 5.1. Як видно із рисунка всі методи можна поділити на 3 групи:

• організаційні;

• активні або технологічні;

• пасивні або захисні.

 

Рис. 5.1.

**ДРУГЕ ПИТАННЯ:** ОРГАНІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

До організаційних методів захисту навколишнього середовища відносять сукупність правових і економічних аспектів захисту НС і еколого-інформаційне забезпечення підприємств.

Завдання правової охорони навколишнього середовища передбачають на основі еколого-правових документів забезпечити такий стан суспільних відношень, що сприяло б досягненню гармонії екологічних і економічних інтересів суспільства.

До основних елементів правової охорони навколишнього середовища (НС) відносяться:

1. Система закріплених в законодавстві природоохоронних правил.

2. Державний і суспільний нагляд за умовами їх дотримання.

3. Юридична відповідальність за порушення вимог законодавства щодо охорони навколишнього середовища.

В системі різноманітних методів охорони навколишнього середовища важлива роль належить праву. Воно визначає міру належної поведінки людей по відношенню до природи, регулює порядок використання її ресурсів, закріплює права і обов’язки державних органів, підприємств і громадян в області природокористування, передбачає юридичну відповідальність за порушення природоохоронного законодавства. З домінуванням закону в області охорони навколишнього природного середовища пов’язане формування України як правової держави.

Нині склалася розгалужена система законодавства про охорону НПС України. Основу цього законодавства складають норми Конституції України, Закон про охорону навколишнього природного середовища, Закон про охорону атмосферного повітря, Закон про охорону і використання тваринного світу та інші Закони, ряд так званих Кодексів, в тому числі Земельний, Водний, Лісний, Про надра, а також ряд інших нормативних актів природоохоронного характеру.(постанови Кабінету Міністрів, Верховної Ради, Наказів Президента України та ін.).

У відповідності із Законом України "Про охорону навколишнього природного середовища" завданням природоохоронного нагляду є забезпечення виконання вимог законодавства по охороні навколишнього природного середовища всіма державними органами, підприємствами, організаціями незалежно від відомчої приналежності і форм власності, а також громадянами.

Державний нагляд в області охорони НПС здійснюється в Україні Радами Народних Депутатів усіх рівнів, відповідними регіональними адміністраціями, Міністерством екології та раціонального природокористування України (Мін природи) і його органами на місцях – Державними управліннями екології і природних ресурсів. у відповідній адміністративній підпорядкованості.

Природоохоронний нагляд і контроль здійснюють також органи Міністерства охорони здоров’я України – державного санітарного нагляду (Держсаннагляд України). Основною метою саннагляду є попередження забруднення навколишнього середовища шкідливими промисловими викидами і господарчо-побутовими відходами, контроль за проведенням заходів щодо попередження захворювань.

Крім того, Законом передбачено прокурорський нагляд за дотриманням умов природоохоронного законодавства, а також суспільний контроль в області охорони НПС.

Представники всіх видів державного нагляду мають право:

• ставити питання про зупинення роботи окремих цехів і підприємств, що не відповідають вимогам і нормам по охороні НС;

• накладати штрафи на службових осіб, що порушують встановлені правила;

• в необхідних випадках давати подання про звільнення від роботи осіб, що систематично порушують законодавство, правила і норми по охороні НС;

• ставити перед органами прокуратури питання про притягнення до відповідальності осіб, що припустили при веденні робіт грубе порушення законодавства і правил по охороні НПС, до кримінальної відповідальності.

Окрім державного нагляду існує також внутрішньовідомчий нагляд, що здійснюється підрозділами по охороні НПС, що існують в міністерствах, відомствах і інших організаціях, на підлеглих підприємствах і організаціях.

Юридична відповідальність за екологічні правопорушення – найважливіша правова гарантія виконання правил по охороні НПС і раціонального природокористування. Вона спрямована на відновлення порушених суспільних відношень в даній області, покарання винних і відшкодування завданих збитків, а також на попередження неправомірних дій в сфері природокористування.

В області охорони НПС застосовуються чотири види юридичної відповідальності:

• кримінальна;

• адміністративна;

• цивільно-правова;

• дисциплінарна.

Кримінальна відповідальність застосовується тільки судами за найбільш серйозні порушення правил по охороні НПС, власне за злочини, що обумовлені в кримінальному Кодексі України, в тому числі за забруднення водоймищ і атмосферного повітря, незаконний поруб лісу, навмисний підпал лісних масивів, утаювання або викривлення відомостей про стан екологічної обстановки та ін.

Адміністративна відповідальність, сутність якої полягає в застосуванні адміністративно-правових санкцій (стягнень) до громадян і службових осіб за екологічні правопорушення, що класифікуються за ресурсною ознакою (пов’язані з порушенням охорони вод, атмосферного повітря, грунтів, надр, лісів, тваринного світу).

До цивільно-правової відповідальності притягають за порушення підприємствами і громадянами зобов’язень, які випливають з цивільно-правових договорів, що стосуються сфери охорони НПС, а також за заподіяння шкоди в області природокористування.

Дисциплінарна відповідальність застосовується у відношенні до робітників за порушення ними своїх трудових обов’язків стосовно питань охорони НПС та раціонального природокористування. За припущені порушення дирекцією можуть бути накладені дисциплінарні стягнення (зауваження, догана, сувора догана, переведення на нижче оплачувану роботу або нижчу посаду, звільнення).

Організація служби захисту навколишнього середовища на підприємствах здійснюється адміністративно-технічним персоналом підприємства: в межах всього підприємства – директором і головним інженером, а в цехах, на ділянках, в лабораторіях – керівниками цих підрозділів (рис. 5.2).

 

Рис. 5.2. Організація служби захисту навколишнього середовища на підприємстві.

У веденні головного інженера (на великих підприємствах –заступника головного інженера по охороні праці і охороні природи) знаходиться відділ охорони природи (або інженер за стоками й викидами), а також санітарна лабораторія. Є і інші структури в залежності від масштабу підприємства, обсягу забруднення НПС та відомчої підпорядкованості.

Відділ охорони природи проводить наступну роботу:

• здійснює контроль за додержуванням керівниками цехів діючого природоохоронного законодавства, стандартів, наказів міністерства і т. п., а також правил і норм по охороні природи;

• організує розробку планів заходів по захисту НПС на підприємстві

• бере участь у роботі комісій по розслідуванню причин аварій, які призвели до нанесення збитків НПС, по розгляду проектів будівництва, реконструкції підприємства або окремих виробництв (цехів).;

• складає звіти по охороні НПС (по формі статзвітності), в т. ч. звіти по засвоєнню коштів на заходи по охороні НПС;

• розробляє пропозиції зі співробітництва з НДІ і іншими організаціями в частині розробки і модернізації нової техніки по охороні НПС та інші види робіт.

Санітарна лабораторія організується на підприємстві для постійного контролю за додержуванням санітарно-гігієнічних нормативів в цехах, а також за забрудненням атмосферного повітря, грунту і водоймищ промисловими викидами.

В своїй роботі відділ охорони природи і сан лабораторія тісно співпрацюють.

Економічний аспект захисту навколишнього природного середовища і раціонального природокористування полягає в тому, що будь-які продукти, що споживаються людиною, кінець кінцем створюються шляхом використання природних ресурсів. В сучасних умовах в господарський обіг втягнута маса різноманітних речовин, причому запаси багатьох з них надто обмежені, а використовуються вони дуже інтенсивно. Отже, щоб забезпечити подальший розвиток суспільного виробництва необхідно передусім зберегти всі потрібні для цього ресурси або знайти їм повноцінну заміну. В результаті прийняття заходів по охороні НПС (створення очисних споруд і т.п.), примноженню природних багатств економічний розрахунок виявляється вирішальним, проте не завжди.

Однак основною причиною негативних екологічних наслідків в результаті впливу на природу господарської діяльності людини є те, що при вторгненні в природу заради економічних цілей не враховується протиріччя, яке свідчить про те, що інтереси екології та економіки часто суперечать одне одному.

Звідси виникає необхідність створення загальної концепції економічної оцінки використання природних ресурсів, що дозволила б виробити єдину систему показників для оцінки різноманітних природотвірних заходів, що не суперечать ані економіці, ані екології.

Завдання це надто складне та багатопланове. Під системою економічної оцінки природних ресурсів в загальному плані розуміється система централізовано встановлених нормативів ефективної експлуатації природних ресурсів.

Обґрунтування економічної ефективності капітальних вкладень в природокористування нерозривно пов’язане з еколого-економічною оцінкою антропогенного пливу на навколишнє середовище.

При визначенні економічного результату заходу природоохоронного характеру враховується, зокрема, відвертання економічної шкоди від забруднення НПС, а саме – запобігання, завдяки зниженню забруднення НПС, витрат у матеріальному виробництві, невиробничій сфері і відповідних витрат населення. Це витрати на:

а) медобслуговання та утримання населення, що занедужало внаслідок забруднення НПС;

б) компенсацію втрат продукції внаслідок зниження продуктивності праці, а також невиходів на роботу;

в) додаткові послуги комунально-побутового господарства при забрудненому середовищі;

г) компенсацію кількісних і якісних втрат продукції внаслідок зниження продуктивності земельних, лісних та водних ресурсів в забрудненому середовищі;

д) компенсацію втрат промислової продукції внаслідок впливу забруднення на основні фонди.

Економічні методи несміливо, але все ж входять в життя у справі охорони навколишнього природного середовища У відповідності із Законом України "Про охорону навколишнього природного середовища" економічними методами по забезпеченню охорони НПС є:

• взаємозв’язок всієї управлінської, науково-технічної і господарської діяльності підприємств та ін. з раціональним використанням природних ресурсів і ефективністю методів по охороні НПС на основі економічних важелів ;

• визначення джерел фінансування цих методів;

• встановлення лімітів використання природних ресурсів, викидів і стоку речовин, що забруднюють навколишнє середовище, та розміщення відходів;

• встановлення нормативів плати і розмірів платежів за використання природних ресурсів, викиди, стоки речовин, що забруднюють НС, розміщення відходів і інші види шкідливого впливу;

• надання підприємствам, організаціям і громадянам податкових, кредитних і інших пільг при використанні маловідходних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій і нетрадиційних видів енергії, здійснення інших ефективних заходів по охороні НПС;

• відшкодування збитків, які виникли в результаті порушення законодавства по охороні НПС.

Фінансування заходів по охороні НПС здійснюється за рахунок бюджету України і місцевих бюджетів, коштів підприємств, фондів охорони НПС, добровільних внесків і інших коштів.

Існує два види платежів: плата за спеціальне використання природних ресурсів (ПР) і плата за забруднення НС. Схеми утворення і витрачання цих платежів наведено на рис. 5.3 і рис. 5.4.

 

Рис. 5.3.

 

Рис. 5.4.

**ТРЕТЄ ПИТАННЯ:** ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИВНИХ МЕТОДІВ.

Активні методи боротьби із забрудненням біосфери є найбільш прогресивними, тому що дозволяють максимально знизити масу й концентрацію матеріальних або рівень енергетичних забруднень.

Активні методи безпосередньо впливають на джерело забруднення. Їх сутність полягає в удосконаленні існуючих та розробці нових технологічних процесів і обладнання і, окрім цього, збалансуванні їх із розробкою технології та апаратури, що відвертають викиди чи обмежують їх до допустимого рівня.

Основними напрямками, по яким розвиваються ці методи, є:

• мінімізація відходів виробництва;

• заміна токсичних відходів нетоксичними;

• заміна неутилізуємих відходів утилізуємими;

• створення маловідходних та безвідходних технологій.

Безвідходна технологія є ідеальною моделлю виробництва, що при раціональному використанні природних ресурсів і енергії дозволяє повністю скоротити обсяг відходів, одержуваних при виробництві й використанні кінцевої продукції, що викидаються в навколишнє середовище У світовій практиці по мірі розвитку науково-технічного прогресу відбувається поетапне (маловідходні технології) наближення виробництва до безвідходного, екологічно чистого.

Активні методи є найбільш перспективними при вирішенні проблем охорони навколишнього середовища в таких найважливіших галузях промисловості, як паливно-енергетична, металургійна, машинобудівна й ін., автомобільний транспорт.

Розглянемо застосування активних методів біосфери на ряді прикладів.

Енергетика. Найбільший розвиток у нинішній час отримала теплоенергетика. Характеризуючись високими темпами розвитку та масштабами виробництва, вона є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища тепловими викидами і продуктами горіння різноманітних видів палива – оксидами сірки, вуглецю азоту, сполуками миш’яку, вуглеводами, пилами й ін. Зниження викидів досягається вдосконаленням технології спалювання палива, наприклад, спалювання вугілля у киплячому шарі, рециркуляція димових газів, що відходять від котлів та ін., модифікацією палива (безсірчане паливо відділення попелу від вугілля, отримання коксу, синтетичного рідкого й газоподібного палива з вугілля й ін.), використання природних видів рідкого та газоподібного палива.

Прискорення розвитку атомної енергетики, а також використання інших видів енергії (термоядерного синтезу, сонячної, вітрової і т.п.) може забезпечити абсолютне зниження викидів у біосферу.

Перехід на оборотні системи гідро золовидалення з багаторазовим використанням води сприяє значному скороченню споживання чистої води, а отже, і забруднення природних водоймищ.

Активні методи захисту використовуються також на стадіях очистки викидів від шкідливих домішок із метою отримання утилізуємих та нетоксичних відходів взамін неутилізуємих і токсичних. Наприклад, при застосуванні вапняного засобу нейтралізації діоксиду сірки, що міститься в димових газах, одержують тверді відходи, які можуть використовуватися у виробництві будівельних матеріалів.

Металургія. При переробці руд залізних і кольорових металів удосконалення технологічних процесів іде шляхом максимального витягу корисних компонентів. Наприклад, на свинцево-цинкових комбінатах, що використовують передову технологію, вдається витягти 17 із 20 корисних компонентів, утилізувати гази, що відходять від печей випалу цинкових концентратів для отримання сірчаної кислоти. В результаті впровадження сорбційно-екстраційної технології при переробці руд, що містять дорогоцінні метали, в декілька разів зменшується витрата води на одну тонну руди, що переробляється, і повністю припиняється її скид у водоймище. Прикладом маловідходної технології є безкоксовий, бездоменний метод отримання заліза безпосереднім відновленням залізорудних концентратів воднем, при якому з технологічного ланцюга повністю усуваються такі стадії, як доменний переділ, виробництво коксу та агломерату, що дають найбільші забруднення навколишнього середовища.

Машинобудування. Перспективним напрямом розвитку маловідходного машинобудівного виробництва є вдосконалення процесів обробки матеріалів без зняття стружки. Прикладами таких процесів є: точне лиття, прокат спеціальних профілів, холодна штампова, зварювання деталей і т.п. Застосування фізико-хімічних процесів впливу на метали (теплом, тиском, фізичними полями і т.п.) дозволяє значно зменшити утворення металевих відходів.

Зменшенню забруднення біосфери сприяє вдосконалення методів фарбування, підготовки поверхні до фарби та ін. Так, при обробці поверхні голкофрезеруванням виключається більш шкідливий процес травлення, а стружка, яка утворюється у процесі обробки, може бути утилізована. Ще отримав широке розповсюдження метод фарбування в електростатичному полі, який дозволяє звести до мінімуму втрати лакофарбного матеріалу, а отже, й викиди в атмосферу й гідросферу. Цю ж мету передбачає і заміна лакофарбних матеріалів, що містять органічні розчинники, водорозчинними матеріалами.

В ливарному виробництві відмова від органічних зв’язуючих, які використовуються для формовки, шляхом охолоджування ливарної форми рідким азотом, сприяє значному зниженню утворень шкідливих парів і газів. Застосування на обрубних та зачисних операціях електроконтактної та абразивної зачистки дозволяє виключити утворення пилу, який містить кремній.

В ковально-пресових цехах зменшення окалиноутворень при нагріванні металу, за винятком наступних операцій (піскоструминної, дробструминної очистки заготівлі від окалини) досягається заміною полум'яного нагріву нагрівом у безокисненому захисному середовищі, контактним, індукційним та ін. методами.

Автотранспорт. Зниження викидів автотранспорту йде шляхом удосконалення двигунів внутрішнього згорання з метою економії палива, "облагороджуванням" бензину шляхом застосування процесів переробки нафтопродуктів при високих температурах і тиску (процес каталітичного риформінгу), який дозволяє випускати неетильований бензин, що не має домішок сполучень свинцю. Присадки, які містять сполуки барію в дизельному паливі, призводять до зниження у викидах сажі на 70 – 90%, а бензапірену на 60 – 80%. Використання стислого або зрідженого газів як палива дозволяють в 3 –4 рази скоротити вміст оксиду вуглецю у вихлопних газах у порівнянні з бензином. Перспективним напрямом є випуск електро- і "водневих" автомобілів, що може практично повністю вирішити проблему захисту біосфери від забруднення автомобільним транспортом.

Незважаючи на те, що активні методи дозволяють радикально вирішити проблему захисту навколишнього середовища, їх реалізація вимагає проведення трудомістких та дорогокоштуючих заходів: виконання спеціальних науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт по удосконаленню технологічних процесів, їх впровадження у виробництво, вирішення складних завдань не тільки технічного та організаційного характеру, але й соціально-економічного плану. Тому в нинішній час найбільше розповсюдження отримали пасивні методи захисту.

**ЧЕТВЕРТЕ ПИТАННЯ:** ХАРАКТЕРИСТИКА ПАСИВНИХ МЕТОДІВ.

Пасивні методи носять захисний характер. Використання цих методів не позв’язане із впливом на джерело забруднення. На сучасному рівні розвитку технології застосування пасивних методів є основним засобом боротьби із забрудненням навколишнього середовища. Пасивні методи спрямовані на зменшення концентрацій й рівня забруднень на шляху їхнього розповсюдження у біосфері, тобто невтручання в технологічні процеси, а лише боротьба із забрудненням, що утворилися, шляхом використання наступних організаційно-технічних заходів:

• раціональне розміщення джерел забруднення;

• локалізація джерел забруднення;

• очистка викидів у біосферу.

Питання про раціональне розміщення джерел забруднення вирішується на різних рівнях (державному, регіональному, місцевому) у залежності від масштабів забруднення.

Рішення цієї проблеми на державному та регіональному рівнях базується на довгострокових прогнозах забруднення біосфери і регулюється державними планами по захисту біосфери, що розробляються з урахуванням розміщення продуктивних сил на території держави, планів розвитку галузей промисловості, обсягів випуску продукції, ландшафтно-кліматичних умов і ін. У зв’язку з високим рівнем концентрації промислових підприємств у великих містах велике значення має обмеження нового будівництва і переважне розміщення промислових об’єктів у малих і середніх містах, а також винесення з міст у нові промислові райони шкідливих у санітарно-гігієнічному відношенні промислових підприємств.

Раціональне розміщення джерел забруднення на місцевому рівні реалізується :

• оптимальним вибором місця під будівництво промислових об’єктів;

• раціональним розміщенням виробничих будівель на території підприємства;

• влаштуванням високих димарів з метою розсіювання шкідливих речовин в атмосфері;

• встановленням меж санітарно-захисних зон;

• та ін.

При виборі місця під будівництво промислових об’єктів враховується рел`єф місцевості, стан атмосфери (метеорологічні умови, умови провітрювання та ін.), вплив діючих об’єктів і цілий ряд інших факторів.

Промислові підприємства розміщують на рівній місцевості, непридатній для сільськогосподарського використання, з урахуванням домінуючого направлення вітру з підвітряного боку по відношенню до житлової забудівлі. (На перетятій місцевості утворюються застійні зони, що погано провітрюються).

Для оцінки стану атмосфери проводять метеорологічні дослідження, зокрема, виявлення температурних інверсій, що характеризуються підвищенням температури по мірі віддалення від поверхні землі у порівнянні зі звичайним станом атмосфери (поступове зниження температури), що погіршує умови турбулентного обміну, а отже , розсіювання викидів, і призводить до накопичування їх в приземному шарі.

Промислові майданчики розташовують на більш низькій відмітці, ніж житлова територія, що захищає її від змиву забруднення з майданчиків.

Місце точки скиду стічних вод повинно бути розміщене нижче за течією річки від меж житлової території, місць водокористування з урахуванням зворотної течії при нагонних вітрах.

Виробничі будинки, що є джерелами шуму, вібрацій, особливо шкідливих речовин, розміщують на краю промислової території з боку, протилежного житловому масивові. Взаємне розташування виробничих будинків вибирають таким чином, щоб при направленні вітрів у бік житлових масивів їхні викиди не об’єднувалися.

Влаштування високих димарів сприяє розсіюванню шкідливих речовин в атмосфері. Величина гранично допустимого викиду (ГДВ, г/с) приймається такою, щоб після розсіювання шкідливих речовин їхня максимальна концентрація См у приземному шарі не перевищувала гранично допустиму (максимально разову). Ступінь розведення викиду атмосферним повітрям залежить від величини масової швидкості викиду (г/с), висоти димаря, швидкості й напрямку вітру, температури пило газоповітряної суміші й інших факторів.

Розсіювання шляхом високих димарів є змушеною мірою. Цей захід дозволяє знизити рівень забруднення повітряного басейну тільки поблизу підприємства, тобто у локальному масштабі, тому що шкідливі речовини акумулюються в атмосфері і з течією часу опускаються в приземний шар, влучають на земну поверхню. Схема розповсюдження речовин при розсіюванні шляхом високих димарів наведена на рис. 5.5.

 

Рис. 5.5.

Для визначення максимальної концентрації См від декількох джерел при кожному напрямку вітру розраховуються сумарні концентрації у точках, де досягається максимум концентрації від окремих джерел. Найбільше з них приймається за См. Ці розрахунки виконуються на ЕОМ по спеціально розробленим програмам на існуюче положення і з урахуванням впроваджень природоохоронних заходів, а також перспективи розвитку підприємства. Автоматизований розрахунок дозволяє отримати друковані зображення (або друковані мапи) полів концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, на які наносять межі санітарно-захисних зон (СЗЗ), що дозволяє оцінити ступінь небезпеки забруднення атмосфери, визначити джерела , викиди від яких можуть бути прийняті на рівні гранично допустимих викидів (ГДВ).

Встановлення норм ГДВ, оцінка рівня шуму, вібрацій, електромагнітних хвиль радіочастот, ультразвуку, іонізуючих випромінювань у межах жилої зони дозволяють визначити розміри санітарно-захисних зон між промисловими підприємствами і жилою територією. Раціональний вибір зелених насаджень для озеленення СЗЗ (тополь, клен, туя, липа та ін.) сприяє не тільки осадженню пилу на листках дерев і рослин, але й абсорбції або нейтралізації таких токсичних газів, як оксидів вуглецю, азоту, сірководню, а також зниженню рівня акустичних, іонізуючих і т.п. випромінювань.

Локалізація джерел забруднення включає ізоляцію й герметизацію джерел матеріальних забруднень, екранування й поглинання енергетичних забруднень, поховання відходів виробництва.

Ізоляція й герметизація матеріальних забруднень відбувається за допомогою спеціальних сховищ, в яких знаходиться технологічне обладнення, що виділяє забруднюючі речовини (наприклад, фарбувальні камери, захистки гальванічних ванн, транспортування сипких матеріалів під вакуумом і т.п.), заміна фланцевих з’єднань елементів обладнання зварними із застосуванням вальцювання, зварних трубопроводів безшовними, надання герметичності (ртутьнепроникністі) підлог та ін.

Для захисту житлових територій, що розташовані поблизу радіостанцій, телецентрів, мереж електропередач, промислових установок і ін., від електромагнітних випромінювань радіочастот передбачається екранування селітебної (жилої) території будинками з високим умістом залізобетонних конструкцій, зміни напрямку випромінювання антен, багаторядна посадка зелених насаджень по фронту розповсюдження електромагнітних хвиль та ін.

Захист від шуму здійснюється будівельно-акустичним методами: звукоізоляція, екранування, звукопоглинання.

Локалізація відходів, що не підлягають утилізації, здійснюється шляхом їхнього поховання. Наприклад, концентровані стічні води, що містять токсичні та радіоактивні відходи, закачують у глибокі горизонти земної кори (відпрацьовані свердловини, покинуті шахти). Витрати на поховання рідких відходів до 10 разів нижче витрат на очищення і тому цей метод у нинішній час знаходить широке застосування. Радіоактивні рідкі відходи високого рівня активності підлягають заздалегідь концентруванню до невеликих об’ємів і схороняються в герметичних підземних ємностях. Тверді радіоактивні відходи схороняються у спеціальних контейнерах у земній корі на великій глибині, на дні океану, заливаються бетоном у бетонних траншеях. Існують і інші методи поховання.

Очищення викидів від шкідливих речовин у нинішній час є основним засобом боротьби із забрудненням біосфери. Під очищенням викидів розуміють звільнення від шкідливих матеріальних забруднень, що містяться них, з метою зниження їх концентрації до рівнів, при яких біосфері не будуть завдаватися збитків.

В залежності від кількості відходів, що утворюються, їх фізико-хімічних властивостей і необхідного ступеня очищення, застосовуються різноманітні методи очищення:

• механічні;

• хімічні;

• фізичні;

• фізико-хімічні;

• термічні;

• біохімічні.

Механічні методи використовуються для очищення повітря від завислих та стічних вод від замулених у них твердих і рідких частинок. Очищення здійснюється під чинністю сили тяжіння, інерції, центрифугових сил, теплового руху, явищ змочування та ін.

Хімічні методи (або реагентні) використовуються для перетворення речовин, що містяться у відходах, у речовини з потрібними властивостями. Наприклад, перетворення розчинених речовин у нерозчинені, доведення рН-показника кислих і лужних стоків до значень, що дозволять їх скид у водоймище та ін.

Фізичні методи пов’язани зі зміною фізичних властивостей речовин шляхом впливу на гази або рідини, що очищаються, випромінювань та полів. Наприклад, укрупнення замулених частинок, внаслідок чого інтенсифікується процес осадження, надання електричного заряду завислим частинкам, що осідають на електродах та ін.

Фізико-хімічні методи супроводжується протіканням обох видів процесів. Зокрема, процеси сорбції, при яких відбувається абсорбція твердим тілом або рідиною (сорбентом) замулених частинок або газів, процеси молекулярного прилипання частинок, що знаходяться в рідині, до газових пузирів, які спливають до поверхні рідини, в результаті чого відбувається її очистка (метод флотації) та ін.

Термічні методи використовуються для випарювання, випаровування і спалювання стічних вод, сушіння й спалювання твердих відходів та в інших випадках.

Біохімічні методи. Ці методи, що використовуються для очистки стічних вод, засновані на спроможності мікроорганізмів руйнувати (мінералізувати) забруднення органічного походження, що містяться в стічних водах.

Наведена вище класифікація є умовною, тому що при використанні зазначених методів процес очищення відбувається під впливом декількох сукупно діючих явищ механічного, хімічного, фізико-хімічного та ін. порядку.

**Тема 6. Закінчення. Управління якістю навколишнього середовища.**

Мета лекції: дати уявлення про можливості та форми управління якістю навколишнього середовища, а також про міжнародну співпрацю у рішенні глобальних екологічних проблем.

1. Екологія та управління якістю навколишнього середовища.

2. Міжнародна співпраця в області охорони природи.

**ПЕРШЕ ПИТАННЯ**: ЕКОЛОГІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

26 вересня 1991 року у безлюдному районі американського штату Арізона, недалеко від містечка Оракл вісім дослідників (чотири чоловіки та чотири жінки) увійшли в герметичне приміщення, схоже на величезну оранжерею, площею 2,5 га, де вони повинні були провести 2 роки у повній ізоляції від навколишнього середовища. Так почався експеримент, діставший назву "Біосфера – 2" (назву "Біосфера – 1" автори проекту далі нашій планеті.

Протягом семи років тривало проектування та будівництво комплексу, вартість якого перевищила 100 млрд. дол. Автори проекту поставили за мету створити зменшену копію земної біосфери, гармонічно об’єднану з техносферою. Ця міні-біосфера повинна була функціонувати на основі самозабезпечення, бути абсолютно незалежною та ізольованою від "Біосфери-2" (зовні поступала тільки сонячна енергія та інформація), а головне – повністю керуватися людьми. В майбутньому модель схожої штучної біосфери, за задумкою авторів, могла б використовуватись для створення колоній людей на Місяці, Марсі й у відкритому космосі. Таким чином, автори проекту намагались створити замкнуту систему життєзабезпечення зі штучно підтримуваним гомеостазом, тобто здійснити, хоч і не у великих масштабах, мрію В.І.Вернадського про біосферу, що керується людським мозком (ноосферу).

З мільйонів живих організмів Землі для "Біосфери-2" було відібрано 3800 видів – представників флори та фауни, при цьому головним критерієм відбору була користь, яку вони могли принести колоністам (споживання в їжу, використання в лікувальних цілях, очищення повітря, переробка відходів і т.д.). Під скляним дахом відсіків "Біосфери-2" було створено 5 комплексів: вологий тропічний ліс, савана, пустеля, болото, та море (басейн глибиною біля 8 метрів із живим кораловим рифом, в якому спеціальна установка створювала хвилі). Крім того, комплекс мав город та ферму, де експериментатори збирались вирощувати овочі, фрукти, рис, розводити свиней, курей та кіз. Для їжі можна було використовувати також дикоростучі фрукти із тропічного лісу та рибу зі штучного моря та річки. З харчових продуктів, вирощених у "Біосфері-1", було взято тільки великий запас кофе.

Техносфера комплексу, крім городу та ферми, мала помешкання для людей, бібліотеку, спортзал, лабораторію, численне технічне обладнання, дощові установки, насоси для забезпечення циркуляції води та повітря, а також комп’ютерну систему з 2500 датчиками, яка повинна була забезпечити безперервний автоматизований моніторинг життєво важливих параметрів "Біосфери-2"(вологість, температура і газовий склад атмосфери, освітлення і т.д.). У разі необхідності комп’ютер умикав або вимикав системи підігріву або охолоджування повітря, керував роботою інших агрегатів. Чистоту повітря та води забезпечували 60 фільтрів, переважно, біологічних, очищувачами в яких були рослини, водорості, мікроорганізми як і в "Біосфері-1".

Експеримент закінчився з негативним результатом – не пройшло і півроку, коли його змушені буди зупинити, а дослідників евакуювати з "Біосфери-2" у "Біосферу-1". Бажаного управління процесами й збалансованості техносфери та "Біосфери-2" досягти не вдалось. Основні параметри системи вийшли з під контролю і стали загрозливими для здоров’я дослідників. Відбулися непередбачені зміни у складі об’єднань мікроорганізмів, що заселяли штучні комплекси "Біосфери-2", а головне – швидко збільшилась кількість вуглекислого газу у повітрі. Коли вона досягла небезпечного для здоров’я рівня, та ніякими засобами повернути стан атмосфери до оптимального складу не вдалось, експеримент був зупинений..

Крах "Біосфери-2" ще раз підтвердив справедливість принципу, сформульованого американським математиком Джоном фон Нейманом: "Організація системи нижче певного мінімального рівня призводить до погіршення її якості". Повна збалансованість усіх процесів, кругообіг рідини та енергії, гомеостаз біосфери можливі тільки в масштабах Землі, де ці процеси відпрацьовувалися природою протягом мільйонів років. Ніякі комп’ютери не можуть керувати системою, складність якої набагато вище за їх, власну – це суперечить правилу Ешбі (система, якою керують, ніколи не буває складнішою, ніж та, що нею керує, вона завжди простіша) та другому закону термодинаміки.

Абсолютно нереальною сьогодні вбачається ідея Вернадського, згідно якій розум людини здатен керувати усіма процесами у біосфері. За підрахунками вчених, на Землі існує 1027 екземплярів живих організмів, а інформаційні потоки у біосфері на десять порядків перевищують межі можливості усіх комп’ютерів світу. Для того щоб досягти швидкості обробки інформації природним комплексом живих організмів, людству необхідно було б покрити всю поверхню Землі, в тому числі й океани, суцільним шаром ідеальних комп’ютерів розміром із бактерію кожний, із блоками пам’яті молекулярних розмірів та розробити програми їх дії по типу генетичних програм кількох трильйонів біологічних особин, що живуть на Землі. Цей штучно створений комплекс повинен був бути складнішим природного (згадаємо правило Ешбі). Крім того, він поглинав би не менше, ніж 99% енергії, яку споживає цивілізація. Таким чином, на задоволення потреб людства залишився б лише один відсоток енергії, а збільшення енергоспоживання призвело б до згубних змін клімату Землі. Таким чином, втіливши ідею Вернадського про управління біосферою, людство одержало б стільки ж продукції природного живого комплексу, скільки вона мало до цієї титанічної роботи від природної, некерованої людиною біосфери.

Отже, для людства, принаймні, в означеному майбутньому, завдання управління глобальними біосферними процесами є нереальним.

Разом із цим існують певні можливості управління якістю навколишнього середовища в регіональних (локальних) масштабах.

Узагалі, під управлінням розуміють організацію взаємозв’язків між будь-якими складовими частинами, які призводять до бажаних результатів.

У природокористуванні відрізняють два види управління: "жорстке" та "м’яке".

"Жорстке" управління – безпосереднє, "командне" управління природними ресурсами та системами. Це, як правило, технічний та техногенний вплив та втручання у природні процеси, їх "виправлення" шляхом корінної зміни самих механізмів та систем природи (наприклад, розорювання земель, будівництво гребель, міжбасейновий перерозподіл вод). "Жорстке" управління дає найбільший господарський ефект, але тільки у відносно короткому часовому інтервалі та при локальному (регіональному) масштабі, коли його використання не веде до підриву природно-ресурсного потенціалу. Воно побудоване на штучному перенапруженні чи на граничному омолодженні природних систем.

"Жорстке", як правило, технічне управління природними процесами може мати ланцюгові природні реакції, значна частина яких є екологічно, соціально та економічно неприйнятними в тривалому інтервалі часу (правило неминучих ланцюгових реакцій). Це пов’язано, насамперед, із тим, що "хірургічне" втручання в життя природних систем викликає дію закону внутрішньої динамічної рівноваги та значне збільшення енергетичних витрат на підтримку природних процесів (підсилює дію закону зниження енергетичної ефективності природокористування). У зв’язку із зазначеним, "жорсткі" управлінські рішення, такі як рішення до міжзонального перерозподілу річних вод, зрошення здавна сухих степів і тому подібні заходи або потребують суттєвих компенсацій (промивка засолених земель, боротьба з осередками захворювань, які виникають після втручання, та масового розмноження шкідників і т.п.), або повинні впроваджуватись з величезною обережністю та обачливістю. Це пов’язано з тим, що інформація при проведенні активних змін у природі завжди є недостатньою для апріорних висновків про всі можливі наслідки (особливо у далекій перспективі) здійснюваного заходу (принцип неповноти інформації). У свою чергу, це пов’язано з виключною складністю природних систем, їх індивідуальною унікальністю та неминучістю ланцюгових реакцій, напрямок яких нерідко важко передбачити. Для зменшення ступеню невизначеності, особливо при експертизі проектів, моделювання слід доповнювати безпосередніми дослідженнями у природі, натурними експериментами та з’ясуванням існуючої динаміки природних процесів. Принцип неповноти інформації являє собою важливе обмеження у використанні методу аналогій в екологічному прогнозуванні, бо аналогія завжди не повна через індивідуальність природних систем, до того ж, як правило, будь-який ступінь передбачення не знімає загрози дії 4-го наслідку закону внутрішньої динамічної рівноваги.

Правило неминучих ланцюгових реакцій доповнюється принципом природності, або "старого автомобіля": з часом еколого-соціально-економічна ефективність технічних пристроїв, що забезпечують "жорстке" управління природними системами та процесами, зменшується, а витрати на їх підтримку – збільшуються. В той же час м’яке управління, як правило, дозволяє підтримувати природні системи у рівновазі на протязі будь-якого часу. З цього випливає необхідність поєднання типів управління природою та пріоритет "м’якого" управління перед "жорстким" у господарській діяльності.

"М’яке" управління – головним чином, опосередкований вплив у природокористуванні, як правило, за допомогою використання природних механізмів саморегуляції (іноді і шляхом технічного конструювання цих механізмів). Прикладом може служити агролісомеліорація. "М’яке" управління природними ресурсами, як правило, здатне викликати бажані природні ланцюгові реакції, а тому є соціально та економічно переважнішими за "жорстке", техногенне. На відміну від "жорсткого" управління "м’яке" управління, яке базується на відновленні колишньої природної продуктивності екосистем або її підвищенні шляхом цілеспрямованої та заснованої на використанні об’єктивних законів природи серії заходів, дозволяє спрямовувати природні ланцюгові реакції у сприятливому для господарювання та життя людей напрямку. Прикладом може служити співставлення двох форм ведення лісового господарства – суцільнолісопросічне ("жорсткий" вплив) та вибіркової вирубки дерев ("м’який" вплив). Вважається економічно більш рентабельною суцільна вирубка, при якій за один прийом збирається вся деревина. При вибірковій вирубці виникає багато ускладнень технічного характеру, тому деревина виявляється дорожчою. При цьому передбачається на суцільних лісосіках можливість та необхідність відновлення лісу шляхом його масової посадки (і цей захід є в цілому не дорогим). Але при суцільній вирубці поступово нищиться саме лісове середовище, що веде до падіння рівня рік, в інших місцях – до заболочення, заростання лісосіки не лісними видами рослин, які заважають росту лісу, та призводять до виникнення осередків розмноження шкідників. Більш низькі початкові витрати "жорсткого" заходу дають ланцюг збитків, що потребують у подальшому великих витрат на їх ліквідацію. Навпаки, при вибіркових вирубках поновлення лісу полегшується завдяки збереженню лісового середовища. Підвищені початкові витрати поступово окупаються внаслідок запобігання шкоди.

Різні форми по-справжньому розумної меліорації насамперед побудовані на "м’якому" управлінні природою. При цьому, згідно другому наслідку закону внутрішньої динамічної рівноваги, можливо викликати сильніші позитивні зміни, ніж унаслідок "жорсткого" управління природою. Перехід від "м’якого" до "жорсткого" управління є доцільним при одночасній зміні екстенсивних форм господарства найбільш інтенсивними та, як правило, в межах відносно короткого терміну. У тривалій перспективі ефективним є тільки "м’яке" управління природними процесами (див. рис. 6.1.).



Рис. 6.1. Якісні схеми витрат, ефективності (віддачі) та зміни негативних наслідків на протязі часу при "м’якому" (а) та "жорсткому" (б) управлінні.

**ДРУГЕ ПИТАННЯ:** МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ В ОБЛАСТІ ОХОРОНИ ПРИРОДИ.

В епоху науково-технічної революції, враховуючи глобальність проблеми охорони навколишнього середовища, часто виникають такі ситуації, коли зусилля, які докладаються окремими державами, стають малоефективними. Більш того, в деяких випадках забруднення з території однієї держави переносяться на територію іншої, отруйними речовинами стоків отруюються водні артерії, що перетинають території кількох держав, забруднюються води Світового океану, що порушує інтереси всіх мешканців планети.

Разом із тим, навколишнє природне середовище недостатньо вивчене. Усе це потребує проведення різноманітних, досить широких, дорогокоштуючих та систематичних досліджень.

Виникає необхідність об’єднання сил та засобів широкого кола держав та наукової громадськості на постійній основі.

Перша конференція з міжнародної охорони природи відбулась у листопаді 1913 року у Берні (Швейцарія). В ній приймали участь 17 країн, в тому числі, й Росія. Рішення конференції через початок першої світової війни практично виконані не були.

Тільки після другої світової війни світове співтовариство поступово підійшло до усвідомлення необхідності широкого розвитку природоохоронної співпраці.

До другої світової війни кількість міжнародних організацій не перевищувала десятка, а в післявоєнний період їх з’явилось сотні.

НА ХХII сесії Генеральної Асамблеї ООН (1967 р.) було запропоновано провести спеціальну конференцію ООН із проблем оточуючого людину середовища. З ініціативи ООН 5 червня 1972 року в Стокгольмі почала свою роботу Міжнародна конференція по навколишньому середовищу, в якій прийняли участь представники 113 держав. За підсумками роботи конференції були прийняти два дуже важливих документи: Декларація принципів та План заходів по охороні природи.

Генеральна Асамблея ООН на XXVII сесії (1972 р.) заснувала особливий орган – Програму ООН із навколишнього середовища (ЮНЕП) – міжнародну організацію, а також проголосила 5 червня – Всесвітнім днем охорони навколишнього середовища.

Сьогодні міжнародна співпраця в області охорони навколишнього середовища здійснюється в трьох основних напрямках.

1. Велику організаційну роботу виконують 14 спеціалізованих закладів та органів ООН; шість із них відіграють особливо важливу роль в області охорони природи. До них відносяться: Організація з питань освіти, науки й культури (ЮНЕСКО), Продовольча та сільськогосподарська організація (ФАО), Всесвітня організація охорони здоров’я (ВООЗ), Міжнародне агентство з атомної енергетики (МАГАТЕ), Всесвітня метеорологічна організація (ВМО), Міжурядова морська консультативна організація (ІМКО).

Розроблений цілий ряд природоохоронних програм, серед яких найбільш відома – "Людина та біосфера".

2. Значний внесок у справу охорони природи вносять міжурядові регіональні організації, які будують свою роботу поза системою ООН: Європейська нарада, Європейське економічне співтовариство, Організація економічного співробітництва та розвитку, Азіатсько-Африканська юридична консультативна рада та інші.

3. За даними секретаріату ЮНЕП на сьогодні природоохоронною діяльністю займається 532 неурядові міжнародні організації, які підтримують зв’язок із Програмою ООН по навколишньому середовищу: Всесвітня федерація профспілок, Всесвітня рада миру, Всесвітня рада навколишнього середовища та ресурсів, Міжнародна туристична спілка, Міжнародна спілка охорони природи та природних ресурсів (МСОП), Всесвітній фонд охорони дикої живої природи та інші.

В міжнародних взаємовідносинах із природоохоронних проблем велика увага придається правовим питанням та адміністративним заходам, пов’язаним із збереженням та підтримкою якості навколишнього природного середовища. Ці рішення являють собою компетенцію Міжнародної юридичної організації (МЮО), у складі якої в 1970 році створено спеціальний відділ із політики та права навколишнього середовища.

Останні роки характеризуються розширенням громадського руху за охорону природи у всіх розвинених країнах світу, активною міжнародною співпрацею, апогеєм якого стала найбільша в історії всесвітня конференція ООН із проблем навколишнього середовища та розвитку, яка відбулась в Ріо-де-Жанейро у червні 1992 року. В роботі конференції прийняли участь делегати з більш ніж 180 країн світу. Представниками більше, ніж 100 країн були голови держав та урядів, в тому числі й лідери "великої сімки". Учасниками конференції були також принц Чарльз, Жак Ів Кусто, Джейн Фонда, Тед Тернер, далай-лама, Елтон Джон, Стінг,та інші світові знаменитості, всього близько 30 тис. осіб. У дуже гострих дискусіях між дипломатами різних країн, вченими та представниками "зелених" з усього світу на конференції було прийнято пакет важливих міжнародних угод про охорону біосфери, збереження біологічної різноманітності, клімату, створено міжнародну організацію "Зелений хрест".

Одним із прикладів міжнародного співробітництва є глобальна система моніторінга навколишнього середовища (ГСМНС), яка була створена ще у 1975 році, але активно запрацювала тільки в останні роки. Ця система складається з п’яти взаємопов’язаних підсистем: вивчення кліматичних змін, далекого переносу забруднюючих середовище речовин, гігієнічних аспектів навколишнього середовища, дослідження Світового океану та ресурсів суходолу. Існує сітка із 22 діючих станцій системи глобального моніторінга, а також міжнародні та національні системи моніторінга. Одна з головних ідей моніторінга – вихід на принципово новий рівень компетентності при прийнятті практичних рішень локального, регіонального та глобального масштабів.

Іншим прикладом може служити діяльність незалежної позапартійної та поза урядової міжнародної природоохоронної організації Грінпіс, яка займається охороною природи без насильства. Діяльність Грінпіс має такі напрямки: атмосфера та енергія; ядерна зброя та атомна енергія, екологія океану, токсикологія. Для виконання своїх програм організація має новітнє хімічне та фізичне обладнання, транспорт, засоби та кошти, висококваліфікованих працівників, двадцятип’ятирічний досвід боротьби проти ядерних випробувань, знищення китів, дельфінів та інших відомих в усьому світі акцій.

Однак, природоохоронні заходи будуть більш ефективними, якщо усі країни світу не по одинці, а разом, дотримуючись Програми дій, розроблених та схваленої у 1992 р. В Ріо-де-Жанейро, почнуть виконувати свої національні програми та співпрацювати, допомагаючи одна одній, а все людство перетвориться в єдиний міцний біосоціальний організм, здатний розумно протистояти натиску глобальної екологічної кризи, використовуючи для цього загально планетарний інтелект та принцип гуманізму й поваги до природи.