

Міністерство освіти і науки України

Харківський державний політехнічний коледж

**Конспект лекцій
з дисципліни**

Основи екології

**Харків
2018**

Автор: Бець Т.Ю., викладач-спеціаліст коледжу
Методичний посібник розглянуто та затверджено
цикловою комісією
«Природничо-математичних дисциплін»

Протокол № _____

Від „ _____ ” _____ 201 _____

Голова циклової комісії

_____ Омельченко С.О.

Зміст

Вступ

1. Вступ. Предмет, завдання і значення екології. Історичний нарис виникнення екології як науки.
2. Визначення біосфери та її межі. В.І. Вернадський про живу речовину біосфери. Кругообіги речовини.
3. Класифікація екологічних факторів, їх вплив на живі організми.
4. Визначення ареалу виду та популяцій. Динамічні та статичні показники.
5. Поняття про біоценоз, екосистеми та біогеоценоз. Структури біогеоценозів.
6. Зростання масштабів виробництва та його вплив на довкілля. Основні джерела антропогенного забруднення.
7. Забруднення та їх класифікація. Роль галузей господарства у виникненні екологічних проблем.
8. Урбанізація та її негативні наслідки.
9. Проблеми відходів людської діяльності.
10. Екологічна оцінка атмосфери.
11. Забруднення гідросфери. Контроль якості води та способи очищення стічних вод.
12. Забруднення літосфери та ґрунтів.
13. Енергетичні ресурси та енергетичні проблеми.
14. Природно-ресурсний потенціал України.
15. Стан навколишнього природного середовища України.
16. Міста і регіони України (екологічний стан).
17. Шляхи поліпшення стану навколишнього середовища в Україні.
18. Правові основи охорони навколишнього природного середовища в Україні. Правова відповідальність за екологічні злочини.
19. Міжнародне співробітництво у сфері охорони навколишнього природного середовища.
20. Теоретико-методологічні засади збалансованого (сталого) розвитку суспільства.
21. Екологія людини. Зв'язок здоров'я людини з факторами навколишнього середовища. Екологічна демографія.

Вступ

На сучасному етапі розвитку цивілізації проблема виживання людства, забезпечення оптимальних умов безпеки життєдіяльності може бути досягнута завдяки збереженню сталого стану біосфери. Серед багатьох застережень та прогнозів щодо майбутнього стану природного середовища визначається, що рушійними силами змін у навколишньому природному середовищі є населення, споживання і технології. На планеті, яка має граничні розміри, не можливо вести постійно екстенсивне господарство

Предметом вивчення дисципліни "Основи екології" є закономірності взаємодії елементів природних екологічних систем та соціоекосистем від глобального до локального рівнів, виробничі відносини між людьми в процесі використання природних ресурсів.

Основною метою викладання дисципліни "Основи екології" є формування у майбутніх фахівців вивчення закономірностей взаємодії суспільства з навколишнім природним середовищем для забезпечення конструктивного природокористування; надання комплексу еколого-економічних знань, формування умінь і навичок з екологічної орієнтації, ефективного: впровадження природоохоронних заходів.

Основними завданнями, що мають бути вирішені у процесі викладання дисципліни, є:

- формування у студентів екологічного світогляду;
- набуття умінь і навичок ефективного впровадження природоохоронних заходів;
- засвоєння основних закономірностей взаємодії людини, суспільства і природи коштом набуття еколого-економічних знань.

Лекція 1

Тема: Вступ. Предмет, завдання і значення екології. Історичний нарис виникнення екології як науки

Мета: визначити об'єкт, предмет, основні завдання та значення екології.

План

1. Визначення, предмет, завдання екології.
2. Історичний нарис виникнення, становлення та розвитку екології як науки.
3. Сучасний стан екології, її зв'язок з іншими дисциплінами.
4. Методи дослідження та структура екології.

1. *Визначення, предмет, завдання екології.*

Екологія (від грец. «oikos» - дім та «logos» - вчення) — це наука про взаємовідносини живих організмів та їх угруповань між собою та довкіллям.

Об'єктом досліджень екології є екосистеми планети та їхні елементи.

Предметом дослідження екології є взаємозв'язки живих організмів, їхніх груп різних рангів, живих і неживих компонентів екосистем, а також характер впливу природних і антропогенних факторів на функціонування екосистем і біосфери в цілому.

Завдання екології як науки: - вивчення загального стану сучасної біосфери, умов його формування та причин змін під впливом природних і антропогенних факторів; - прогнозування стану біосфери в часі і просторі; - розробка з урахуванням основних екологічних законів, шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства й природи, збереження здатності біосфери до самоочищення, саморегулювання й самовідновлення.

Завдання екології на майбутнє — вирішення таких найголовніших глобальних проблем сучасності: - розробка методів визначення екологічного стану природних та штучних екосистем; - спостереження за змінами в окремих екосистемах та біосфері; - створення бази даних та розробка рекомендацій для екологічно-безпечного планування господарської та соціальної діяльності людини; - застосування екологічних знань у справі охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів; - вивчення змін «якості» народонаселень та їх зв'язку зі структурою суспільства; - безпечне використання ядерних процесів та створення керованого ядерного синтезу; - створення замкнутих циклів в агротехніці; - вивчення теплового балансу Землі у зв'язку із забрудненням оточуючого середовища. Суть цих завдань — це вижити.

2. Екологічні закони.

Закони екології належать до природничих, їх налічується 99.

Це правила, що керують життям на Землі, і яких людина відмінити не може. Вона мусить їм підкоритись аби вижити. Американський еколог Б.Коммонер у 1974 р. передав «дух» справжніх екологічних законів у

спрощеному варіанті:

- усе пов'язане з усім – закон про біосферу і екосистеми, про взаємозв'язки між компонентами природи;
- усе має кудись діватися – закон господарської діяльності людини, відходи від якої неминучі, тому треба думати про зменшення відходів та вилучення їх із біосферних циклів речовин;
- природа знає краще – найбільш важливий закон природокористування. Він визначає, що не можна намагатися підкорити природу, а треба співпрацювати з нею, атож не забувати про те, що сама людина – біологічний вид, що вона – дитя природи, а її господар;
- не дається даремно (за все треба платити) – загальний закон раціонального природокористування: платити треба за енергію, за додаткове очищення відходів, добривами – за підвищення врожаю, санаторіями і ліками за погіршення здоров'я людини.

3. Історичний нарис виникнення, становлення та розвитку екології як науки.

Формування екології як науки почалося в XX ст. і триває досі.

У розвитку екології можна виділити 3 етапи:

- до 30-их рр. XX ст. Екологія тимчасово звузилась до аутекології – екології особини. Аутекологія вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим середовищем;
- лідером стала популяційна екологія (демекологія). Демекологія вивчає структуру виду, описує коливання чисельності різних видів і встановлює їхні причини;
- третій етап розпочався після II світової війни, коли домінуючим стало уявлення про «пов'язаність усього з усім». Розвивається синекологія – вчення про взаємодію популяцій між собою і найближчим довкіллям. Синекологія швидко поступалася першістю глобальній екології – вченню про всіх і про все.

4. Сучасний стан екології, її зв'язок з іншими дисциплінами.

Сучасна екологія – це нова комплексна наука про виживання в довкіллі, завдання якої – пізнання законів розвитку й функціонування біосфери, як цілісної системи під впливом природних і, головне, антропогенних факторів. А також визначення шляхів ефективної коеволюції (еволюційної взаємодії організмів різних видів, які не обмінюються генетичною інформацією, але тісно пов'язані біологічно) техносфери й біосфери.

Екологія – це соціально-природнича наука, тому що в центрі всіх змін природного середовища стоїть діяльність людини. Екологія тісно пов'язана з біологічними і гуманітарними дисциплінами (рис.1).



Рис.1 Зв'язок екології з іншими дисциплінами

5. **Методи дослідження та структура екології**

Методи дослідження в екології:

- спостереження;
- експеримент;
- прогнозування;
- системний аналіз;
- математичне моделювання;
- картографічний;
- порівняльний;
- аерокосмічний.

Контрольні запитання

1. Що таке екологія?
2. Які завдання стоять перед екологією?
3. Які основні напрями екологічних досліджень?
4. Що є предметом екології?
5. Визначте основні структурні блоки сучасної екології.
6. Які основні методи екологічних досліджень?

Теми для доповідей, рефератів

1. Екологія як комплексна наука про навколишнє середовище.
2. Нарис історії екології.
3. Структура сучасної екології.
4. Основні етапи взаємодії людини з довкіллям.
5. Комплекс сучасних методів екологічних досліджень.

Література:

1. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. – К.: Каравела, 2006. – 368 с.
2. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. – 3-тє вид., стер. – К.: Вища шк., 2005. – 382 с.: іл.
3. Малимон С.С. Основи екології. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2009. – 240 с.: іл. (с.7 – с.18)

Лекція 2

Тема: Визначення біосфери та її межі. В.І Вернадський про живу речовину біосфери. Кругообіги речовини

Мета: дати поняття біосфери, визначити її межі, встановити закономірності процесу кругообігу речовин.

План

1. Загальні властивості біосфери.
2. Жива речовина біосфери та її властивості
3. Кругообіг речовин у біосфері.

1. *Загальні властивості біосфери*

Об'єктом дослідження екології є екосистеми та їх елементи. Сукупність всіх екосистем становлять біосферу.

Біосфера – жива оболонка планети. Простір нашої планети, в якому існує й «процвітає» жива речовина, називається біосферою.

Перше уявлення про біосферу дав французький природознавець Ж.Б. Ламарк, а термін «біосфера» ввів у науку австрійський біолог Е. Зюсс (1875 р.).

Цілісне уявлення про біосферу створив засновник і перший президент Академії наук України В.І. Вернадський (1864-1945). Вернадський дав таке визначення біосфери: «біосфера являє собою оболонку життя – область існування живої речовини».

Біосфера – це частина зовнішніх оболонок нашої планети, яка безпосередньо пов'язана з існуванням життя на Землі. Біосфера охоплює нижню частину атмосфери (повітряної оболонки нашої планети, яка має таку структуру: тропосфера (18 км. над рівнем моря), стратосфера(18-50 км.), мезосфера (50-90 км.), термосфера (90-100 км.), екзосфера (100 і вище км.)), верхню частину літосфери (твердої оболонки нашої планети) та всю товщу гідросфери (водяної оболонки нашої планети).

Межі біосфери визначаються межами поширення живої речовини. Верхню межу біосфери становить озоновий шар (25-30 км.), вище якого гине все живе під дією космічного випромінювання. Хоч питання верхньої межі біосфери – спірне. Іноді вважають, що вона проходить на висоті вершин Гімалаїв (10 км над рівнем моря), на думку інших вчених – сягає нижніх шарів стратосфери (30 км. над рівнем моря).

Межа біосфери в літосфері чітко не окреслена. Це приблизно 2-3 км. Межі біосфери в гідросфері окреслені чітко: біосфера охоплює всю гідросферу (до 11 км.).

Життя на Землі реалізується у формі живої речовини. Поняття «жива речовина» ввів у науку В.І. Вернадський і розумів під ним сукупність усіх живих організмів планети. Сукупність усіх живих організмів планети називають «біотою».

Основні властивості живої речовини:

- високоорганізована внутрішня структура;
- здатність уловлювати із зовнішнього середовища й трансформувати речовини та енергію, забезпечувати ними процеси своєї життєдіяльності;
- здатність підтримувати сталість власного внутрішнього середовища, незважаючи на коливання умов зовнішнього середовища, якщо ці коливання сумісні з життям;
- здатність до самовідтворення шляхом розмноження.

Жива речовина існує у формі конкретних живих одиниць – організмів (індивідів), які групуються в дискретні одиниці існування – види. Кожен організм має свою програму, записану у генах. Сукупність усіх генів організму – це *генотип*. Сукупність усіх зовнішніх ознак, фізіологічних та біохімічних властивостей, що визначаються генотипом, називаються *фенотипом*. Сукупність генотипів усіх видів нашої планети становить генофонд. Отже, втрата будь якого виду призводить до зменшення видової різноманітності й порушує гармонію у взаємовідносинах живої та неживої речовини.

2. Жива речовина біосфери та її властивості

Всю сукупність організмів на планеті Земля В.І. Вернадський називав живою речовиною. Основними її характеристиками є сумарна біомаса, хімічний склад та енергія.

Енергія живої речовини біосфери в першу чергу, проявляється у здатності організмів до розмноження і поширення по планеті. Життя на нашій планеті поширене майже скрізь, що пояснюється значною стійкістю організмів до умов існування. У стані анабіозу організми можуть переносити критичні температури (від абсолютного нуля до $+180^{\circ}\text{C}$), тиск (від долей атмосфери на значних висотах до 1000 атмосфер і більше на великих океанічних глибинах). Тому живі організми відсутні лише в районі льодовиків та в кратерах діючих вулканів.

Однією з властивостей живої речовини є її постійний обмін з довкіллям. Внаслідок цього через живі організми проходить значна кількість хімічних елементів. Хоча до складу живих організмів входять ті ж самі хімічні елементи, що й до складу неживої природи, їхні сумарні хімічні склади відрізняються: хімічні елементи в живих організмах і неживій природі перебувають у різних співвідношеннях.

Живим організмам для здійснення біохімічних процесів, необхідні речовина та енергія, які вони отримують з навколишнього середовища. Тим самим живі організми значно перетворюють довкілля, виконуючи біогеохімічну роботу. Внаслідок постійного і безперервного обміну з довкіллям різні хімічні елементи надходять у живі організми, можуть у них накопичуватись, виходячи через певний час з організму або зберігаючись в ньому протягом усього життя. Постійний кругообіг речовин і потік енергії забезпечує функціонування біосфери як цілісної системи.

У процесі функціонування біосфери жива речовина (продуценти) здатна накопичувати сонячну енергію, перетворюючи її в енергію хімічних зв'язків. Ви знаєте, що автотрофні організми здатні фіксувати лише близько 1% сонячної

енергії, що сягає поверхні Землі. Кількість фіксованої сонячної енергії визначає кількість біомаси нашої планети.

Ви пам'ятаєте, що близько 50% енергії, фіксованої фото- синтезуючими організмами, витрачається на процеси їх життєдіяльності, а решта накопичується у вигляді хімічних зв'язків синтезованої органічної речовини. Накопичена продуцентами біомаса може передаватись по ланцюгах живлення консументам, причому частина запасеної енергії (80-90%) втрачається при переході з одного трофічного рівня на інший.

Було підраховано, що завдяки сонячній енергії щорічно живою речовиною біосфери продукується близько 160 млрд т сухої органічної речовини, з якої приблизно 1/3 синтезується біогеоценозами Світового океану, а 2/3 — суходолу.

3. Кругообіг речовин у біосфері

Усі живі організми взаємозв'язані з неживою природою і включені в безперервний кругообіг речовин і енергії. В результаті відбувається біогенна міграція атомів. Необхідні для життя хімічні елементи переходять із зовнішнього середовища в організм. При розкладі органічних речовин ці елементи знову повертаються в навколишнє середовище.

В атмосфері завжди присутні гази: азот — 78%, кисень — 20,9% , вуглекислий газ — 0,033% та інші гази-домішки, у тому числі пара води. Ці гази перетворюються живою речовиною планети.

У процесі фотосинтезу зелені рослини поглинають вуглекислий газ і виділяють кисень. Вуглекислий газ використовується на побудову органічних речовин і через рослинні організми, у вигляді поживних речовин, переходить в організм тварин. Кисень використовується всіма живими організмами у процесі дихання, для окиснення органічних речовин, при розкладанні відмерлих залишків організмів.

У результаті цих процесів утворюється вуглекислий газ, що знову виділяється в атмосферу. Вільний азот атмосфери поглинається у ґрунті азотфіксувальними бактеріями і переходить до складу сполук, доступних для засвоєння рослинами. З ґрунту сполуки Нітрогену поглинаються рослинами для синтезу органічних речовин. Після відмирання інша група мікроорганізмів перетворює Нітроген і вивільняє його в атмосферу.

Отже, завдяки збалансованому кругообігу газів склад атмосфери завжди залишається сталим. Атмосфера має біогенне походження. У повітряний кругообіг включається 98,3% усіх речовин.

Великі запаси Фосфору містяться в гірських породах. При руйнуванні гірських порід Фосфор надходить у ґрунт, а відтак засвоюється живими організмами. Але частина фосфатів розчиняється у воді і вимивається у Світовий океан, де осідає на дні у вигляді відкладів.



Вода також бере участь у кругообігу. У процесі фотосинтезу вона використовується для синтезу органічних речовин, а при диханні і розкладанні органічних залишків виділяється в навколишнє середовище. Крім цього, вода потрібна всім живим організмам. У ній розчиняються мінеральні солі й органічні речовини, необхідні для засвоєння живими організмами. У водному середовищі відбувається кругообіг Натрію, Магнію, Кальцію, Феруму, Сульфуру та інших елементів, що загалом складають 1,7% від загальної кількості речовин, які беруть участь у кругообігу.

У результаті кругообігу речовин відбувається безперервне переміщення хімічних елементів із живих організмів у неживу природу й навпаки. Кругообіг речовин складається з двох протилежних процесів, пов'язаних з акумуляцією елементів у живих організмах і мінералізацією в результаті їх розкладу. Утворення живої речовини переважає на поверхні Землі, а мінералізація — у ґрунті і морських глибинах.

Одночасно з міграцією атомів відбувається і перетворення енергії. Єдиним джерелом енергії на Землі є сонце. Частина тепла витрачається на обігрівання землі і випаровування води. І лише 0,2% сонячної енергії нагромаджується у процесі фотосинтезу. Ця енергія перетворюється на енергію хімічних зв'язків органічних речовин, при розщепленні й окисненні яких у процесі живлення виділяється і знову витрачається на процеси життєдіяльності організмів: ріст, рух, розмноження, розвиток. Цей процес незамкнутий, тому є необхідність у постійному надходженні сонячної енергії.

Отже, біосфера являє собою велику систему, що складається з різномірних компонентів, пов'язаних між собою процесами перетворення енергії та речовини. Міграція речовин замкнута в цикли, компонентами яких є тіла живої і неживої природи. Циклічність процесів забезпечує безперервне існування біосфери.

Література:

1. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. – К.: Каравела, 2006. – 368 с.
2. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. – 3-тє вид., стер. – К.: Вища шк., 2005. – 382 с.: іл.
3. Малимон С.С. Основи екології. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2009. – 240 с.: іл. (с.11 – с.33).

Контрольні запитання

1. Що становить собою біосфера? Які її межі?
2. Що становить собою жива речовина біосфери? Які її властивості?
3. Які функції виконує жива речовина?
4. Яким чином здійснюється кругообіг води в біосфері?
5. Опишіть, як відбувається кругообіг кисню в біосфері.
6. Охарактеризуйте роль живих організмів у кругообігу вуглецю.
7. Як відбувається кругообіг азоту в біосфері?
8. Як відбувається кругообіг фосфору в біосфері?
9. Дайте характеристику вчення В.І. Вернадського про біосферу та ноосферу.

Теми для доповідей, рефератів

1. Біосфера, її структура та межі.
2. Походження та еволюція біосфери.
3. Кругообіг хімічних елементів у біосфері.
4. Ноосфера та управління біосферою.
5. Вчення В.І. Вернадського про біосферу та ноосферу.

Лекція 3

Тема: Класифікація екологічних факторів, їх вплив на живі організми

Мета: сформулювати уявлення про екологічні фактори, показати їхню класифікацію й загальні закономірності впливу екологічних факторів на живі організми; розвивати вміння аналізу й синтезу матеріалу; виховувати раціональне ставлення до природи.

План

1. Екологічні фактори: біотичні, абіотичні, антропогенні.
2. Позитивні та негативні міжвидові взаємовідносини.
3. Основні закономірності впливу факторів на організми.

1. Екологічні фактори та їхня класифікація

Середовище, яке оточує живі істоти, складається з багатьох елементів. Вони по-різному впливають на життєдіяльність організмів. Останні неоднаково реагують на різні фактори середовища. Окремі елементи середовища, що взаємодіють з організмами, називають екологічними факторами. Умови існування — це сукупність життєво необхідних факторів середовища, без яких живі організми не можуть існувати. Щодо організмів вони виступають як екологічні фактори (світло, тепло, волога, повітря, ґрунти, навколишні організми та багато інших). Усі екологічні фактори прийнято класифікувати (розподіляти) на такі основні групи: абіотичні, біотичні та антропічні. Абіотичні (абіогенні) фактори — це фізико-хімічні фактори неживої природи. Біотичні, або біогенні, фактори — це прямий чи опосередкований вплив живих організмів як один на одного, так і на довкілля. Антропічні (антропогенні) фактори в останні роки виділяють у самостійну групу факторів серед біотичних, у зв'язку з їхнім великим значенням. Це фактори прямого або посередкованого впливу людини та її господарської діяльності на живі організми та середовище.

У 1958 р. О.С. Мончадський пропонує розділити усі фактори таким чином:

I. Стабільні фактори (не змінюються протягом довгих періодів часу):

- сила земного тяжіння;
- сонячна стала (випромінювання Сонця);
- склад та властивості атмосфери, гідросфери та літосфери;
- рельєф та ін.

II. Фактори, що змінюються:

A. Змінюються закономірно, періодично, (внаслідок руху сонячної системи):

- сонячна радіація;
- фотоперіодизм (зміна дня і ночі);
- температура (добові та сезонні зміни середніх значень);
- припливи та відпливи та ін.

Б. Змінюються без чіткої періодичності:

- більшість абіотичних факторів (вітер, опади, стан погоди тощо);
- біотичні фактори;
- антропічні фактори.

Абіотичні фактори. До абіотичних факторів належать усі елементи неживої природи, що діють на живий організм. Види абіотичних факторів подано у табл. 1

Таблиця 1

Основні види абіотичних факторів

Кліматичні або атмосферні	Едафічні (грунтові фактори)	Орографічні	Гідрологічні (фактори водного середовища)
сонячна радіація; температура; вологість повітря та опади; газовий склад повітря; атмосферний тиск та течії повітря; атмосферна електрика	структура ґрунту; механічний склад ґрунту; вологість; солоність ґрунту; кислотність ґрунту (показник pH)	ф а к т о р и рельєфу	освітленість; температура; солоність; газовий режим; тиск

Біотичні фактори. Організми, які живуть на нашій планеті, потребують не тільки абіотичних умов для свого життя, вони взаємодіють між собою і часто дуже залежать один від одного. Сукупність факторів органічного світу, що впливають на організми прямо або опосередковано, називають біотичними факторами.

Біотичні фактори досить різноманітні, але, незважаючи на це, вони також мають свою класифікацію. Відповідно до найпростішої класифікації біотичні фактори поділяють на три групи, які спричиняються: рослинами, тваринами та мікроорганізмами.

Клементс та Шелфорд (1939) запропонували свою класифікацію, в якій враховано найбільш типові форми взаємодії двох організмів — коакції. Усі коакції поділяють на дві великі групи, залежно від того, чи взаємодіють організми одного виду, чи двох різних. Типи взаємодій організмів, що належать до одного і того самого виду, є гомотипові реакції. Гетеротиповими реакціями називають форми взаємодії двох організмів різних видів.

Гомотипові реакції. Серед взаємодії організмів одного виду можна виділити такі коакції: груповий ефект, масовий ефект та внутрішньовидова конкуренція.

Груповий ефект. Багато живих організмів, які можуть жити поодинокі, утворюють групи. Часто в природі можна спостерігати, як групами ростуть деякі види рослин. Це дає їм можливість прискорити свій ріст. У групи об'єднуються й тварини. За таких умов вони краще виживають. При сумісному способі життя тваринам легше захищатися, здобувати їжу, охороняти своє потомство, переживати несприятливі фактори довкілля. Таким чином, груповий ефект має позитивний вплив для всіх учасників групи.

Групи, в які об'єднуються тварини, можуть бути різними за розмірами. Наприклад, баклани, які на узбережжях Перу утворюють величезні колонії,

можуть існувати тільки за умов, якщо в колонії не менше 10 тисяч птахів, а на 1 квадратний метр території припадає три гнізда. Відомо, що для виживання африканських слонів стадо повинно складатися якнайменше з 25 особин, а стадо північних оленів — з 300-400 голів. Зграя вовків може нараховувати до десятка особин.

Об'єднуючись у зграї під час перельотів, птахам легше орієнтуватися, шукати їжу, безпечніше проводити час на відпочинку чи почувати себе під час годівлі. Вовкам, що полюють зграями, вдається побороти здобич великих розмірів, що не може зробити самотній хижак. Жуйні копитні тварини легше обороняються від хижаків, коли утворюють групи. Багато видів риб утворюють щільні зграї, що рухаються у товщі води як один живий організм (досить злагоджено та синхронно).

Масовий ефект

Масовий ефект — це явище, що виникає при перенаселенні якогось життєвого простору. Звісно, що при об'єднанні в групи, особливо великих розмірів, теж виникає певне перенаселення, але між груповим та масовим ефектами існує велика різниця. Перший надає переваги кожному члену об'єднання, а інший, навпаки, пригнічує життєдіяльність усіх, тобто має негативні наслідки. Наприклад, масовий ефект проявляється при скупченні хребетних тварин. Якщо в одній клітці утримувати піддослідних пацюків у великій кількості, то в їхній поведінці будуть проявлятися акти агресивності. При тривалому утриманні тварин в таких умовах у вагітних самиць розсмоктуються ембріони, агресивність зростає настільки, що пацюки відгризають один одному хвости, вуха, кінцівки.

Масовий ефект високоорганізованих організмів призводить до стресового стану. У людини це може викликати психічні розлади та нервові зриви.

Внутрішньовидова конкуренція

Між особинами одного виду завжди відбувається своєрідне змагання в отриманні найкращих умов існування. Чим більша щільність поселення тієї чи іншої групи організмів, тим більш напружене змагання. Таке змагання організмів одного виду між собою за ті чи інші умови існування називають внутрішньовидовою конкуренцією.

Масовий ефект та внутрішньовидова конкуренція не є тотожними поняттями. Якщо перше явище виникає на відносно короткий час і згодом завершується розрідженням угруповання (смертність, канібалізм, зниження плодовитості та ін.), то внутрішньовидова конкуренція існує постійно і врешті-решт приводить до більш широкого пристосування виду до умов середовища. Вид стає більш екологічно пристосованим. У результаті внутрішньовидової конкуренції сам вид зберігається і сам себе не знищує в результаті такої боротьби.

Внутрішньовидова конкуренція може проявлятися в будь-чому, на що можуть претендувати організми одного виду. У рослин, що густо ростуть, конкуренція може відбуватися за світло, мінеральне живлення тощо. Наприклад, дуб, коли він росте окремо, має кулеподібну крону, він досить крилатий, оскільки нижні бокові гілки отримують достатню кількість світла. У посадках дуба в лісі нижні гілки затіняються верхніми. Гілки, що отримують недостатню

кількість світла, відмирають. З ростом дуба в висоту нижні гілки швидко опадають, і дерево набуває лісової форми — довгий циліндричний стовбур і крона гілок на верхівці дерева.

У тварин конкуренція виникає за певну територію, їжу, за місце гніздування тощо. Рухомим тваринам легше уникнути жорсткої конкуренції, але все одно вона на них позначається. Як правило, ті, що уникають конкуренції, часто опиняються в несприятливих умовах, вони змушені теж, як рослини (або прикріплені види тварин), пристосовуватися до тих умов, якими їм випадає задовольнятися.

Гетеротипові реакції. Коакції організмів різних видів більш різноманітні, ніж ті, що спостерігаються між особинами одного виду. Теоретично, один вид, взаємодіючи з іншим, може отримувати користь, шкоду або нічого не мати від цього. Залежно від того, в якому становищі опиняється та чи інша сторона в результаті взаємодії, виділяють такі форми міжвидових взаємодій: нейтралізм, коменсалізм, протокооперація, мутуалізм, аменсалізм, хижацтво, паразитизм та міжвидова конкуренція.

Нейтралізм. Найчастіше трапляється така форма взаємодії, коли організми різних видів, займаючи одну територію, ніяк не впливають один на одного. У лісі мешкає велика кількість видів і багато з них підтримують нейтральні взаємовідносини. Наприклад, білка та їжак один і той самий ліс, але вони мають нейтральні взаємовідносини, як і безліч інших організмів. Однак ці організми входять до складу однієї екосистеми. Вони є елементами одного цілого, і тому при детальному вивченні все ж таки можна знайти не прямі, а опосередковані, досить тонкі та з першого погляду непомітні зв'язки.

Є. Одум у своїй «Популярній екології» наводить жартівливий, але дуже влучний приклад таких зв'язків. Він пише, що в Англії старі одинокі жінки підтримують міць королівських гвардійців. А зв'язок між гвардійцями та жінками досить простий. Одинокі жінки, як правило, розводять котів, коти ж полюють на мишей. Чим більше котів, тим менше мишей на полях. Миші є ворогами джмелів, бо руйнують їхні нори, де вони живуть. Чим менше мишей, тим більше джмелів. Джмелі, як відомо, чи не єдині запилювачі конюшини. Більше джмелів на полях — більший врожай конюшини. На конюшині випасують коней, а гвардійці люблять споживати кінське м'ясо. Ось за таким прикладом у природі можна знайти безліч прихованих зв'язків між різними організмами. Хоча в природі, як видно з прикладу, коти мають нейтральні зв'язки з кіньми чи джмелями, однак вони опосередковано пов'язані з ними.

Коменсалізм. Багато видів організмів вступають у взаємовідносини, що дають користь тільки одній стороні, а інша від цього не страждає і нічого немає корисного. Таку форму взаємодії організмів називають коменсалізмом. Коменсалізм часто проявляється у вигляді співіснування різних організмів. Так, комахи часто живуть у норах ссавців чи в гніздах птахів.

Часто можна спостерігати й таке сумісне поселення, коли в гніздах великих хижих птахів або лелек в'ють гнізда горобці. Для хижих птахів сусідство горобців не заважає, а для самих горобців — це надійна охорона їхніх гнізд.

У природі існує навіть вид, що так і названий — краб- коменсал. Цей маленький, витончений краб охоче селиться в мантийній порожнині устриць. Цим він не заважає моллюску, а сам отримує притулок, свіжі порції води та поживні частки, що потрапляють з водою до нього.

Протпокооперація. Наступним кроком сумісної позитивної коакції двох організмів різних видів є протоко операція, при якій обидва види виграють від взаємодії. Звісно, що ці види можуть окремо існувати без будь-яких втрат. Цю форму взаємодії ще називають первинною кооперацією, чи співробітництвом..

У морі така взаємовигідна, але не обов'язкова форма взаємодії виникає при об'єднанні крабів та кишковопорожнистих. Актинії, наприклад, часто поселяються на спинній стороні крабів, замасковуючи та захищаючи їх своїми жалкими щупальцями. У свою чергу, актинії отримують від крабів шматочки поживи, що залишаються від їхньої їжі, та використовують крабів як транспортний засіб. І краби, й актинії здатні вільно та незалежно існувати у водоймі, але коли вони поблизу, то краб навіть сам клешнею пересаджує актинію на себе.

Так само чинить і рак-самітник щодо самих актиній. Однак у нього є й інші організми, з якими він кооперується. Часто в їхніх мушлях оселяються багатощетинкові черви — нереїси. Ці черви зустрічаються і в інших умовах — у норах різноманітних тварин та в порожніх раковинах. Цікаво, що рак не зачіпає «свого» черва, хоча охоче з'їдає інших. До того ж, при переселенні до іншої мушлі він переносить черва із собою. Черв бере участь у трапезах рака, висовуючись із мушлі та підбираючи шматочки їжі. Черви також дають користь своєму співмешканцю, очищуючи порожнину мушлі та поїдаючи паразитів з його м'якого черевця.

Сумісне гніздування птахів різних видів в одній колонії (чаплі та баклани, кулики та крячки різних видів тощо) теж є прикладом співробітництва, при якому виграють обидві сторони, наприклад, при захисті від хижаків.

Мутуалізм. Мутуалізм (або облігатний симбіоз) є наступним етапом взаємовигідного пристосування різних видів один до одного. Він відрізняється від протокооперації своєю залежністю. Якщо при протокооперації організми, які вступають у зв'язок, можуть існувати окремо і незалежно один від одного, то при мутуалізмі існування цих організмів окремо неможливе.

Такого типу коакції часто виникають у досить різних організмів, віддалених у систематичному плані, з різними потребами. Прикладом цьому може бути зв'язок між азотфіксуючими бактеріями (бульбашкові бактерії) та бобовими рослинами. Речовини, що виділяються кореневою системою бобових, стимулюють ріст бульбашкових бактерій, а продукти життєдіяльності бактерій призводять до деформації кореневих волосків, з чого починається утворення бульбашок. Бактерії мають здатність засвоювати атмосферний азот, який є дефіцитом у ґрунті, але необхідним макроелементом для рослин, що в цьому випадку дає велику користь бобовим рослинам.

У природі досить поширеним є взаємовідносини грибів та коренів рослин, що називаються мікоризою. Грибниця, взаємодіючи з тканинами кореня, утворює своєрідний орган, який допомагає рослині більш ефективно

засвоювати мінеральні речовини з ґрунту. Гриби від цієї взаємодії отримують продукти фотосинтезу рослини. Багато видів дерев не можуть рости без мікоризи, і певні види грибів утворюють мікоризу з коренями певних видів дерев (дуб та білий гриб, береза та підберезовик та ін.).

Класичним прикладом мутуалізму є лишайники, які поєднують у собі симбіотичний зв'язок грибів та водоростей. Функціональні та фізіологічні зв'язки між ними настільки тісні, що їх розглядають як окрему групу організмів. Гриб у цій системі забезпечує водорість водою, мінеральними солями, а водорість, у свою чергу, дає грибу органічні речовини, які сама синтезує.

Аменсалізм. У природному середовищі не всі організми позитивно впливають один на одного. Є багато випадків, коли для забезпечення своєї життєдіяльності один вид шкодить іншому. Така форма коакцій, при якій один вид організму пригнічує ріст та розмноження організму іншого виду, не втрачаючи нічого, має назву аменсалізму (антибіозу). Пригнічений вид у парі, що взаємодіє, називають аменсалом, а того, який пригнічує, — інгібітором.

Аменсалізм краще всього вивчений у рослин. У процесі життя рослини виділяють у навколишнє середовище хімічні речовини, які й є чинниками впливу на інші організми. Щодо рослин аменсалізм має свою назву — алелопатія. Відомо, що завдяки виділенню коренями токсичних речовин нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella*) витісняє інші однорічні рослини та утворює суцільні одновидові зарослі на великих площах. На ланах пирій та інші бур'яни витісняють чи пригнічують культурні рослини. Горіх та дуб пригнічують травянисту рослинність під своїми кронами.

Рослини можуть виділяти алелопатичні речовини не тільки коренями, а й надземною частиною свого тіла. Леткі алелопатичні речовини, що виділяються рослинами в повітря, називають фітонцидами. Здебільшого вони нищівно діють на мікроорганізми. Усім добре відома антимікробна профілактична дія часнику, цибулі, хрону. Багато фітонцидів продукують хвойні породи дерев. Один гектар насаджень ялівцю звичайного за рік продукує понад 30 кг фітонцидів. Часто хвойні породи застосовуються в населених пунктах для створення санітарно-захисних смуг навколо різних виробництв, що сприяє очищенню повітря.

Фітонциди негативно впливають не тільки на мікроорганізми, але й на тварин. У побуті здавна застосовували різні рослини для боротьби з комахами. Так, баглиця та лаванда є хорошим засобом для боротьби з міллю.

Антибіоз відомий і у мікроорганізмів. Його вперше було відкрито Б. Бабешом (1885) та перевідкрито А. Флемінгом (1929). Було показано, що гриби пеніцилу виділяють речовину (пеніцилін), що пригнічує ріст бактерій. Широко відомо, що деякі молочнокислі бактерії окислюють своє довкілля так, що в ньому не можуть існувати гнилісні бактерії, які потребують лужного або нейтрального середовища. Алелопатичні хімічні речовини мікроорганізмів відомі під назвою антибіотики.

Уже описано понад 4 тисячі антибіотиків. Вони широко застосовуються в медичній практиці, але лише близько 60 різновидностей.

Тваринам також властиво виробляти речовини (рідкі, або леткі), які

негативно впливають на організми, що їх оточують. Такі речовини виробляються в основному для захисту тварин. Наприклад, шкіра багатьох земноводних вкрита слизом, що містить отруйні речовини. Завдяки цьому на завжди вологому тілі тварин не можуть оселитися мікроорганізми, паразити чи нижчі рослини. Тіло земноводних завжди стерильно чисте. Ці речовини, відомі під назвою буфотоксини, саламандро токсини, використовують у медицині.

Захист тварин від ворогів може здійснюватися і за допомогою виділення речовин, що мають неприємний запах (напр., серед рептилій — грифові черепахи, вужі; птахів — пташенята одудів; ссавців — скунси, тхори).

Хижацтво. Хижацтвом у широкому розумінні цього слова вважається спосіб здобування їжі та харчування тварин (іноді рослин), при якому вони ловлять, умертвляють та з'їдають інших тварин. Іноді під цим терміном розуміють будь-яке з'їдання одних організмів іншими, тобто такі взаємовідносини між організмами, при яких одні використовують інших як їжу. При такому розумінні заєць є хижаком щодо трави, яку він споживає. Але ми будемо користуватися більш вузьким розумінням хижацтва, при якому один організм харчується іншим, що близький до першого в систематичному плані (наприклад, комахи, які живляться комахами; риби, які харчуються рибами; птахи, які харчуються плазунами, птахами та ссавцями; ссавці, які харчуються птахами та ссавцями). Крайній випадок хижацтва, при якому вид живиться організмами свого виду, має назву канібалізму.

Інколи хижак відбирає жертву в такій кількості, що це не впливає негативно на чисельність її популяції. Цим хижак сприяє кращому стану популяції жертви, яка до того ж вже пристосувалася до пресу хижака. Народжуваність в популяціях жертви вища, ніж це потрібно для звичайного підтримання її чисельності. Образно кажучи, популяція жертви враховує те, що повинен відібрати хижак.

Паразитизм. Паразитизмом називають одну із форм співіснування організмів, з яких один (паразит) живе за рахунок іншого (хазяїна). Зазвичай паразит використовує хазяїна як джерело живлення і як субстрат. Залежно від того, де поселяються паразити, їх поділяють на ектопаразитів (оселяються на поверхні тіла хазяїна) та ендopазитів (оселяються в клітинах, тканинах та внутрішніх порожнинах хазяїна). Одні паразити використовують хазяїна короткий період часу (тимчасовий паразитизм) в основному для живлення, а інші — більш тривалий, що вимірюється періодом їхнього розвитку (істаціонарний паразитизм).

Характерною особливістю паразитів є спрощення у них одних органів (травна система, органи чуттів, кінцівки та ін.) та ускладнення інших (статева система, органи прикріплення). Зі зростанням властивостей суто паразитичних зростає і спеціалізація, звужується коло його хазяїнів.

Паразити відомі серед мікроорганізмів, грибів, рослин та тварин. Усі віруси є внутрішньоклітинними паразитами.

Міжвидова конкуренція. Між організмами різних видів, так само, як і між організмами одного виду, виникають взаємодії, завдяки яким вони намагаються отримати один і той самий ресурс. Такі коакції між різними

видами мають назву міжвидової конкуренції. Іншими словами можна сказати, що міжвидова конкуренція — це будь-яка взаємодія між популяціями різних видів, яка несприятливо впливає на їхній ріст та виживання.

Наслідками такої конкуренції може бути витіснення одного організму іншим з певної екологічної системи (принцип конкурентного виключення). Водночас конкуренція сприяє виникненню в процесі добору багатьох адаптацій, що веде до різноманіття видів, які існують в певному угрупованні чи регіоні.

Конкурентна взаємодія може стосуватися простору, їжі або біогенних елементів, світла і багатьох інших факторів. Міжвидова конкуренція, залежно від того, на чому вона базується, може привести або до встановлення рівноваги між двома видами, або, при більш жорсткій конкуренції, до заміни популяції одного виду популяцією іншого. Також результатом конкуренції може стати і таке, що один вид витіснить інший в будь-яке інше місце або ж змусить його перейти на інші ресурси.

Контрольні запитання

1. Які виділяють групи екологічних факторів?
2. Що таке абіотичні фактори?
3. Що таке біотичні фактори?
4. Дайте характеристику та наведіть приклади нейтралізму, протокооперації, аменсалізму, хижацтва та міжвидової конкуренції.
5. Що таке коменсалізм? Наведіть приклади.
6. Що таке мутуалізм? Наведіть приклади.
7. Що таке паразитизм? Які існують форми паразитизму?

Теми для доповідей, рефератів

1. Абіотичні екологічні фактори: сонячна радіація, температура, вологість, тиск, течії, едафічні, орографічні та гідрологічні фактори.
2. Біотичні екологічні фактори: гомотипові реакції (груповий ефект, масовий ефект та внутрішньовидова конкуренція)
3. Біотичні екологічні фактори: гетеротипові реакції (нейтралізм, коменсалізм, протокооперація, мутуалізм, аменсалізм, хижацтво, паразитизм та міжвидова конкуренція).
4. Основні екологічні закони.
5. Основні закономірності впливу екологічних факторів на живі

Література

- Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. – К.: Каравела, 2006. – 368 с.
- Запольський А.К., Салюк А.К.: Вища шк., 2005. – 382 с.: іл.
- Малимон С.С. Основи екології. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2009. – 240 с.: іл. (с.11 – с.33).

Лекція 4

Тема: Визначення ареалу виду та популяцій. Динамічні та статичні показники популяцій.

Мета: вивчити основні поняття про ареал виду, популяцію; охарактеризувати основні динамічні та статичні показники популяції

План

1. Поняття про ареал виду та про популяцію
2. Динамічні та статичні показники популяції

1. Поняття про ареал виду та про популяцію

Слово **популяція** походить від латинського *populus*, що означає **народ, населення**. Для більш повного сприйняття терміна «популяція» необхідно насамперед з'ясувати поняття «ареалу» — того простору, в межах якого в природі існує певний вид. Кожний вид організму має своє поширення в просторі і часі. Організми, що належать до одного виду, займають певну територію, або ареал. *Ареал — це ділянка поширення на земній поверхні систематичної групи живих організмів або угруповань*. Ареали можуть мати різний вигляд (форму) та змінюватися в часі під впливом як природних факторів, так і в результаті господарської діяльності людини. Для більшості видів живих організмів (прикріплені організми — гриби, рослини, деякі тварини; мікроорганізми тощо), що постійно населяють одну і ту саму територію, визначення видового ареалу досить чітке та однозначне.

Дещо складніше з тлумаченням ареалу для тих організмів, які переміщуються в просторі протягом різних сезонів. Білі лелеки, наприклад, які гніздяться в Україні, зустрічаються тут тільки протягом декількох місяців на рік. Решту часу вони проводять, перелітаючи на зимівлю та на місцях зимівлі в Центральній та Південній Африці. Але якщо бути точним, то в поняття ареалу, треба включати й перелітні шляхи мігруючих птахів.

Класичний приклад розмноження звичайного вугра дає уявлення, яким великим може бути ареал у тварин. Дорослі вугри з прісних водойм Європи йдуть на нерест у Саргасове море. Після розмноження вони відмирають, а до Європи повертаються їхні личинки, які дрейфують теплою течією Гольфстрім трохи більше двох років. Біля берегів Європи личинки перетворюються в молодих особин, які розселяються у прісних водоймах континенту і перебувають там до досягнення статевозрілого віку (на 7-8-му році життя). Таким чином, весь простір від Саргасового моря до Європи і прісноводні континентальні водойми входять до ареалу вугра.

Отже, **ареалом** можна назвати частину земної поверхні (території або акваторії), в межах якої поширений і проходить повний цикл свого розвитку та чи інша систематична категорія організмів (вид, рід, родина і т. д.) або їх угруповань.

Ареали за своєю формою можуть бути *суцільними та переривистим*

(диз'юнктивним), мозаїчними та мереживними, або стрічковими.

Суцільний ареал — це такий, що не переривається ніякими особливими фізико-географічними, біологічними чи іншими перешкодами. Такий тип ареалу характерний для видів-убіквістів, які пристосовуються до будь-яких умов. Наприклад, ареал хатньої мухи, таргана, сірого пацюка, кульбаби, подорожника та деяких інших видів простягаються майже по всьому світу.

Диз'юнктивний ареал характеризується тим, що простір, який займає вид, розпадається на декілька відокремлених територій, настільки віддалених, що обмін насінням, спорами та рухомими організмами повністю неможливий. Наприклад, такий ареал відомий у зайця-біляка, який населяє Європу, острови Ісландії, Ірландію та північну частину Великобританії й інші території. Класичним прикладом переривистого ареалу є блакитна сорока, яка мешкає на Далекому Сході та на Піренейському півострові.

Мозаїчний ареал складається з невеличких територій, що за своїми умовами сприятливі для життя організмів. *Мереживний ареал*, навпаки, включає в себе території, що не заселені організмами через несприятливі умови.

У деяких видів у межах їхнього ареалу можна виділити території, де спостерігається концентрація організмів, групи яких до певної міри відокремлені одна від одної. При достатній ізоляції цих груп та деяких інших характеристиках саме вони можуть бути названі популяціями.

Популяцією називають сукупність особин одного виду, які здатні до вільного схрещування, протягом тривалого часу (великої кількості поколінь) населяють певний простір (територію), а також вона відділена від сусідніх подібних сукупностей особин тими чи іншими формами ізоляції.

Популяція характеризується багатьма ознаками. Вона має «біологічні особливості», що властиві кожному організму, який входить до її складу, та «групові особливості», які є унікальними характеристиками, що виникають тільки за умов утворення сукупності організмів. Для популяцій як еколого-біологічного явища характерні певні ознаки (показники): чисельність, щільність, народжуваність, смертність, виживання та ряд структур (просторова, вікова, статева, генетична та ін.).

2. Динамічні та статичні показники популяцій

Усі характеристики популяції можуть бути поділені на динамічні та статичні показники. Безсумнівно, все в природі змінюється до певної міри, але в порівнянні такий поділ можливий. Наприклад, чисельність, щільність, народжуваність, смертність та виживання можуть інколи дуже сильно змінюватися, а структури популяції (просторова, вікова, статева, генетична та етологічна) — більш-менш постійні протягом тривалого часу.

Чисельність. *Чисельність* — це кількість особин, з яких складається популяція. Вона може бути більш-менш постійною або різко змінюватися в різні сезони чи протягом декількох років. За оптимальних умов середовища чисельність організмів, як правило, змінюється не так різко, як при нестабільних та часто несприятливих умовах життя. Чисельність великих організмів часто визначають прямим підрахунком. Підрахувати всю кількість дрібних організмів у популяції досить важко. Тому в екології для кількісної

характеристики популяції дрібних організмів застосовують показник щільності популяції.

Щільність. *Щільність популяції — це співвідношення чисельності організмів популяції до одиниці площі чи об'єму простору.* Зазвичай її визначають числом особин або біомасою популяції на одиницю площі або об'єму. Наприклад, 150 сосен на 1 га соснового бору, 8 млн синьо-зелених водоростей на 1 м³ води, 20 кг лося на 1 км² угідь або 200 г планктону на 1 м³ води.

Розрізняють *середню* та *екологічну* (чи *специфічну*) щільність. Середня щільність означає число особин (або біомаси) на одиницю всього простору. Екологічна щільність — число особин (або біомаси) на одиницю заселеного простору. Організми за певних умов простору можуть концентруватися у відповідних частинах ареалу. При цьому середня щільність популяції незмінна, а екологічна — може сильно відрізнятися в різних частинах простору.

Народжуваність. Народжуваність — це кількість особин популяції, що народилися за одиницю часу.

Кожний організм має свої фізіологічні можливості розмноження (плодовитість), але за різних умов (у тому числі й екологічних) вони реалізуються по-різному. Тому для кожної популяції в певні періоди існує свій показник народжуваності. У перенаселених популяціях народжуваність, як правило, зменшується, і навпаки, коли щільність популяції менша від оптимальних показників, народжуваність може зростати. Чим більша народжуваність, тим скоріше збільшується чисельність організмів у популяціях. Але немає вічноживих організмів — рано чи пізно вони гинуть чи відмирають, звільняючи місце для нащадків. Тобто для популяцій характерна певна смертність організмів.

Смертність. Різні організми (навіть одного виду) мають різну тривалість життя. В ідеальних (оптимальних) умовах живі організми можуть жити досить тривалий час, чого вони не демонструють у природних умовах. Так, наприклад, звичайна ропуха в умовах невірного утримання може прожити до 26 років, в той час як у природі вони рідко переживають 6-річний вік. Це означає, що фізіологічно організми можуть жити довше, ніж вони живуть у певних умовах природного середовища. Саме несприятливі умови навколишнього середовища (абіотичні та ряд біотичних, зокрема, хижаки, паразити тощо) не дають організмам можливості дожити до свого максимального віку. Тому в популяції спостерігається певна смертність організмів. *Смертність — це кількість організмів популяції, які вмирають чи гинуть за різних причин в певний проміжок часу.*

Смертність як показник популяції може змінюватися за різних причин. Вона може зрости при різкій зміні оптимальних умов існування на екстремальні, при збільшенні щільності популяції і навпаки. Порівнюючи величини народжуваності та смертності, можна передбачити темпи зміни чисельності в популяції. Якщо смертність буде перевищувати народжуваність, то популяція буде зменшуватися чисельно. При однакових величинах смертності і народжуваності популяція буде мати стабільну чисельність. Коли ж

народжуваність буде перевищувати смертність, то популяція зростатиме чисельно.

Переміщення організмів. Поруч з народжуваністю та смертністю організмів розселення, або переміщення, визначає характер росту популяції та її щільність. Розрізняють три типи переміщення організмів: еміграцію, імміграцію та міграцію. *Еміграцією* називають масове виселення організмів з певної території (популяції) внаслідок перенаселення чи інших причин. Зворотний процес — вселення організмів на певну територію чи в популяцію — називають *імміграцією*. Регулярні та спрямовані переміщення організмів (туди і в зворотному напрямку) з однієї території на іншу називають *міграціями*.

Здебільшого деяке число особин постійно іммігрує в популяцію або емігрує з неї. Зазвичай це слабо відбивається на популяції в цілому (особливо якщо популяція має значні розміри) оскільки переміщення або врівноважують одне одного, або компенсуються змінами народжуваності та смертності. Однак коли розселення має масовий характер і здійснюється швидко, це сильно відбивається на популяції. Характер розселення особин великою мірою залежить від різноманітних перешкод і від вродженої здатності дорослих особин або зародкових форм до переміщень, яку називають *вагільністю* (рухливістю). Розселення є засобом захоплення нових або звільнених територій і встановлення збалансованого різноманіття. Воно служить також одним з факторів, що сприяє потоку генів та видоутворенню.

Розселення істотно залежить від природних перешкод, а також від вагільності, тобто вродженої здатності організмів до переміщень. Рухомість багатьох видів набагато більша ніж ми гадаємо. Здатність птахів та комах «влизати всюди» добре відома, хоча фактично значно більшою здатністю до розселення характеризуються рослини і більш дрібні тварини. Дослідження завислих у повітрі форм («повітряний планктон») дало змогу зрозуміти, що не тільки спори, насіння і мікроорганізми, але й тварини, наприклад, павуки, здатні перелітати на багато кілометрів, прикріпившись до власної павутини.

Вікова структура. Вікова структура популяції є її важливою характеристикою, яка чинить вплив як на народжуваність, так і на смертність. Співвідношення різних вікових груп популяції визначає її здатність до розмноження в цей проміжок часу та показує, чого можна очікувати в майбутньому. Зазвичай у популяціях, які швидко зростають, значну частку становлять молоді особини, у стабільних популяціях розподіл вікових груп більш рівномірний, а в популяціях, для яких характерне зменшення чисельності, — переважають особини старшого віку.

Однак вікова структура популяції може змінюватися і без зміни її чисельності. Для кожної популяції характерна деяка «нормальна», або стабільна, вікова структура, до якої спрямована зміна її реальної (дійсної) вікової структури. Як тільки досягається стабільна вікова структура, нехарактерне збільшення народжуваності або смертності викликає її тимчасову зміну, після чого відбувається спонтанне повернення до стабільного стану.

Статева структура. Важливим фактором зміни чисельності популяції є співвідношення особин різної статі, або статеву структуру популяції. Статеве

розмноження характерне для більшості видів організмів. Хоча існує багато таких видів рослин та безхребетних тварин, які розмножуються цим шляхом дуже рідко. Еволюційне походження та селективна перевага статевого розмноження, як і раніше, залишається однією з головних проблем у біології. Статевий процес дає змогу генам, що становлять генофонд популяції, в кожному новому поколінні змішуватися і утворювати різноманітні нові комбінації. Генетична мінливість як така створюється саме під час статевого розмноження. Потенційна швидкість еволюції популяції зі статевим розмноженням вища, ніж в організмів, які розмножуються безстатевим шляхом, оскільки у випадку статевого розмноження одна особина може накопичувати певну сукупність сприятливих мутацій.

У популяціях багатьох видів роздільностатевих організмів співвідношення самців та самиць приблизно однакове. Співвідношення організмів різної статі визначається за часткою самців. Для більшої точності розрізняють співвідношення на момент запліднення (первинне співвідношення) та в кінці періоду батьківської турботи (вторинне співвідношення). Співвідношення особин різної статі, які щойно набули самостійності, але ще не розмножуються (напр., пташенята, що вилетіли з гнізда), називають третинним, а у дорослих особин, що розмножуються, — четвертинним співвідношенням.

Більшість видів комахоїдних та хижих птахів, а також хижих ссавців *моногамні*, оскільки шлюбну пару утворюють один самець та одна самиця. У подібних випадках обоє батьків беруть участь у вихованні нащадків.

Полігамія — це така система шлюбних стосунків, при якій одна особина вступає в шлюбний зв'язок з більш як одним представником протилежної статі. Розрізняють два типи полігамії, залежно від того, яка стать підтримує множинні зв'язки. У деяких видів птахів, наприклад, один самець має одночасно шлюбні зв'язки з двома або більшою кількістю самиць (полігінія). Набагато рідше зустрічається *поліандрія*, в процесі якої одна самиця підтримує шлюбні відносини з більше, ніж одним самцем. Поліандрія, ймовірно, спостерігається іноді у птахів (якани, пастушкові та тінамові). Нарешті, ідеальна структура шлюбних відносин (або, можливо, правильно буде сказано — відсутність таких) — це проміскуїтет, коли будь-яка особина має однакову можливість схрещування з будь-якою іншою особиною. Справжній проміскуїтет в більшості випадків малоімовірний і, можливо, не існує. Частково до нього наближені деякі види багатоцвітних червів та морські лілії, які випускають свої гамети просто в море, або наземні вітрозапильні рослини, тобто такі, організми, гамети яких переносяться морськими течіями або вітром. Однак навіть у таких організмів, що ведуть прикріплений спосіб життя, можуть траплятися різноманітні форми хімічної дискримінації гамет і відповідно — перевага при заплідненні.

Етологічна структура популяцій. Етологічна структура популяцій тварин — це система взаємовідносин між її особинами. Особи різних видів притаманний поодинокий або груповий спосіб життя. В першому випадку особи популяції більш-менш відокремлені просторово і збираються групами лише на період розмноження (скорпіони, більшість видів павуків, тетеруки,

качка-крижень тощо).

Груповий спосіб життя пов'язаний з утворенням постійних родин, колоній, табунів, зграй тощо.

Родинний спосіб життя пов'язаний з підсиленням зв'язків між батьками та нащадками (напр., у тигрів молоді особини тримаються біля матері до 2-3 років). Родина — група особин, в якій разом мешкають батьки і діти, причому перші піклуються про останніх. Прикладом родин особливого типу можуть бути суспільні комахи (терміти, мурашки, медоносна бджола, джмелі, деякі оси). У їхніх гніздах мешкають особини різних поколінь, які відрізняються за будовою та функціями (касти).

Колонії тварин — це групові оселення. Вони можуть утворюватися внаслідок того, що дочірні особини залишаються сполученими з материнською (губки, поліпи кишковопорожнинних тощо). В інших випадках колонії становлять певні скупчення особин, які оселяються разом (берегова ластівка, дикий кріль, бабаки тощо).

Зграї — тимчасові рухомі угруповання тварин (сарана, горобці, вовки тощо). На відміну від зграй, табунів — це більш-менш постійні групи тварин (китоподібні, мавпи, копитні тварини та ін.). Для зграй, і особливо табунів, характерна складна система зв'язків, яка може проявлятися у вигляді ієрархії серед особин.

Ієрархія — це система поведінкових зв'язків між особинами в зграї або табуні, яка визначає їхній доступ до їжі, розмноження тощо і проявляється в особливостях поведінки. Зокрема, в зграях та табунах визначаються лідери — ватажки, дії яких спрямовані на керування угрупованням, підпорядкування собі інших особин. Внаслідок цього зграї чи табуні функціонують як єдине ціле.

При найбільш складних формах етологічної структури кожна особина займає певне становище (ранг), яке визначає її права та обов'язки, домінування над особинами, що займають нижчий ранг. Часто ранг особин визначається в ході сутичок між ними.

Спільне існування організмів у вигляді родин, колоній, зграй, табунів дає можливість краще пристосуватись до умов існування (захист від ворогів, ефективне використання харчових ресурсів, розмноження, краще виживання молоді тощо). У групах тварин краще відбуваються процеси навчання, утворення умовних рефлексів.

Контрольні запитання

1. Що таке популяція? Чим пояснюється існування виду у формі популяцій?
2. Якими показниками характеризується популяція?
3. Що таке структура популяції? Які її види?

Теми для доповідей, рефератів

1. Популяції та їхні основні параметри.
2. Структура популяцій.
3. Етологія популяцій.

Література

1. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч.

посібн. – К.: Каравела, 2006. – 368 с.

2. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. – 3-тє вид., стер. – К.: Вища шк., 2005. – 382 с.: іл.

3. Малимон С.С. Основи екології. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2009. – 240 с.: іл.

Лекція 5

Тема: Поняття про біоценоз, екосистеми та біогеоценоз. Структури біогеоценозів.

Мета: визначити поняття про біоценоз, екосистеми, вміти надавати характеристику просторової, видової, трофічної структури.

План

1. Визначення поняття про біоценоз, екосистеми та біогеоценозу.
2. Просторова структура біогеоценозів.
3. Видова та трофічна структура біогеоценозу.
4. Екологічні піраміди, поняття про екологічну нішу.

1. *Визначення поняття про біоценоз, екосистеми та біогеоценозу*

До цього часу ми розглядали ті фактори середовища, з якими зустрічається будь-який організм, організацію життя на рівні популяції, визначили закономірності її росту та регуляцію її чисельності. Але цим не вичерпуються всі необхідні умови життя. Життя на Землі можливе тільки в певних системах. Вивчення закономірностей розвитку, становлення та функціонування таких систем вивчає третя складова частина екології — синекологія, або біоценологія. Синекологія як окрема частина екології була виділена на Міжнародному ботанічному конгресі у 1910 році. Термін запропонував швейцарський ботанік К. Шрьотер (1902).

Поняття про біоценоз. Біосфера в цілому не є однорідною. В її межах добре виражені географічні та ландшафтно-географічні зони. Якщо навіть взяти будь-яку з них, наприклад, лісову зону, що займає невелику частину нашої країни, то стане зрозумілим, що і цей простір, у свою чергу, з екологічної точки зору далеко не однорідний. У межах кожної зони можна зустріти більш-менш великі однорідні ділянки території, подібні щодо клімату, рельєфу, ґрунтів, рослинного та тваринного світу. Такі *однотипні за своїм характером ділянки місцевості мають в екології назву біотопів.*

До біотопу зазвичай належить та чи інша кількість видових популяцій, які знаходять тут достатньо сприятливі умови для свого постійного або сезонного існування. Видові популяції, що мешкають в одному і тому самому біотопі, співіснують одна з одною і утворюють складний біотичний комплекс. Таким чином, до однієї території належить складний комплекс видових популяцій та екологічного середовища, які не просто механічно співіснують, а певним чином узгоджено функціонують, утворюючи біоценоз. *Біоценоз — це біологічна система, що становить сукупність популяцій різних видів рослин, тварин та*

мікроорганізмів, які населяють певний біотоп.

Поняття екосистеми. Сьогодні концепція екосистеми належить до найбільш важливих теоретичних узагальнень екології. Поняття *екосистеми* було сформульовано в 1935 р. англійським ботаніком А. Тенслі.

Екосистемою можна називати будь-який природний комплекс, починаючи зі Світового океану та великого озера, аж до акваріума з тропічними рибками, рослинами і молюсками або від всієї зони лісів та великого лісового масиву до гнилого пня в лісі. Інтеграція усіх екосистем світу становить гігантську екосистему Землі — біосферу.

Але не всяка комбінація «життя — довкілля» є екосистемою. За Ю. Одумом (1975), екосистемою можна називати тільки ті об'єднання життя з навколишнім середовищем, які характеризуються певною стабільністю та мають чіткий внутрішній кругообіг речовин. Хоча в розумінні деяких зарубіжних та вітчизняних екологів екосистема охоплює простір будь-якої протяжності та розмірності — від краплини ставкової води, акваріума до океану і всієї поверхні планети.

Отже, *екосистема — це сукупність різних видів рослин, тварин та мікроорганізмів, які взаємодіють один з одним та навколишнім середовищем таким чином, що вся ця сукупність може зберігатися невизначено довго.*

Поняття біогеоценозу. Ідея існування життя в певній формі об'єднання була розвинута далі, і в 1940 р. з'являється робота академіка В.Н. Сукачова, в якій він вперше висловив думку про існування в природі біогеоценозів. Великий вплив на формування вчення мала концепція біосфери та біохімічної ролі організмів В.І. Вернадського.

Аналізуючи закономірності, які керують лісовими природними комплексами, Сукачов дійшов висновку, що в природі існують не просто біоценози, системи, які об'єднують органічні угруповання з абіотичними умовами, прив'язаними до певної території, що називається екотопом. Єдність біоценозу, екологічних умов та екотопу становить комплекс, який Сукачов запропонував назвати біогеоценозом. Хоча назва дещо громіздка, але вона правильно підкреслює двоєдиний характер цього комплексу. Принципово важливою властивістю біогеоценозу, що відрізняє його від простого накопичення організмів, є наявність глибоких взаємних зв'язків між усіма основними його компонентами. Це знайшло відображення в такому визначенні біогеоценозу, яке було сформульоване самим В. Сукачовим: *«Біогеоценоз — це сукупність на відомому проміжку земної поверхні однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, ґрунту, гідрологічних умов, рослинності, тваринного світу та світу мікроорганізмів), що має свою, особливу специфіку взаємодії цих складових її компонентів та певний тип обміну речовин та енергії їх між собою та іншими явищами природи і, яка становить внутрішньо суперечливу діалектичну єдність, що перебуває в постійному русі, розвитку»*

Свої уявлення про структуру біогеоценозу Сукачов висловив у схемі, відповідно до якої двома основними компонентами біогеоценозу є, по-перше, екотоп, що включає в себе кліматоп (тобто клімат, або усі абіотичні фактори) та едафотопі (ґрунт), а по-друге, біоценоз, куди входять фітоценоз, зооценоз та

мікробіоценоз (рис. 2).

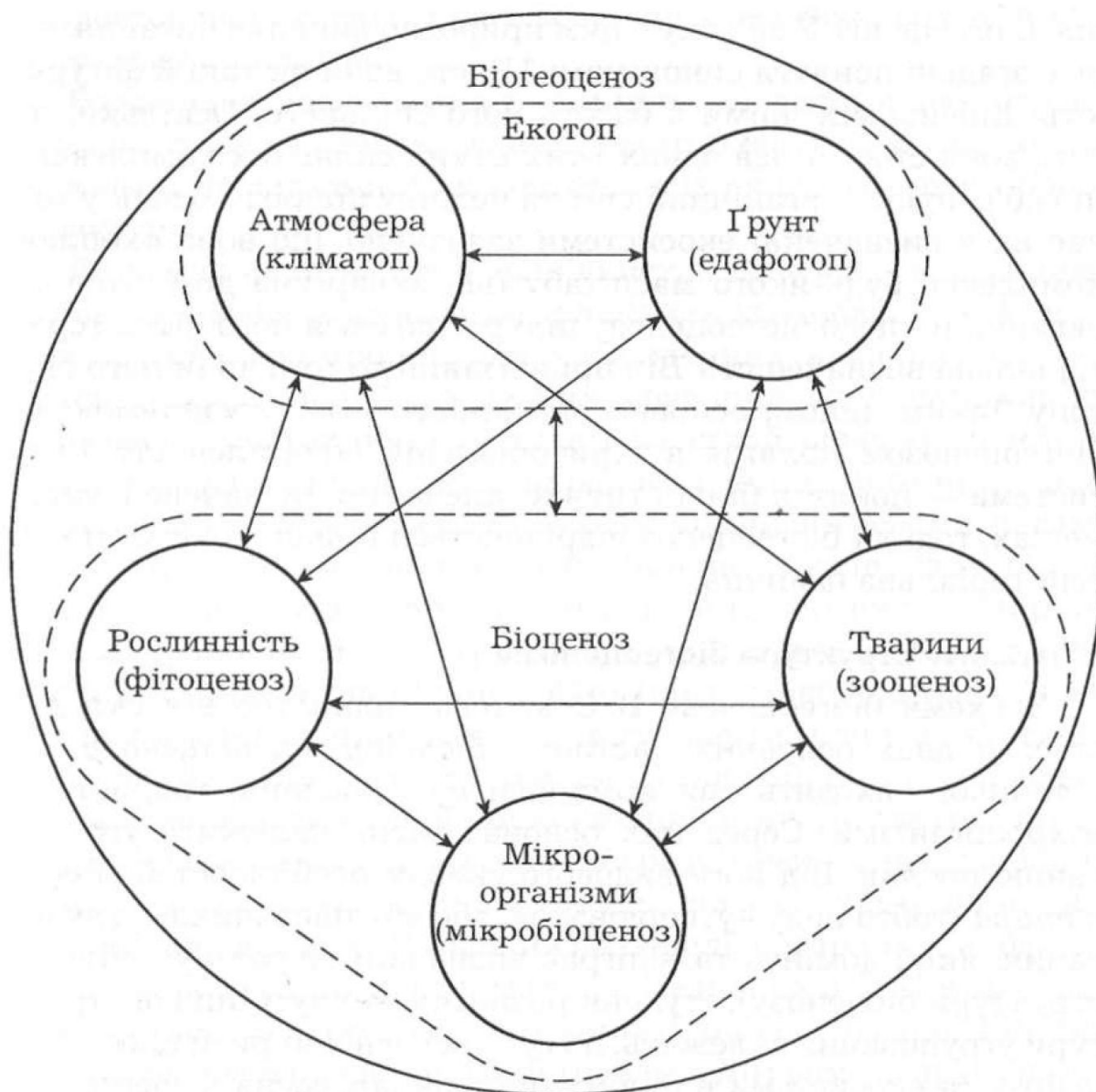


Рис.2 Структура біогеоценозу

З тих пір, коли була запропонована ця схема, пройшло багато часу, а тому вона потребує деяких уточнень. Територію, до якої прив'язаний біогеоценоз, зараз часто називають біотопом, оскільки цей термін вже давно застосовується в екології і відповідає певному змісту.

У визначенні, яке розглядається, не вказано, що біогеоценоз є комплексом не окремих організмів, а видових популяцій.

Таким чином, у теоретичній екології з'явилося два принципово важливі узагальнення: концепція екосистеми і вчення про біогеоценоз. У зв'язку з цим природно виникає питання: чи не є згадані поняття синонімами? Часто вони як такі й фігурують. Дійсно, між ними є багато чого спільного. Оскільки, по суті, вони стосуються одних і тих самих складних комплексів, що об'єднують органічний світ та неживу природу, однак у той час як у визначенні екосистеми

зазначено, що вона охоплює комплекси будь-якого масштабу (від акваріума до Світового океану), то щодо біогеоценозу підкреслюється його чітка територіальна визначеність. Він прив'язаний до того чи іншого біотопу. Таким чином, основна відмінність між екосистемою та біогеоценозом полягає в територіальній оформленості. Екосистема — поняття більш гнучке, але менш визначене в своїх межах, тоді як біогеоценоз відрізняється більшою чіткістю як територіальна одиниця.

2. *Просторова структура біогеоценозів*

Зі схеми біогеоценозу В. Сукачова видно, що він складається з двох основних частин — *біотопу* та *біоценозу*. До останнього входять три компоненти — рослини, тварини та мікроорганізми. Серед них основне місце належить угрупованню рослин. Від його видового складу, особливостей *едифікатора* (тобто виду «утворювача», або «будівельника» угруповання, який домінує та відіграє визначальну роль у побудові структури біоценозу), ступеня розвитку та внутрішньої структури угруповання залежать, по суті, всі основні риси цього біоценозу та екосистеми в цілому (наприклад, сосна в сосновому лісі). Рослинне угруповання становить фундамент біологічної макросистеми, тоді як тваринне населення є тільки, так би мовити, надбудовою, яка, між іншим, тісно взаємодіє з рослинністю за принципом зворотного зв'язку.

Отож, біогеоценоз (біоценоз), як будь-яка система, характеризується певними структурами. В екології прийнято виділяти такі структури біоценозу: просторову, видову та трофічну.

Просторова структура. Кожна екологічна система займає певний простір у біосфері. Але організми в цьому просторі розміщуються не довільно, а структуровано. Це означає, що в згаданому просторі є певні закономірності прояву екологічних факторів, які в певних дозах люблять ті чи інші організми. У просторовій структурі слід розрізняти вертикальну та горизонтальну її складові.

Важливою властивістю у формуванні просторової структури не тільки фітоценозу, а й усього біоценозу є *ярусність* (надземна та підземна) як вертикальна складова просторової структури.

Вона має місце навіть у трав'янистих ценозах, але особливо добре виражена в дерево-чагарникових угрупованнях. У деяких складно скомпонованих насадженнях нараховують 5-6 ярусів, у тому числі 2-3 деревних, ярус підліску із чагарників, 1-2 яруси — чагарників та трав і на самій поверхні землі — яруси моху та лишайників. До одного і того самого ярусу відносять види, подібні за своїми екологічними потребами, насамперед щодо світла й тіні. Чим більше ярусів, тим більш різноманітним буде біоценоз. Розрізняють деревний, чагарниковий, трав'янистий та ґрунтовий яруси, які, в свою чергу, можна розділити на більш дрібні (ярус стовбурів, ярус крон дерев тощо). Якщо, наприклад, розглянути біоценоз стиглого змішаного соснового бору, то в цьому рослинному угрупованні сосна утворюватиме перший найвищий ярус. До другого ярусу відносять низькорослі дерева — березу, клен, осіку, горобину та ін. Третій ярус становитимуть високі чагарники, як, наприклад, ліщина. Більш низькорослі чагарники входитимуть до четвертого ярусу (малина, ожина та ін.).

П'ятий ярус формується за рахунок чагарників (чорниці, багно). Шостий ярус може бути представлений травами. До сьомого ярусу належать мохи та лишайники.

Ярусність продовжується і в ґрунті. Це так звана підземна ярусність. Вона створюється завдяки різним типам та величині кореневої системи різних видів рослин. До коренів різних видів рослин теж тяжіють різні види організмів. На коренях бобових рослин утворюються кореневі бульбашки, де оселяються азотфіксуючі мікроорганізми. У певних видів шлягікових грибів утворюється мікориза з коренями певних видів рослин, дерев (підвишенки, підберезники, підосичники, білий гриб тощо).

Горизонтальна складова просторової структури біогеоценозу/біоценозу визначає територіальність екосистеми та її межі.

У більшості випадків окремі рослинні угруповання чітко взаємно розрізняються за сукупністю зовнішніх ознак, як, наприклад, сосновий бір і темний ялиновий ліс. Кожний такий комплекс прив'язаний до певного простору з особливими умовами росту, наділений відповідними функціями та структурою, так що є всі підстави вважати, що він достатньо чітко окреслений у своїх кордонах. Іншими словами, біоценоз принаймні щодо рослинного угруповання повинен мати певні межі. Однак насправді це питання значно складніше. Одні рослинні угруповання мають цілком дискретний характер, і кордони між ними досить чіткі. Такі, наприклад, лінійні межі між сусідніми лісами та ланами. Але в багатьох інших випадках, а вони навіть переважають, у природі спостерігають не різкі, а поступові переходи одного угруповання в інше, які відбуваються в міру змін умов росту та складу рослинності. У такому випадку встановити межі між рослинними угрупованнями дуже важко, а часом навіть неможливо.

Тут доводиться виявляти не лінійні кордони, а певні перехідні смуги, що з'єднують (або роз'єднують), без сумніву, різні угруповання. При цьому треба мати на увазі, що, якими б не були ці перехідні смуги, вони завжди поступаються за площею основній частині угруповання і ніколи не перевищують її.

Якщо територіальне розмежування рослинних угруповань настільки складне, то це завдання є ще складнішим щодо тваринних угруповань. Для існування дрібних та малорухомих видів за багато обмеження простору самою рослиною чи її частиною, які служать місцем помешкання для них, як, наприклад, попелиці та подібні до них види комах. Таке мініатюрне біотичне угруповання становить якусь частину всього біоценозу і не виходить за його межі. Але велика кількість інших компонентів біоценозу відрізняються високою рухомістю і постійно потребують життєвих ресурсів, що розподілені (розпорошені) в різних біотопах. Так, хижі та деякі інші ссавці та птахи виводять нащадків та здобувають їжу в різних, іноді досить віддалених одна від одної місцевостях, зовсім не схожих за екологічними умовами. Це особливо видно в лісостепових дібровах, де шуліки, орли-карлики, соколи-балобани, а також сірі чаплі та білі лелеки гніздяться в кронах вікових дубів та лип, але годуватися літають на навколишні поля, степові яри, річкові заплави, на

водосховища та інші біотопи. В усіх подібних випадках межі біоценозів набувають дещо умовний характер, навіть там, де вони гранично чітко виражені у локальних рослинних угрупованнях.

Перехід від одного біоценозу до іншого може бути більш- менш різким. Однак в усіх випадках існує перехідна зона, яка за наявності великих біотопів може охоплювати декілька десятків кілометрів (така перехідна зона між смугою хвойних (шпилькових) лісів у Канаді та північноамериканською прерією), а у випадку невеликих біоценозів — становити всього декілька метрів. Перехідну зону називають екотопом. До нього відносять, наприклад, болотні простори, що знаходяться між ставком та наземними формаціями, які його оточують, зарості чагарників, що відділяють ліс від поля. Фауна екотопів і щодо видів, і чисельно більш багата за фауну сусідніх біоценозів, тому що тут тією чи іншою мірою відбувається змішування видів.

3. Видова та трофічна структура біогеоценозу

Видова структура. Без сумніву, біоценотична роль усіх функціональних груп організмів в екосистемі неоднакова. Вона окрім усього іншого, визначається чисельністю різних активних компонентів. Тому серед живих компонентів біоценозу розрізняють домінуючі, впливові види. Серед рослин ми вже визначили види-едифікатори. Серед тварин до впливових груп відносять, по-перше, хоча й дрібних, але найбільш масових видів тварин, таких як мишоподібні гризуни, саранові, кровососні комарі та ін. По-друге, до впливових членів біоценозу належать нечисленні, але особливо великі та діяльні тварини, такі як хижаки, копитні тощо, які спричиняють відчутний вплив на угруповання.

Отже, видове різноманіття та чисельність кожного виду мають велике значення для функціонування екосистеми. Власне кількість видів та розподіл числа особин або їхньої біомаси між видами, тобто ступінь рівномірності (нерівномірності) розподілу, становлять *видову структуру біоценозу*.

Трофічна структура. Загальновідомо, що вся різноманітність прояву життя на Землі супроводжується перетворенням енергії, хоча енергія при цьому не створюється та не знищується (1-й закон термодинаміки, енергія може переходити з однієї форми в іншу, але не створюється заново та не зникає). Енергія, отримана завдяки сонячному випромінюванню поверхнею Землі, врівноважується енергією, що випромінюється з поверхні Землі у вигляді невидимого теплового випромінювання.

Сутність життя полягає в безперервній послідовності таких змін, як ріст, самовідтворення та синтез складних хімічних сполук. Без переносу енергії, що супроводжує всі ці зміни, не було б ні життя, ні екологічних систем.

Як раніше було встановлено (за визначенням Сукачова), в біогеоценозі повинен здійснюватися певний тип обміну речовиною та енергією між компонентами, що входять до його складу. Тяжко собі уявити існування рослиноїдних тварин без рослин, або інших живих організмів без взаємодії з рядом живих організмів. Найголовніша взаємодія між живими організмами — це трофічні зв'язки, тобто поїдання одних організмів іншими. Вони

забезпечують перенос енергії їжі від її джерела — зелених рослин — через ряд організмів. Трофічні зв'язки — це форма взаємодії між популяціями в біоценозі, яка проявляється в харчуванні особин одного виду за рахунок живих особин інших видів, продуктів їхньої життєдіяльності або їхніх мертвих залишків. Організація угруповання, що базується на трофічних взаємовідносинах популяцій, називається *трофічною структурою біоценозу*.

Трофічна структура біоценозу передбачає існування принаймні трьох різних груп організмів, які забезпечують перенесення речовини та обмін енергією в ньому. Цим трьом групам організмів відповідають три складові частини біоценозу: *продуценти* — фітоценоз; *консументи* — зооценоз; *редуценти* — мікробоценоз.

Трофічні ланцюги та мережі. Трофічна структура біоценозу базується на зв'язках між організмами, які мають певну послідовність і нагадують собою ланцюги. Тому в екології розрізняють трофічні, або харчові, ланцюги. *Трофічний ланцюг — це послідовність зв'язків організмів в екосемі, що будується на харчовій залежності одних видів від інших щодо переносу речовин та енергії.* Прикладом трофічного ланцюга може бути така схема: трава —> заєць —> лисиця —> беркут —> кліщ —> паразити кліща. Залежно від того, з якого організму починається трофічний ланцюг, розрізняють два їх типи: пасовищні (або ланцюги виїдання) та детритні (ланцюги розкладання). Перші починаються з зелених фотосинтезуючих рослин, а другі — з детриту та мікроорганізмів. Принципова різниця між ними полягає в тому, що зелені рослини ростуть, розмножуються, синтезують органічні сполуки і накопичують у своїй масі сонячну енергію, а мікроорганізми детритних ланцюгів черпають енергію з органічних речовин у процесі їхнього розкладання.

Існування ланцюгів живлення в чистому вигляді в природі неможливе, оскільки це передбачає існування ряду видів тварин вузько спеціалізованих за харчуванням (стенотрофів). Якби, виходячи із вищезазначеного прикладу, всі ланки трофічного ланцюга харчувалися тільки тими організмами, з яких він складається, то навряд чи такий ланцюг зміг би довго існувати в природі. Взимку трава не росте, отож, зайці б загинули, якби вони не могли харчуватися іншими кормами (кора та тонкі гілки дерев, сіно тощо). Так само й лисиці в разі зникнення зайців не вижили б, якби не могли харчуватися іншою жертвою або рослинними кормами.

Тому для забезпечення надійності існування більшості організмів потрібен широкий спектр харчування (живлення). Це означає, що вони одночасно є ланками декількох трофічних ланцюгів. Отже, реально в природі існують не окремі трофічні ланцюги, а їхнє плетиво, чи трофічні мережі. Завдяки трофічним мережам речовина та енергія проходять через біоценоз.

Продуценти, консументи та редуценти. Біоценози об'єднують угруповання різноманітних організмів за систематичним положенням, фізіологією і багатьма іншими різними ознаками. Однак трофічна структура біоценозу, незважаючи на це, передбачає наявність у ній трьох екологічних груп організмів: продуцентів, консументів та редуцентів. Отож, якими б організми не були за своєю природою, до яких би трофічних мереж не входили, але все одно

в екосистемі вони належать до однієї з названих груп, що виконують певну екологічну функцію в біоценозі.

Так, до *продуцентів відносять автотрофні (фото- або хемосинтезуючі) організми, які здатні синтезувати складні органічні речовини з простих органічних сполук*. Основними продуцентами в наземних та водних екосистемах є зелені рослини.

Консументами називають організми, які живляться готовою органічною речовиною, тобто такі, що підтримують своє існування за рахунок перетворення речовин, вироблених продуцентами. До них відносять тварин, більшість мікроорганізмів, частково комахоїдних рослин. Залежно від того чим харчується консумент розрізняють консументів декількох порядків. *Консументи 1-го порядку* живляться продуцентами, тобто в основному зеленими рослинами (рослиноїдні, травоїдні тварини). *Консументи 2-го порядку* живляться консументами 1-го порядку. Це м'ясоїдні тварини (комахоїдні, рибоїдні, хижі тварини). *Консументи 3-го порядку* існують за рахунок поїдання консументів 2-го порядку (хижаки хижаків), як, наприклад, беркут полює на лисиць, рибоїдний хижий птах скопа ловить щук, які теж є хижими тощо. У хижаків є паразити, які харчуються за рахунок перших. Таких паразитів відносять до *консументів 4-го порядку*. А за рахунок *консументів 4-го порядку* живляться консументи *5-го порядку* (паразити паразитів). Розподіл консументів на порядки різного рангу досить умовний. Один і той самий вид у цьому біоценозі може бути віднесений до консументів різних рівнів. Якщо, наприклад, скопа живиться щукою, то вона посідатиме в екосистемі рівень «хижак хижак», або консумента 3-го порядку. В разі харчування нехижими рибами, скопа посідатиме рівень консумента 2-го порядку. Лисиця, яка живиться влітку ягодами, займає рівень консумента 1-го порядку, коли ж вона взимку полює на мишей, то тоді — рівень консумента 2-го порядку.

У *групу редуцентів, або деструкторів, входять такі організми, які розкладають мертву органічну речовину та перетворюють її в неорганічні сполуки, що легко засвоюються іншими організмами*. Сюди належать бактерії, гриби, з тварин — сапрофаги (ті, що харчуються органічною речовиною мертвих тіл або екскрементами інших тварин: жуки-мертвоїди, кожеїди, гнойовики, личинки деяких мух, дощові черв'яки, донні бокоплави, раки, гієни, грифи, ворони та ін.), копрофаги (харчуються екскрементами головним чином ссавців: жуки гнойовики, личинки багатьох двокрилих та ін.), некрофаги (харчуються мертвими тваринами, головним чином хребетними: жуки-могильники, гнойовики, грифи, марабу, гієни, шакали та ін.).

Таким чином, продуценти створюють органічну речовину в екосистемі з простих неорганічних сполук за рахунок сонячної енергії або енергії хімічних зв'язків, чим забезпечують себе всіма необхідними поживними речовинами та енергією (автотрофи). На противагу їм, консументи та редуценти використовують уже готову органічну речовину і запасену в ній енергію для забезпечення своєї життєдіяльності (гетеротрофи).

Належність організмів до тієї чи іншої екологічної групи не є абсолютном. У деяких екосистемах (наприклад, донні біоценози морських

глибин) редуценти є основними продуцентами.

Наявність усіх трьох трофічних груп організмів в екосистемі не є обов'язковою. Прості екосистеми можуть складатися з продуцентів та редуцентів.

4. Екологічні піраміди, поняття про екологічну нішу

Екологічні піраміди. Положення окремих екологічних груп організмів у трофічних ланцюгах та мережах можна відобразити графічно у вигляді пірамід. Такий підхід вперше був запропонований Ч. Елтоном (1927). Він побудував піраміди чисел, біомас та енергії за принципом, відповідно до якого в основі пірамід стоять продуценти, над ними відповідно консументи 1-го, 2-го, 3-го і так далі порядків. Екологічні піраміди Елтона мають вигляд трикутника, закономірно звужуючись до вершини і вказуючи на зниження всіх показників з підвищенням трофічного рівня.

Піраміда чисел відображає розподіл чисельності популяцій у трофічних ланцюгах, основою якої завжди є перший трофічний рівень (продуценти). З переходом до вищих трофічних рівнів — консументів різних порядків — чисельність популяцій знижується. В деяких випадках піраміди чисел можуть бути перевернутими. Наприклад, влітку в лісових екосистемах помірних широт чисельність особин рослин значно менша, ніж їхніх споживачів, зокрема, комах та гризунів.



Рис.3 Піраміда біомаси

Піраміда біомас є графічним відображенням розподілу біомаси продуцентів і відповідно консументів різного порядку. Як правило, біомаса продуцентів більша за біомасу організмів наступного трофічного рівня. Біомаса організмів найвищого трофічного рівня — найменша. Як виняток, у деяких екосистемах піраміди біомас можуть також бути перевернутими, тобто біомаса вищого трофічного рівня перевищує біомасу організмів нижчого рівня. Наприклад, на пасовищі біомаса травоядних більша, ніж біомаса рослин, або в морі біомаса фітопланктону менша, ніж крилю, а біомаса останніх менша, ніж біомаса китів, які харчуються цим зоопланктоном.

Піраміда енергії графічно відображає потік енергії через трофічні рівні.

Ці піраміди завжди звужуються до вершини за умов врахування всіх джерел трофічної енергії в системі. На противагу попереднім пірамідам чисел та біомас, які відображають статику систем, тобто характеризують кількість організмів (чи їхню біомасу) у цей момент, піраміди енергій показують швидкість проходження енергії їжі через трофічний ланцюг відповідно до закону Ліндемана. Піраміда енергії демонструє ту закономірність, що більша частина енергії при передачі з нижчого трофічного рівня на вищий витрачається у вигляді тепла, а запасається лише 10-20%.

Поняття про екологічну нішу. Екологічна ніша — це просторове і трофічне положення виду, яке він займає в біогеоценозі, комплекс його зв'язків з іншими видами і вимог дофізичного середовища існування. Екологічна ніша виду визначається як абіотичними факторами довкілля, так і взаємозв'язками з іншими видами (біоценотичними зв'язками).

Іншими словами, *екологічна ніша — це притаманне кожному виду місце в біогеоценозі, яке є наслідком його взаємодії з абіотичними та біотичними факторами довкілля.* Отже, в біогеоценозі існує стільки ж екологічних ніш, скільки й видів. Чим ближчі екологічні ніші двох видів в одному біогеоценозі, тим гостріша між ними конкуренція. Наслідком такої конкуренції є або витискання одного виду іншим, або зниження її гостроти шляхом розходження вимог обох видів до характеру їжі, просторового розміщення, часу розмноження тощо (наприклад, ярусність у рослинному угрупованні виникає саме з цієї причини).

Сукцесії як зміни угруповань в біоценозах. У біогеоценозах постійно відбуваються зміни, які можуть бути циклічними, пов'язані з періодичністю зовнішніх умов та поступальні, пов'язані з поступовою їх зміною в певному напрямку. Такі зміни можуть призвести до заміни одного біогеоценозу іншим. Спрямовані послідовні заміни в часі одних біогеоценозів іншими називають сукцесією. Сукцесії — це процес саморозвитку біогеоценозів, який відбувається внаслідок взаємодії живих організмів з довкіллям. Причинами сукцесії може бути не тільки зміна умов середовища існування, але й неповнота кругообігу речовин у певному біогеоценозі.

Сукцесії за участю рослинності можуть бути первинними та вторинними. В першому випадку відбувається оселення рослин у тих місцях, де їх раніше не було (наприклад, оселення лишайників на скельних породах або сосни на піщаних дюнах), в іншому — відновлення рослинності після певних пошкоджень біогеоценозу.

Процес сукцесії, як правило, приводить до формування зрілого (клімаксного) біогеоценозу. Зрілий біогеоценоз — це система, яка перебуває у стані рівноваги з фізичним середовищем існування і здатна до саморегуляції і тривалого самопідтримання. Він має високу видову різноманітність, розгалужені ланцюги живлення, розвинені механізми саморегуляції.

Людина з метою отримання сільськогосподарської продукції створює штучні угруповання організмів — агроценози.

Агроценози (від грец. агрос — поле та койнос — загальний) — це зазвичай мало видове угруповання рослин, тварин, грибів та мікроорганізмів, створене

людиною для отримання сільськогосподарської продукції.

Від природних біогеоценозів агроценози відрізняються незначним видовим різноманіттям, слабо розгалуженими ланцюгами живлення, низькою екологічною надійністю, нездатністю до саморегуляції. Внаслідок цього людина повинна постійно втручатись у функціонування агроценозів, для того щоб запобігти небажаним сукцесіям. Періодичне вилучення з агроценозів значної частини продукції визначає неможливість здійснення ними кругообігу речовин і необхідність надходження додаткових поживних речовин (добрив).

Контрольні запитання

1. Що таке біоценоз? Якими показниками він характеризується?
2. Якою може бути структура біоценозу?
3. Що таке біогеоценоз і екосистема?
4. Яка структура біогеоценозу?
5. Які властивості біогеоценозу?
6. Що таке ланцюги живлення? Які типи ланцюгів живлення вам відомі?
7. Що таке харчова сітка?
8. Чому кількість ланок ланцюгів живлення не перевищує 4-5?
9. Що таке екологічна піраміда? Які існують типи екологічних пірамід?
10. З чим можуть бути пов'язані зміни, що відбуваються в біогеоценозах?
11. Що таке сукцесія? Які типи сукцесій за участю рослинності можна виділити?
12. Що таке зрілі (клімаксні) біогеоценози?
13. Що таке агроценози? Чим вони характеризуються?

Теми для доповідей, рефератів

1. Структура біогеоценозу.
2. Порівняльна характеристика біоценозу та екосистеми.
3. Екосистеми та їхня структура й функції. Види екосистем.
4. Екосистеми світу.
5. Екосистеми України.
6. Екологічні піраміди.

Література

1. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. – К.: Каравела, 2006. – 368 с.
2. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М. Ситника. – 3-тє вид., стер. – К.: Вища шк., 2005. – 382 с.: іл.
3. Малимон С.С. Основи екології. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2009. – 240 с.: іл.

Лекція 6

Тема: Зростання масштабів виробництва та його вплив на довкілля. Основні джерела антропогенного забруднення.

Мета: вивчити наслідки світового “демографічного вибуху” та науково-технічної революції; вміти розкривати зв'язок між демографічними проблемами і можливостями біосфери та визначати, як зростання масштабів виробництва впливає на довкілля.

План

1. Визначення наслідків світового “демографічного вибуху”
2. Науково-технічний прогрес і проблеми екології
3. Джерела антропогенного забруднення

На початку ХХІ ст. деякі стійкі й добре відомі тенденції, наприклад, такі як зростання кількості населення, поступове підвищення температури на планеті, падіння рівня ґрунтових вод, скорочення посівних площ на душу населення, зменшення площ лісів, втрата рослинних та тваринних видів та ін., починають формувати майбутнє цивілізації.

Зокрема, передбачуване зростання населення протягом наступного півстоліття може безпосередніше вплинути на розвиток економіки, ніж будь-яка інша тенденція, поглиблюючи майже всі інші екологічні і соціальні проблеми.

Швидке зростання населення Землі отримало назву *демографічного вибуху*. Це явище важко спостерігати на прикладі України, де кількість населення зменшується, і навіть Західної Європи, де воно зростає дуже повільно, але його добре ілюструють дані демографічної статистики Китаю, країн Африки, Латинської Америки, півдня Азії, де населення зростає величезними темпами.

На початку ХХ ст. на Землі жило 1,5 млрд чоловік. У 1950 р., незважаючи на втрати у двох світових війнах, населення зросло до 2,5 млрд, а потім стало щорічно збільшуватися на 70-100 млн осіб. У 1993 р. населення Землі досягло 5,5 млрд осіб, тобто подвоїлося порівняно з 1950 р., а в 2000 р. перевищило 6 млрд. Ще більше зростали потреби людини.

Демографічний вибух супроводжувався вилученням у природи величезних територій під житлові будинки та установи, автомобільні та залізничні дороги, аеропорти, пасовиська та ріллю. Сотнями квадратних кілометрів вирубувались тропічні ліси. Степи та прерії через надмірний випас худоби перетворилися на пустелі.

Водночас із демографічним вибухом відбулася науково-технічна революція. Людина опанувала ядерну енергію, ракетну техніку та вийшла в космос. Виникла реактивна швидкісна

авіація, що руйнує озоновий шар атмосфери. Людина винайшла комп'ютер, створила електронну техніку та синтетичні матеріали. У десятки разів збільшилася кількість автомашин, що забруднюють відпрацьованими газами атмосферу міст. У сільському господарстві, крім добрив, широко

застосовуються різні отрути — пестициди, змивання яких забруднило поверхневі води Світового океану. Отже, першопричинами екологічних проблем були демографічний вибух та науково-технічна революція.

Демографічний вибух та науково-технічна революція призвели до колосального збільшення використання природних ресурсів. Сьогодні в світі щорічно видобувається 3,5 млрд т нафти і 4,5 млрд т кам'яного та бурого вугілля. За таких темпів споживання стало очевидним вичерпання багатьох природних ресурсів у найближчий час. Водночас відходи гігантських виробництв стали все більше забруднювати навколишнє природне середовище.

Тобто два основні наслідки демографічного вибуху та науково-технічної революції такі: - виснаження природних ресурсів; - забруднення навколишнього природного середовища.

Виснаження природних ресурсів. З часу виникнення технічної цивілізації на Землі вирубано близько 1/3 площі лісів, пустелі різко прискорили свій наступ на зелені зони. Зокрема, пустеля Сахара просувається на південь зі швидкістю 30 миль на рік.

Найбільш дефіцитним ресурсом є прісна вода, потреба в якій постійно зростає. Хоча на перший погляд води на земній кулі багато (71% усієї поверхні планети зайняті водою), води, придатної до споживання, тобто прісної, є всього 2%. З них майже 80% становить вода, яка знаходиться в льодовиках. Значна кількість прісної води зосереджена в поки мало освоєних районах (сибірські річки й озера, басейн Амазонки), а в більшості промислово розвинутих районів води вже відчутно не вистачає, і дефіцит її з кожним роком зростає. Особливо багато води потребують порівняно молоді галузі промисловості, пов'язані зі штучним синтезом речовин.

Наприклад, на виробництво 1 т штучного шовку потрібно 1500 т води, а на виробництво капрону — 2500 т. Багато води потребує кольорова металургія, целюлозно-паперова промисловість і теплоелектростанції. Одним з найбільших споживачів води стало зрошене землеробство. На виробництво тільки 1 т зерна потрібно 300-500 м³ води.

Загалом на господарсько-побутові потреби вилучається 10% річкового стоку планети. У деяких районах Індії, Китаю, США рівень підземних вод в останні роки суттєво знизився. В окремих місцях для поливу треба використовувати вже не дощові, а підземні води. В районі Пекіна рівень підземних вод знизився на 50 м порівняно з рівнем 50-х років. Одна з найбільших річок Китаю, Хуанхе, вже не доходить до Жовтого моря, за винятком окремих найвологіших років. Досить велика ріка Колорадо в США не щороку добігає до Тихого океану. Амудар'я та Сирдар'я в Росії давно вже не впадають в Аральське море, котре через це майже пересохло. Нестача води різко погіршила екологічне становище в багатьох регіонах. Стан ускладнюється тим, що велика кількість природних вод забруднюється промислово-побутовими відходами — 16% від річного стоку. Усе це врешті-решт потрапляє у Світовий океан, який і без того забруднений.

Також викликає занепокоєння справа з іншим природним ресурсом, який донедавна вважався невичерпним, — киснем атмосфери. Здавалося б, його дуже

багато в атмосфері — $1,5 \cdot 10^{15}$ т. Але, спалюючи продукти фотосинтезу минулих епох — викопне паливо, люди зв'язують вільний кисень у сполуки. Орієнтовно в надрах Землі міститься $6,4 \cdot 10^{15}$ т викопного палива, на спалювання якого знадобилося б $1,7 \cdot 10^{16}$ т кисню, тобто більше, ніж його міститься в атмосфері.

Таким чином, задовго до вичерпання запасів викопного палива люди повинні перестати їх спалювати, щоб не задихнутись самим і не знищити все живе.

До того ж, слід урахувувати, що при зростаючих темпах споживання кисню темпи його відтворення зеленими рослинами невпинно знижуються, через те що виробництво і збільшення населення наступають на природу, відбираючи у неї все нові зелені площі для будівель й угідь. Кожні 15 років площа відчужених людьми у природи земель подвоюється. Зелені рослини витісняють не тільки будовами, але й зростанням забруднень. Особливо згубно діє забруднення на фітопланктон, який вкриває суцільним шаром водну поверхню планети. Вважають, що він відтворює близько 34% кисню атмосфери.

І ще один факт. Різко скоротилися рибні запаси. З 1950 р. по 1989 р. світовий улов виріс з 19 до 89 млн т, після чого приросту вже не було. Унаслідок цього за останнє десятиріччя вживання риби на душу населення скоротилося на 11%.

Природа поки ще багата й щедра. При розумному природокористуванні вона може не тільки не втрачати, а й нарощувати своє багатство, але для цього не слід вбачати в природі лише джерело ресурсів для життя та виробництва.

Основні джерела антропогенного забруднення

Поряд із виснаженням природних ресурсів збільшення чисельності населення планети створює небезпеку глобального забруднення середовища мешкання, яке призводить до непередбачуваних катаклізмів: епідемій, погіршення якості води, їжі та життя в цілому.

Яка ж основна причина і хто головний винуватець забруднення?

За статистикою, серед усіх джерел забруднення на першому місті — відпрацьовані гази автотранспорту (до 70% усіх хвороб у містах викликано ними), на другому — викиди теплових електростанцій, на третьому — хімічна промисловість.

Швидкими темпами відбувається забруднення атмосфери. Оскільки поки що основним способом отримання енергії залишається спалювання викопного палива, то з кожним роком зростає споживання кисню, а на його місце надходять вуглекислий газ, оксиди нітрогену, чадний газ тощо, а також велика кількість сажі, пилу і шкідливих аерозолів.

Більше 10 млрд т умовного палива спалюється щорічно в світі, і при цьому в повітря викидається більше 1 млрд т різних завислих часток, серед яких багато канцерогенних речовин. За останні 100 років в атмосферу потрапило більше 1 млнт кремнію, 1,5 млн т миш'яку, 900 тис. т кобальту. Тільки в атмосферу США щорічно викидається більше 200 млн т шкідливих речовин (100 млн т оксидів вуглецю, 37 млн т оксидів сірки, 30 млн т вуглеводнів, 20 млн т оксидів азоту і 30 млн т різноманітного пилу).

Забруднення атмосфери шкідливо не тільки для дихання населення планети, воно, до того ж, зменшує прозорість атмосфери, через яку відбувається взаємодія планети з космосом, передусім з випромінюванням Сонця. Вважають, що сьогодні в атмосфері перебуває близько 20 млн т завислих часток. Катастрофічних розмірів набуло забруднення океану нафтопродуктами, отрутохімікатами, синтетичними миючими засобами, нерозчинними пластиками. Зараз в океан потрапляє близько 30 млн нафтопродуктів за рік. Неважко підрахувати, зважаючи на повільні темпи розчинення нафти у воді, що значна частина поверхні океану вкрита нафтовою плівкою. Деякі спеціалісти вважають, що її загальна площа складає 1/5 від площі океану. Нафтова плівка таких розмірів дуже небезпечна, тому що вона порушує газо- і вологообмін між атмосферою і гідросферою, пригнічує розвиток життя, особливо планктону.

Антропогенна міграція хімічних елементів стала основним чинником змін у навколишньому середовищі. Природне надходження хімічних елементів з надр ледве досягає 1% від антропогенних надходжень. Якщо приріст світового виробництва сталі залишиться на сучасному рівні (близько 5% на рік), то вміст оксидів заліза в ґрунті та у воді через 50 років подвоїться. За цей час за відсутності регулювальних заходів концентрація свинцю в навколишньому середовищі зросте в 10 разів, ртуті — у 100, миш'яку — в 250 разів. Зазначено, що вміст свинцю в кістках сучасної людини приблизно в 50 разів вищий, ніж у рештках наших давніх пращурів, а концентрація ртуті в сьогоднішніх організмах у 100-200 разів перевищує її вміст у ґрунті, природних водах і повітрі.

На стан природного середовища земної поверхні великий вплив справляє також теплове забруднення. При спалюванні палива сучасне людство вивільняє на рік $34 \cdot 10^{15}$ кКал тепла, яке розсіюється в навколишньому просторі, змінюючи температурний режим середовища і динаміку процесів, які в ньому відбуваються. Особливо інтенсивно при цьому змінюються темпи процесів окислення, через те що вміст кисню в середовищі істотно змінюється залежно від перепадів температури.

Здавалося б, що після проходження через градирні ТЕЦ і ГРЕС вода повертається у водоймища без забруднених речовин, але різке підвищення температури води, знижує вміст у ній кисню, пригнічує діяльність аеробних бактерій. Вода загниває, і вищі форми життя в ній гинуть, зате бурхливо розростаються нижчі рослини.

Крім того, різка зміна температурного балансу середовища внаслідок теплового забруднення починає помітно відбиватися на погоді і навіть на кліматі в цілому, що особливо помітно в районі великих міст і великих промислових центрів. Перепад температури між центром великого міста і околицею становить 2-4 °C.

До серйозних чинників забруднення середовища, крім зазначених, належить також підвищення фону електромагнітного випромінювання від численних електротехнічних пристроїв, підвищення звукового фону в середовищі (інфра- та ультразвуки, шуми), а також підвищення радіоактивного фону.

Забруднення середовища негативно відображається на здоров'ї людей і на житті всього населення планети. При всіх безперечних успіхах медицини і санітарного обслуговування збільшується кількість хворих на серцево-судинні, онкологічні захворювання, а також хвороби шлунку, печінки і нирок. Зростає чисельність вроджених патологій. Від хвороб, спричинених забрудненням води, щорічно вмирає близько 5 млн немовлят. У промислово розвинутих країнах зафіксовані нові захворювання, викликані різними забрудненнями. Так, в Японії стала відома хвороба під назвою «ітай-ітай», яка виникає при отруєнні кадмієм і вражає майже всі внутрішні органи. У цій країні стала також відома хвороба «мінамата» при отруєнні людей сполуками ртуті. Характерною ознакою хвороби є сильний розлад нервової системи.

Збільшилася кількість випадків задухи під час смогів, які нависають над великими містами промислово розвинутих країн. Під час одного зі смогів у Лондоні загинуло близько 4 тис. жителів, які страждали на хвороби дихальних шляхів. Медичні служби сигналізують про перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК) шкідливих речовин не тільки на окремих підприємствах і прилеглих до них районах, але й на території цілих міст. Особливо великої шкоди жителям міст завдало масове виробництво і широке використання автомобільного транспорту.

Отже, не тільки виснаження ресурсів, але й забруднення навколишнього середовища — найближча перспектива людства при збільшенні кількості населення та нестримному зростанні виробництва і споживання, особливо в розвинених країнах. Головну стурбованість викликає стрімкий ріст населення земної кулі, який загострює протиріччя між виробництвом і споживанням, що пояснюється простою логічною схемою: збільшення чисельності населення-> зростання потреб-> зростання виробництва-> виснаження природних ресурсів та забруднення довкілля -> глобальна екологічна криза.

Контрольні запитання

1. Який екологічний зміст науково-технічної революції?
2. Проаналізуйте демографічні проблеми та можливості біосфери.
3. Які сучасні риси демографічної ситуації в Україні?

Теми для доповідей, рефератів

1. Демографічний вибух та його наслідки.
2. Науково-технічний прогрес і проблеми екології.
3. Демографічна криза в Україні.

Література

1. Злобін Ю.А. Основи екології. — К.: Лібра, 1998.
2. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології: Навч. посібн. — К.: МАУП, 1998.
3. Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г., Козак З.Я. Екологія: Основи теорії і практикум: Навч. посібн. — Львів: Новий Світ-2000; Магнолія плюс, 2003.
4. Боков В.А. Лущик А.В. Основы экологической безопасности: Учеб.

пособие. — Симферополь: Сонат, 1998.

5. Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб, пособие. — Ростов- на-Дону: Феникс, 1996.

6. Гирусов Э.В. и др. Экология и экономика природопользования: Учебник. — М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998.

7. Экология города: Учебник. — К.: Либра, 2000.

8. Закон України № 187/ 98-ВР «Про відходи» від 5 березня 1998 року.

9. Екологія: навч.-метод, посібник для самостійного вивчення дисципліни. — К.: КНТУ, 1999.

10. Общая экология: Учеб, для вузов/Автор-составитель А.С. Степановских. — М.: ЮНИТИ-ДАМА, 2001.

Лекція 7

Тема: Забруднення та їх класифікація. Роль галузей господарства у виникненні екологічних проблем

Мета: вивчити види забруднення, забруднювачі та масштаби забруднення; вміти надавати оцінку впливу антропогенних чинників на довкілля, класифікувати види забруднення та визначати забруднювачі довкілля.

План

1. Забруднення та їх класифікація
2. Основні забруднювачі навколишнього середовища
3. Вплив галузей господарства на природне середовище

Забруднення та їх класифікація.

Забруднення — внесення в навколишнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних фізичних чинників, хімічних і біологічних речовин, які шкодять природним екосистемам та людині.

Розрізняють природне забруднення, яке виникає внаслідок потужних природних процесів (виверження вулканів, лісові пожежі, вивітрювання тощо) без будь-якого впливу людини, і антропогенне, яке є результатом діяльності людини й інколи за масштабами впливу переважає природне. Різні типи забруднення можна розділити на три основні: фізичне, хімічне та біологічне (табл. 2).

Основні типи забруднення навколишнього середовища

Забруднення

фізичне	хімічне	біологічне
• теплове • шумове • електромагнітне • світлове • радіоактивне	• аерозолі • хімічні речовини • важкі метали • пестициди • пластмаси • СПАР (синтетичні поверхнево активні речовини)	• біотичне (біогенне) • мікробіологічне • генна інженерія

Фізичне забруднення пов'язане зі змінами фізичних, температурно-енергетичних, хвильових і радіаційних параметрів зовнішнього середовища. Зокрема, тепловий вплив проявляється в погіршенні режиму земної поверхні та умов життя людей. Джерелами теплового забруднення в межах міських територій є: підземні газопроводи промислових підприємств (140-160 °С), теплотраси (50-150 °С), збірні колектори і комінікації (35-45 °С) тощо. До фізичного забруднення можна віднести вплив шуму й електромагнітне випромінювання, джерелами якого є високовольтні лінії електропередач, електростанції, антени радіо- і телекомунікаційних станцій, а останнім часом також деякі побутові електроприлади. Встановлено, що при тривалому впливі електромагнітних полів навіть у здорових людей спостерігається перевтома, головний біль, почуття апатії та ін.

Хімічне забруднення — збільшення кількості хімічних компонентів певного середовища, а також проникнення (введення) в нього хімічних речовин, не притаманних йому або в концентраціях, котрі перевищують норму. Найнебезпечнішим для природних екосистем і людини є саме хімічне забруднення, яке отруює навколишнє середовище різними токсикантами (аерозолі, хімічні речовини, важкі метали, пестициди, пластмаси, детергенти та ін.). За підрахунками спеціалістів, у наш час у природному середовищі міститься 7-8,6 млн хімічних речовин, причому їхня кількість щорічно поповнюється ще на 250 тис. нових сполук. Багато хімічних речовин мають канцерогенні та мутагенні властивості, серед яких особливо небезпечними є 200 (список складений експертами ЮНЕСКО): бензол, азбест, бензпірен, пестициди, важкі метали (особливо ртуть, свинець, кадмій), різноманітні фарбники і харчові добавки.

Біологічне забруднення — випадкове або пов'язане з діяльністю людини проникнення в екосистеми не притаманних їм рослин, тварин і мікроорганізмів (бактеріологічне); часто справляє негативний вплив при масовому розмноженні нових видів.

Особливо забруднюють середовище підприємства, які виробляють антибіотики, ферменти, вакцини, сироватки, кормовий білок, біоконцентрати та ін., тобто підприємства промислового біосинтезу, в викидах якого наявні живі клітини мікроорганізмів. До біологічного забруднення можна віднести надмірну

експансію живих організмів. Так, у містах наявність звалищ, несвоєчасне прибирання побутових відходів призвели до значного збільшення синантропних тварин: шурів, комах, голубів, ворон та ін.

Забруднювач — будь-який фізичний чинник, хімічна речовина або біологічний вид (головним чином мікроорганізми), який потрапляє в навколишнє середовище або виникає в ньому в кількості, більшій за звичайну, і викликає забруднення середовища.

Забруднювачі бувають *природні* й *антропогенні*, а також *первинні* (безпосередньо з джерела забруднення) і *вторинні* (внаслідок розкладу первинних або хімічних реакцій). Ще виділяють забруднювачі *стійкі* (ті, що не розкладаються), які акумулюються в трофічних ланцюгах.

Проникнення різних забруднювачів у природне середовище може мати небажані наслідки, зокрема:

- завдання шкоди рослинності і тваринному світу (зниження продуктивності лісів і культурних рослин, вимирання тварин);
- порушення стійкості природних біогеоценозів;
- завдання шкоди майну (корозія металів, руйнування архітектурних споруд та ін.);
- шкода здоров'ю людини тощо (табл. 3).

**Основні забруднювачі біосфери
та їхній вплив на здоров'я людини**

Забруднювач	Вплив на здоров'я людини (у значних концентраціях)
1	2
Оксид карбону (CO)	Досить агресивний газ, що сполучається з гемоглобіном крові й утворює карбоксигемоглобін, що може призвести до (залежно від концентрації): погіршення гостроти зору та здатності оцінювати тривалість інтервалів часу; змін у роботі серця та легенів; головного болю, сонливості, порушення дихання і навіть смерті
Оксиди сірки	Подразнюють слизові оболонки очей та ротової порожнини, а також викликають респіраторні симптоми: утруднене дихання, кашель з виділенням мокротиння, задишку; хронічну обструктивну легеневу недостатність, смертність від респіраторних та серцево-судинних хвороб
Оксиди нітрогену	Викликають хронічну обструктивну легеневу недостатність, посилення респіраторних симптомів: кашель, головний біль, блювоту
Вуглеводні (бензин, метан, пентан, гексан)	Мають наркотичну дію, викликають головний біль, запаморочення
Формальдегід	Викликає подразнення очей, носа і горла, нудоту, рак носової порожнини
Свинець	Викликає головний біль, анемію, нервові розлади, пологові дефекти, затримку розвитку, дебілізм
Ртуть	Викликає ураження центральної та вегетативної нервової системи, печінки, нирок, органів травлення
Кадмій	Викликає ушкодження нирок, анемію, хворобу легенів, високий кров'яний тиск; можливі також онкологічні захворювання, ушкодження плоду
Пестициди	Викликають рак, ушкодження печінки, ембріонів
Нітрати	Викликають утруднення дихання, підвищують дитячу смертність, при хімічних перетвореннях породжують канцерогенні сполуки

1	2
Радіонукліди	Призводять до онкологічних захворювань, генетичних мутацій
Тверді завислі частки	Викликають бронхіти, ослаблюють легеневу функцію, вірогідне скорочення середньої тривалості життя

Багато забруднювачів (пестициди, поліхлордифеніли, пластмаси) у край повільно розкладаються в природних умовах, а токсичні сполуки (ртуть, свинець) взагалі не знешкоджуються.

Якщо в 40-х роках ХХ ст. ще домінували натуральні продукти (бавовна, шовк, вовна, каучук, мило, їжа практично без добавок), то в наш час у промислово розвинутих країнах вони замінені синтетичними, які важко розкладаються і забруднюють навколишнє середовище. Це насамперед синтетичне волокно, миючі засоби (детергенти, відбілювачі), їжа з добавками, мінеральні добрива, синтетичний каучук та ін.

Роль галузей господарства у виникненні екологічних проблем.

Найбільший вклад у забруднення природного середовища вносять теплові електростанції, транспорт, металургійні та хімічні заводи.

На частку *теплових електростанцій* припадає 35% сумарного забруднення води промисловістю і 46% — повітря. Вони викидають сполуки сульфуру, карбону і нітрогену, споживають велику кількість води (50% і більше водогону); для отримання однієї кВт-години енергії теплові електростанції витрачають близько 3 л води (атомні — ще більше: 6-8 л). Стічні води теплових електростанцій забруднені і мають високу температуру, що створює не тільки хімічне, але й теплове забруднення водоймищ.

Металургійні підприємства характеризуються високим рівнем споживання ресурсів і великою кількістю відходів. Серед них пил, оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, коксовий газ, фенол, сірководень, вуглеводні (зокрема, бензпірен). Металургійна промисловість використовує багато води, яка забруднюється в процесі виробництва.

Найбільш небезпечними у хімічній промисловості є виробництва аміаку, кислот, анілінових фарб, фосфорних добрив, хлору, пестицидів, синтетичного каучуку, каустичної соди, ртуті, карбиду кальцію, фтору тощо.

Великий внесок у забруднення атмосфери роблять автомобілі. Автомобільний транспорт з'явився наприкінці ХІХ ст. Збудовано більше ніж 10 млн км доріг, які відібрали у людства більше ніж 50 млн га землі, випущено близько 1 млрд автомобілів. При будівництві сучасної швидкісної автотраси обсяг ґрунтових робіт перевищує 50 тис. м³/км; із землекористування вилучається близько 5 га/км, а разом з інфраструктурою — до 10 га/км. Сьогодні автомобіль — основне джерело шуму та забруднення повітря в містах. Автомобільний транспорт дає 70-90% забруднень у містах. Його викиди містять близько 20 канцерогенних речовин та більше ніж 120 токсичних сполук. У викидних газах автомобілів наявні: оксид карбону, двооксид нітрогену, свинець, токсичні вуглеводи (бензол, толуол, ксилол та ін.). Взаємодія вуглеводнів та оксидів нітрогену при високій температурі приводить до утворення озону (О₃).

Якщо в шарі атмосфери в цілому (особливо на висоті 20-30 км) досить високий вміст озону вкрай необхідний для захисту органічного життя від жорсткого ультрафіолетового випромінювання, то біля земної поверхні підвищений вміст озону викликає пригнічення рослинності, подразнення дихальних шляхів і ураження легенів.

Джерелом підвищеної небезпеки для навколишнього середовища став не лише сам автомобіль, але і траса (смуга забруднення вздовж автошляхів становить до 300 м), системи обслуговування (нафтосховища, станції технічного обслуговування, мийки тощо).

У деяких країнах (Франція, Італія, США, Японія) кількість автомобілів вже можна зіставити з числом жителів. У США, наприклад, на 200 млн населення припадає 104 млн авто. Відомо, що на кожні 1000 км пробігу автомобіль споживає річну норму кисню однієї людини.

Основні екологічні проблеми, пов'язані з використанням транспорту, можна об'єднати в такі групи:

- транспорт — споживач палива;
- транспорт — джерело хімічного забруднення повітря;
- транспорт — джерело шумового забруднення.

Значні забруднення дає целюлозно-паперова промисловість. За об'ємом забруднених стоків вона займає перше місце (більше 15%). Питомі витрати води становлять 300-350 м³ на 1 т продукції. У стічних водах підприємств цієї промисловості нараховується більше 500 компонентів, причому ГДК визначено лише для 55. Найбільшу небезпеку становлять сполуки сульфуру і хлору, розчинна органіка.

Досить несподівані екологічні наслідки виникають через розвиток виробництва, які, на перший погляд, ніби не становлять небезпеки щодо екології, але насправді створюють екологічні проблеми. Зокрема, нові заводи *електронної промисловості* виробляють таку продукцію, для отримання якої потрібна особливо чиста сировина. Чистота виробів також повинна бути дуже високою. Це робить необхідним багаторазове очищення сировини, а повторне використання води стає неможливим. Не випадково в 1984 р. Агенція з охорони навколишнього середовища США включила території 19-ти найбільших наукових компаній у список найбільш забруднених місць у країні. Першим у ньому зазначено район Силіконової долини (південне узбережжя затоки Сан-Франциско), де зосереджено центри електронної й аерокосмічної промисловості.

Наприклад, виробництво комп'ютерів потребує енергії й води. Особливо енерго- і водомістким є виробництво силіконових напівпровідників, з яких виготовляють комп'ютерні чіпи. Один великий завод з виробництва напівпровідників, який виготовляє 5000 8-дюймових плат на тиждень, може споживати стільки ж електроенергії і води, як невелике місто.

Ще одна екологічна проблема виникає внаслідок ускладнення конструкції машин. Вони виготовляються з тисяч деталей, з різних компонентів: чорних і кольорових металів, пластмас, деревини, гуми, скловолокна, композиційних матеріалів. Це ускладнює їхню утилізацію після закінчення терміна служби.

Строк служби стає все коротшим у зв'язку з прискореним розвитком техніки, що викликає швидке моральне старіння машин. Унаслідок цього все частіше вироби і матеріали, ще придатні за своїми технічними якостями, опиняються на звалищах. Наприклад, Корпорація мікроелектроніки і комп'ютерної технології проаналізувала відходи, які створюються під час виробництва типової комп'ютерної робочої станції. Це дослідження виявило, що при виробництві 25-кілограмового комп'ютера створюється 63 кг відходів, 22 кг з яких токсичні.

Дуже велику кількість забруднюючих речовин потрапляє в природне середовище в процесі *сільськогосподарської діяльності*. Найбільшу шкоду приносить використання пестицидів — щорічно їх у світі застосовується 4 млн. т, але врешті-решт тільки один відсоток досягає мети, тобто безпосередньо впливає на шкідників сільськогосподарський культур. Решта шкодить іншим організмам, вимивається в ґрунти і водойми, вивітрюється. Ефективність використання пестицидів постійно знижується через звикання шкідників до них, і для того, щоб досягнути попередніх результатів, потрібно все більшу їхню кількість. До того ж, пестициди, які пригнічують розмноження комах одних видів, нерідко викликають інтенсивне розмноження популяцій комах, які мали до цього малу чисельність, через те що отрутохімікати сильніше впливають на ворогів шкідників, ніж на них самих. При розкладанні пестицидів у ґрунті, воді й рослинах часто утворюються ще більш стійкі токсичні метаболіти. Пестициди та їхні метаболіти ефективно переносяться по харчових ланцюгах, накопичуючись у кінцевих частинах. Унаслідок цього щорічно в світі фіксується 0,5 млн випадків отруєнь пестицидами.

Значне забруднення ґрунтів, а потім і сільськогосподарських культур пов'язано з використанням мінеральних добрив. Щорічно в світі на поля вноситься 400-500 млн т мінеральних добрив, гіпсу і фосфоритів.

Значні локальні забруднення дають великі тваринницькі комплекси: в навколишнє середовище потрапляють гній, залишки силосу і кормових добавок, в яких часто містяться сальмонели та яйця гельмінтів.

Контрольні запитання

1. Визначте найпоширеніші види забруднень для різних галузей промисловості.
2. Дайте характеристику таким видам забруднення навколишнього середовища: фізичному, хімічному та біологічному.
3. Визначте основні забруднювачі біосфери і дайте оцінку їхнього впливу на здоров'я людини.

Теми для доповідей, рефератів

1. Основні джерела антропогенного забруднення довкілля.
2. Фізичне забруднення довкілля.
3. Хімічне забруднення довкілля.
4. Біологічне забруднення довкілля.
5. Вплив забруднення навколишнього природного середовища на здоров'я людини.

Література

1. Злобін Ю.А. Основи екології. — К.: Лібра, 1998.
 2. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології: Навч. посібн. — К.: МАУП, 1998.
- Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г, Козак З.Я. Екологія: Основи теорії і практикум: Навч. посібн. — Львів: Новий Світ-2000; Магнолія плюс, 2003.
- Боков В.А. Лущик А.В. Основы экологической безопасности: Учеб, пособие. — Симферополь: Сонат, 1998.
- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб, пособие. — Ростов- на-Дону: Феникс, 1996.
- Гирусов Э.В. и др. Экология и экономика природопользования: Учебник. — М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998.
- Екологія міста: Учебник. — К.: Лібра, 2000.
- Закон України № 187/ 98-ВР «Про відходи» від 5 березня 1998 року.
- Екологія: навч.-метод, посібник для самостійного вивчення дисципліни. — К.: КНТУ, 1999.
- Общая экология: Учеб, для вузов/Автор-составитель А.С. Степановских. — М.: ЮНИТИ-ДАМА, 2001.

Лекція 8

Тема: Урбанізація та її негативні наслідки

Мета: вивчити екологічні наслідки урбанізації; вміти пояснювати екологічні наслідки урбанізації.

План

1. Сутність урбанізації.
2. Ресурсоспоживання міст.
3. Проблеми забруднення повітря та водойм в урбанізованому середовищі.
4. Шумове забруднення міст.
5. Здоров'я людей в урбанізованому середовищі.

Сутність урбанізації. Сучасному етапу людської цивілізації притаманні стрімкі темпи урбанізації. Вони зумовлені двома факторами — демографічним вибухом другої половини ХХ ст. та науково-технічною революцією в усіх сферах. Уже сьогодні в багатьох країнах світу, особливо економічно розвинутих, питома вага міського населення досягає 85-90% і більше. Міським вважається населення, яке веде особливий — міський — спосіб життя.

Виникнення і постійне збільшення площі і чисельності населення міст, набуття сільськими поселеннями міських ознак, підвищення ролі міст у соціально-економічному розвитку суспільства, формування міського населення, яке веде специфічний спосіб життя, а також «міських» популяцій рослин і

тварин становить сутність процесу, який називається *урбанізацією* (від лат. *urbanus* — міський). Отже, *урбанізація означає процес зростання міст і міського населення та підвищення їхньої ролі в соціально-економічному та культурному житті суспільства*.

Міське середовище (урбанізоване середовище) включає в себе природні і штучні компоненти, а також людей та їхні соціальні групи.

На сьогодні найбільш урбанізованими (не враховуючи таких міст-держав, як Сінгапур і Гонконг) є Велика Британія (92% населення проживає в містах), Кувейт (91%), Ізраїль (90%), Австралія (85%), Швеція (83%). Найменші показники урбанізації (7-10%) характерні для країн Африки і Південної Азії. В Україні на сьогодні кожні два жителі з трьох проживають у містах.

Визначимо ознаки міських поселень принципового характеру. Перша ознака міста — різноманіття та можливість вибору. Вибір місця проживання, роботи, відпочинку, засобів отримання коштів для життя, кола спілкування, стилю й способу життя, і все це при анонімності всіх сфер життєдіяльності.

По-друге, суттєвою відмінністю міста від села є самодостатність села. Сільське поселення здатне само забезпечити себе всім необхідним, навіть до виготовлення серпів, сокир, тканин, не кажучи вже про продукти харчування. Місто — завжди не самодостатнє. Місту завжди потрібні продукти харчування, вода, мінеральні ресурси. Місто та село — комплементарні, при цьому село може обійтися без міста, а місто без села — ні.

Третя принципова ознака — місто завжди існує за рахунок навколишнього середовища, за рахунок вилучення ресурсів — повітря, чистої води, мінеральної сировини, врожаю тощо. Місто повертає ці компоненти в непридатному для користування вигляді в природний кругообіг речовин. Тобто результат функціонування міської системи виражається в значній кількості твердих, рідких і газоподібних відходів, які є забруднювачами природного середовища, та різних впливів, які змінюють місцевий клімат.

Екологічні проблеми міст, а також оптимальні шляхи їхнього вирішення вивчає *урбоекологія*. Основними завданнями урбоекології як науки є вивчення масштабу й інтенсивності антропогенного і технічного впливу на урбанізоване середовище, визначення допустимого рівня такого впливу, розроблення заходів, які забезпечують стабільне підтримання допустимого рівня впливу, прогнозування можливих віддалених наслідків цього впливу і відповідне коригування системи захисних заходів.

На межі XX і XXI ст. населення Землі, за даними ООН, досягло 6 млрд осіб. При цьому темпи росту населення різко збільшились у другій половині XX ст. До цього ж періоду належить стрімке зростання міського населення, чисельність якого на межі століть досягла 3 млрд осіб, що становить половину населення Землі.

Частка великих міст з населенням в 1 млн осіб і більше становить близько 30% від загальної чисельності населення міст промислово розвинутих країн, а в тих, що розвиваються, — менше 10%. Зараз у світі налічується близько 100 міст із населенням більше 2 млн осіб. Кількість великих міст збільшується у всіх країнах світу.

Особливістю сучасного етапу урбанізації є зростання міст, злиття близько розташованих міст і населених пунктів в єдиний гігантський міський комплекс — мегаполіс. Їхніми прикладами є Великий Нью-Йорк, Бостон і Вашингтон, які утворили гігант з населенням більше 30 млн осіб; так званий «дельта-поліс» в трикутнику Амстердам — Брюссель — Кельн з чисельністю населення близько 50 млн чоловік, Велика Калькутта (30-40 млн чоловік), Йокогама — Кобе — Нагоя — Осака — Токіо, які займають площу розмірами 50х70 км, з населенням близько 60 млн та ін. В Україні схожі міські об'єднання сформувалися в Донбасі: Горлівка — Донецьк — Макіївка, Краматорськ — Константинівка — Слов'янськ тощо.

Ресурсоспоживання міст. Городяни відчують потребу не тільки в території, але й в інших життєво важливих ресурсах і продуктах, таких як вода, їжа, енергія і т. ін. Нарощування споживання загострює екологічні проблеми урбанізації.

Природною потребою людини є *повітря*. Місто з населенням 1 млн осіб потребує близько 3 млн т кисню на рік. Навіть при інтенсивному озелененні території міста та наявності власних водоймищ (кисень в атмосферу постачає також фітопланктон) міські можливості відтворення кисню значно нижчі.

Потребу в кисні може задовольнити рослинність та водойми неурбанізованого простору, загальна площа яких в 20-30 разів перевищує територію міста.

Потреба мільйонного міста у *воді* оцінюється в 400-500 млн м³/рік. На території міста не може утворитися така кількість поверхневого стоку, а запасів підземних вод зазвичай недостатньо. Місто отримує воду з річок, водосховищ та озер, басейн яких у кілька разів перевищує його власну територію.

Місто потребує велику кількість *їжі*. Добова потреба людини в ній становить від 1 до 2 кг. Для мільйонного міста необхідно щоденно завозити та виробляти на місці близько 2 тис. т харчів, або 35 залізничних вагонів на день. Для виробництва такої кількості їжі необхідно в середньому близько 0,2 га сільськогосподарських угідь на людину, або близько 2 тис. км² для мільйона громадян, що в 10 разів перевищує площу самого міста.

Місто потребує значну кількість *енергії*: для мільйонного міста — 10 тис. т, або більше ніж 150 вагонів умовного палива щодня. Встановлено, що зростання використання енергії на виробничі та комунальні потреби випереджає ріст міського населення. Різкий підйом у вживанні енергії збігається з піком цивілізації. Основні джерела енергії для міста — це теплові, атомні та гідравлічні електростанції. Ресурси невідновлюваних (нафта, вугілля, газ) та відновлюваних (вода) джерел енергії не безмежні.

Сучасне місто має потребу в *рекреаційних ресурсах*, тобто в місцях та спорудах для відпочинку городян (зелені зони, сквери, парки, водойми тощо), що становить від 10-15% до 50- 60% від його загальної території. Однак цієї площі недостатньо для рекреації: площа рекреаційних зон повинна в 5-10 разів перевищувати власну територію міста.

Таким чином, територія, яка б забезпечувала мінімально необхідні потреби міста, в 20, а в воді, їжі та рекреації — в 10 разів має перевищувати

територію самого міста.

Проблеми забруднення повітря та водойм в урбанізованому середовищі. Місто — це, по суті, частина біосфери, природного середовища. Міські поселення включають природні компоненти — ґрунти, повітря, воду, флору та фауну певної території, і в їх оточенні та у взаємодії з ними протікає життєдіяльність міської людини. Причому в процесі життєдіяльності в місті людина все інтенсивніше змінює й перетворює природні компоненти навколишнього середовища, забруднює їх викидами в атмосферу та водойми, від екологічного стану і чистоти яких залежать життя та здоров'я жителя.

Урбанізацію неможливо розглядати без зв'язку з розвитком виробництва, зокрема, важкої індустрії, енергетики, хімічної промисловості та ін. Сучасні великі міста — це центри зосередження багатогалузевої промисловості, розгалуженої транспортної мережі в густозаселених житлових масивах.

Отже, небажані зміни екологічної обстановки у великих містах відбуваються внаслідок посилення тиску на природне середовище з боку зростаючих масштабів виробництва, енергетичного комплексу, а також забруднення цього середовища викидами промислових підприємств, об'єктів енергетики та автотранспорту, побутовими відходами, стічними водами, пилом і т. ін. В усіх компонентах міського природного середовища (повітря, вода, земля, флора та фауна) нині відбувається постійне та інтенсивне накопичення забруднювачів, у тому числі шкідливих і токсичних. *Сьогоднішнє місто вбиває середовище свого природного існування.*

До найважливіших змін міського середовища належить *погіршення якості атмосферного повітря*. У багатьох великих містах України, зокрема, в Дніпродзержинську, Єнакієвому, Керчі, Кривому Розі, Лисичанську та ін. викиди шкідливих речовин в атмосферу досягають 1 т і більше на рік з розрахунку на душу населення. Кожний четвертий міський житель нині мешкає в одному з 15 міст з критичним рівнем забруднення атмосферного повітря. У викидах промислових підприємств, об'єктів енергетики міститься багато речовин, зокрема, оксидів сульфуру, оксидів нітрогену, чадного газу, фенолів та інших забруднювачів залежно від специфіки промислового виробництва міста. Якщо викиди від стаціонарних джерел (об'єкти енергетики), хоч і повільно, але все ж таки зменшуються, то викиди відпрацьованих газів автомобілів збільшуються.

У деяких містах, зокрема, в Києві, шкідливі викиди в атмосферу від автотранспорту значно перевищують викиди від стаціонарних джерел забруднення. Це результат, з одного боку, швидких темпів зростання кількості автомобілів, а з іншого — надто низького рівня технічного обслуговування автотранспортних засобів, слабкого контролю за дотриманням екологічних стандартів тощо. Зростання кількості автотранспорту супроводжується збільшенням обсягу забруднюючих речовин з викидних труб: оксидів карбону, вуглеводнів, оксидів нітрогену, сажі. Але найбільшу небезпеку, окрім оксидів нітрогену, становлять сірчані та свинцеві сполуки. Їхній вміст у міському повітрі набагато вищий. Місто не пристосоване до такої кількості автотранспорту. До того ж, довжина пробігу автомобілів без зупинок між

світлофорами становить лише 400-600 м. Унаслідок цього середня швидкість руху в центрі міста і на великих автомагістралях знижується до 12-20 км/год, а це збільшує витрати палива в 3-4 рази. Відповідно збільшуються і викиди забруднюючих речовин. Автотранспорт призводить також до специфічних форм забруднення. При русі стираються шини, і тисячі тонн гуми у вигляді пилу потрапляють у повітря. Автотранспорт — головний винуватець звукового дискомфорту в місті. У середньому рівень шуму на вулицях Києва досягає 85 Ба при нормі 55 дБа.

На сьогодні питома вага автотранспорту в забрудненні повітря центральної частини великих міст досягає 70% і більше.

З метою захисту повітряного басейну від викидів автотранспорту вживають таких заходів:

- створюються об'їзні автошляхи для пропуску транзитного потоку;
- будуються транспортні розв'язки на двох і більше рівнях;
- формуються зони провітрювання і пішохідні зони;
- обмежується в'їзд вантажного автотранспорту в центральну частину міста;
- ремонтується і реконструюється проїзна частина;
- ставляться підвищені вимоги до роботи автотранспортних двигунів і якості палива.

Погіршення якості атмосферного повітря негативно впливає на городян. Людина за добу споживає близько 25 кг повітря. Навіть якщо відносний вміст забруднювачів у повітрі невеликий, їхня сумарна кількість, яка потрапляє в організм при диханні, може виявитися токсичною.

Міста також є потужними джерелами *забруднення водного басейну*. Ще з давніх часів міські поселення виникали на берегах річок та озер, які були джерелом водопостачання, а також зазвичай дуже зручним транспортним шляхом. Водночас річки використовувалися для видалення рідких і твердих відходів життєдіяльності людей та домашньої худоби, що призводило до їхнього забруднення. Це обмежувало можливості розташованих нижче за течією поселень користуватися цією водою для пиття. Річки ставали носіями збудників інфекційних захворювань, таких як холера, дизентерія, черевний тиф та ін. Пройшли тисячоліття, доки люди навчилися запобігати забрудненням водойм, очищати і знезаражувати стічні води.

Сьогодні основними антропогенними джерелами забруднення водойм урбанізованого середовища є:

- промислові (випускання виробничих стічних вод, забруднені території підприємств, звалища промислових відходів);
- комунальні (випускання господарсько-іооутових стічних вод, території населених пунктів, звалища побутових відходів);
- транспортні (транспортні засоби, автодороги, трубопроводи).

Отже, міські стічні води — це суміш господарсько-побутових стічних вод міста і виробничих стічних вод. Останнім часом значну роль у забрудненні міських водойм почав відігравати забруднений поверхневий стік з урбанізованих територій і територій промислових майданчиків. Найвищий рівень забруднення поверхневого стоку спостерігається на території великих

торговельних центрів, автомагістралях з інтенсивним рухом транспорту, територіях промислових і автотранспортних підприємств, невідповідних забудованих майданчиках.

Основними транспортними джерелами забруднення є наземний та водний транспорт. Забруднювачі від наземних видів транспорту потрапляють у водойми з поверхневим стоком з території міста, від водного транспорту — безпосередньо у водойми. У процесі експлуатації суден у воду потрапляють феноли, сполуки свинцю, ароматичні вуглеводні, основним забруднювачем є нафтопродукти.

Відходи життєдіяльності людини, вода, яку використали для побутових потреб і в технологічних процесах, а також дощові і талі води з міської території видаляються через систему водовідведення та подаються на міські очисні споруди. При відсутності або перевантаженні міських очисних споруд у водойми вимушено скидають неочищені або недостатньо очищені стічні води, що призводить до забруднення водойм. При обмеженій продуктивності міських очисних споруд дощові і талі води частково або повністю скидаються у водойми без очищення, разом з ними може скидатися й частина міських стічних вод, які містять нафтопродукти, солі важких металів, мінеральні речовини тощо.

Міські поселення, насамперед великі агломерати, характеризуються такими рівнями антропогенних навантажень на навколишнє середовище, що воно значною мірою деформується, набуває якісно нових рис, аж до зміни мікрокліматичних факторів і фізико-хімічних властивостей середовища.

Гідрометеорологічні спостереження свідчать, що температура повітря в межах міських територій у середньому на декілька градусів вища, ніж у сільській місцевості. Над містами, особливо великими, частіше випадають атмосферні опади, бувають також смоги — густі тумани, змішані з димом, кіптявою та викидними газами. Прозорість атмосфери в містах набагато менша, ніж за їхніми межами або в сільських населених пунктах. Тумани, а також запиленість повітря помітно зменшують проникнення до земної поверхні ультрафіолетового проміння. До того ж, часто виникають такі негативні явища, як рух до центральної частини міста повітряних потоків, що несуть сюди забруднені промислові викиди підприємств, розташованих за межами міста.

Шумове забруднення міст. Для міського мешканця шум — річ звична. Часто ми навіть не замислюємося над його протиприродністю. Шум нас оточує скрізь: тут проходить широка автотраса, там пролітають літаки, поблизу грімать трамваї; у підвір'ях чутно звуки автомобілів, що паркуються; шум смітєвозів, вантажівок, які розвантажуються біля магазинів. У квартирах шумлять холодильники і пральні машини, на сходових клітках — ліфти. Цей перелік можна продовжити.

За своїм впливом на живий організм шум є шкідливішим за хімічне забруднення. Через нього особливо посилилася небезпека ранніх інфарктів та інсультів, у людей похилого віку прискорились процеси старіння організму. Шум стимулював різке погіршення якості навколишнього середовища, а отже, умов існування людей. Експерти вважають, що у великих містах шум скорочує життя людини на 8-12 років.

У чому ж проявляється вплив шуму на людину? Насамперед шум робить вагомий «внесок» у виразкову хворобу, нервові і серцево-судинні захворювання. За статистикою, один з п'яти пацієнтів психіатричної лікарні потрапив туди через вплив шуму. Ще більше вражає вплив шуму на слух міських мешканців. Якщо на 100 тисяч сільських жителів припадає 20-30 туговухих, то в містах ця цифра зростає в п'ять разів. Під впливом шуму погіршуються сон і здатність вчитися. Діти стають більш агресивними та вередливими.

Для позначення комплексного впливу шуму на людину медики винайшли термін — «шумова хвороба». Симптоми цієї хвороби: головний біль, нудота, роздратованість, які часто супроводжуються скаргами на тимчасове зниження слуху. Причин, які викликають це захворювання, багато. На шумову хворобу страждає більшість жителів великих міст, які постійно отримують понаднормові шумові навантаження. Наприклад, нормативні рівні звуку в дБа повинні складати для лікарняних палат 35 вдень і 25 вночі, для жителів кварталів відповідно 55 і 45. Однак, різні джерела техногенного шуму роблять вагомий внесок у звукове середовище міста: літаки, що низько літають, — до 100 дБа, автобуси — до 89, легкові авто — до 71, трамваї — до 90, сміттєзбиральники — 75, сміттєпроводи — 83, пральні машини — 74-76 дБа.

Здоров'я людей в урбанізованому середовищі. Викликаний розвитком промисловості і транспорту високий рівень забруднення атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтів у містах негативно впливає на здоров'я міського населення, порівняно із сільським. Наприклад, захворюваність серед жителів Києва перевищує середньодержавні показники захворюваності дорослого населення: з гіпертонічних хворіб — на 40-80%, із захворюваності верхніх дихальних шляхів — у 2 рази у дітей, із захворюваності органів травлення — у 2-3 рази, дихання — в 2 рази, шкіри — на 27-32%. Загальна захворюваність у жителів Києва перевищує середній рівень на 25-50% (залежно від виду хвороби). У містах нижче народжуваність, ніж у селах, що дає змогу розглядати урбанізацію як фактор регулювання чисельності населення в глобальному масштабі. Серед соціальних «хворіб», рівень яких є вищим у містах, — невирішене житлове питання, злочинність, наркоманія. З цим пов'язана більша кількість самогубств у містах. Окрім того, висока щільність населення і постійна конкуренція на ринку праці роблять життя міського жителя більш насиченим стресами. Змінюється і характер соціальних контактів міських жителів. Руйнування сімейних зв'язків, звуження «ближнього кола» спілкування призводять до більшої замкненості і відчуження особистості в місті порівняно з життям «на очах у всіх» у селі, де мешканці пов'язані тісними сусідськими і сімейними стосунками.

Отже, в умовах великого міста загострюються всі проблеми життєзабезпечення людей: постачання достатньої кількості повноцінних продуктів та питної води, контроль забруднення повітря, водних ресурсів, ґрунтів, утилізація та захоронення нагромаджуваних шкідливих виробничих і побутових відходів, а також соціальні проблеми, пов'язані з різким зменшенням вільного «життєвого» простору, зростанням міст угору, появою багатьох уже вивчених і поки що невідомих захворювань, зумовлених забрудненням,

збіднінням та звуженням міського середовища. 70% українців живуть у містах, і залишати їх або переселитися в нові неможливо, оскільки обмеженість території та інших ресурсів не дає змоги цього зробити. Потрібно прагнути, щоб наші міста забезпечували високу якість життя і водночас були екологічно самодостатніми, тобто якнайменше шкодили навколишньому середовищу. Що для цього можна було б зробити?

Енергію і ресурси в містах з їхньою інтегрованою неоднорідною структурою, яка включає житлові будинки, магазини, офіси, школи, місця для розваг та культурних заходів, парки і стадіони для відпочинку та занять спортом, можна використовувати досить ефективно. Близькість житла до магазинів та роботи дає змогу обходитись без транспорту. Більш далекі пересування в межах міста могли б здійснюватися на трамваях і тролейбусах. Скорочення багатокілометрових подорожей на автомашинах та користування електричним транспортом практично усунули б забруднення повітря. Більшу частину електроенергії, необхідну для обслуговування будинків, можна отримувати за допомогою сонячних батарей, розташованих на дахах цих будинків.

Наразі формується новий напрям у містобудуванні — підземна урбаністика, тобто розміщення нижче від рівня ґрунту гаражів, торговельних центрів, комор та ін. Такий підхід сприятиме вирішенню екологічних проблем міста.

Існує програма європейського регіонального бюро ВООЗ «Здорові міста». Одне із завдань програми — зберегти різноманіття видів рослин, збагатити їхній асортимент за рахунок інтродукції нових видів у міських умовах. Наприклад, з рідкісних та зникаючих видів у містах приживаються такі декоративні рослини: шафран сітчастий, тюльпан дібровний, пролісок сибірський, конвалія травнева та багато інших. Є досвід використання для очищення міських водойм гарної тропічної рослини ейхорнії або водяного гіацинта. Місто також може «розквітнути» дахами, фасадами, під'їздами. Рослини можуть рости й на асфальті, якщо вони в горщиках. Квіти на балконі замість старих речей — і гарно, й корисно.

Окрім того, традиційне озеленення міста, а також вертикальне озеленення з використанням ліан буде не лише декоративним елементом, а й сприятиме пило- та шумозахисту приміщень.

Контрольні запитання

Дайте характеристику урбоекології як галузі екології.

Охарактеризуйте здоров'я людини в урбанізованому середовищі.

Проаналізуйте вплив транспорту на навколишнє природне середовище. Визначте принципи екологізації транспорту.

Теми для доповідей, рефератів

Екологічні проблеми великих міст.

Людина в міському середовищі.

Транспортне забруднення в містах.

Література

1. Злобін Ю.А. Основи екології. — К.: Лібра, 1998.
 2. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології: Навч. посібн. — К.: МАУП, 1998.
- Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г, Козак З.Я. Екологія: Основи теорії і практикум: Навч. посібн. — Львів: Новий Світ-2000; Магнолія плюс, 2003.
- Боков В.А. Лущик А.В. Основы экологической безопасности: Учеб, пособие. — Симферополь: Сонат, 1998.
- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб, пособие. — Ростов- на-Дону: Феникс, 1996.
- Гирусов Э.В. и др. Экология и экономика природопользования: Учебник. — М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998.
- Екологія міста: Учебник. — К.: Лібра, 2000.
- Закон України № 187/ 98-ВР «Про відходи» від 5 березня 1998 року.
- Екологія: навч.-метод, посібник для самостійного вивчення дисципліни. — К.: КНТУ, 1999.
- Общая экология: Учеб, для вузов/Автор-составитель А.С. Степановских. — М.: ЮНИТИ-ДАМА, 2001.

Лекція 9

Тема: Проблеми відходів людської діяльності

Мета: вивчити основні види відходів людської діяльності та сучасні методи утилізації відходів; вміти характеризувати основні види відходів та методи їх утилізації.

План

Визначення основних понять “відходи”, “небезпечні відходи”, “поводження з відходами”, “збирання відходів”, “утилізація відходів”, “реутилізація”.

Класифікація відходів.

Відходи як джерело енергії.

Захоронення відходів (могильники).

Концепція поведінки з відходами — Zero Waste.

Міські поселення, де сконцентровані величезні виробничі потужності, спричиняють широкомасштабне забруднення біосфери. Вони виробляють матеріальні життєві блага і створюють духовні цінності. Проте поряд із цим викидають у навколишнє середовище величезну кількість відходів, часто шкідливих і токсичних, що призводить до деградації природи, погіршення її якості, відтворювальних та відновлювальних функцій, порушення екологічної рівноваги тощо. Проблема відходів — це проблема насамперед великих міст, і чим більше місто, тим ця проблема гостріша. Місця складування відходів займають величезні території. Загальний обсяг твердих відходів в Україні становить 10-11 млн т на рік. Звалищами зайнято 2600 га земель. Вважається,

що в середньому їх у містах утворюється приблизно 1 тонна на одну людину за рік.

Виробнича та побутова діяльність людини неминуче пов'язана з утворенням твердих відходів. Якщо газоподібні та рідкі відходи відносно швидко поглинаються природним середовищем, то асиміляція твердих відходів триває десятки і сотні років. Зокрема, помаранчева та бананова шкірки розкладаються півроку, папір та бавовна розкладається за 2-10 років, пакет від молока — до 5 років, недопалки від цигарок — до 12 років, синтетична тканина та шкіряне взуття — до 40 років, жерстяна консервна бляшанка — 90 років, алюмінієва — 500 років, поліетиленова плівка — 200 років, а скло для повного розкладення потребує 1000 років і більше.

Визначимо основні терміни щодо відходів.

Відходи — будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються в процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їхній власник повинен позбутися шляхом утилізації чи знищення.

Небезпечні відходи — відходи, що мають фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними.

Поводження з відходами — дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоро-нення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення.

Збирання відходів — діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення.

Утилізація відходів (з лат. отримати користь) — використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.

Реутилізація (рециклізація) — отримання з використаної готової продукції шляхом її переробки нової продукції того ж чи близького їй типу (наприклад, паперу з макулатури, металу з металолому та ін.). Використання твердих побутових відходів як початкового продукту для іншого виробництва також є одним з видів реутилізації.

Класифікація відходів. Відходи поділяють на:

побутові (комунальні) — тверді та рідкі відходи, які утворюються в результаті життєдіяльності людей та амортизації предметів побуту;

промислові — залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, які утворилися при виробництві продукції або втратили повністю чи частково початкові споживацькі властивості;

сільськогосподарські — відходи, які утворилися внаслідок сільськогосподарського виробництва;

будівельні — відходи, які утворюються в процесі зведення будівель, споруд (у тому числі доріг та інших комунікацій) та виробництва будівельних матеріалів;

- споживання — вироби та машини, які втратили свої споживацькі властивості внаслідок фізичного або морального зношення;

радіоактивні — невикористані прямі та опосередковані радіоактивні речовини та матеріали, які утворюються при роботі ядерних реакторів, при виробництві і застосуванні радіоактивних ізотопів.

Відходи промислового та сільськогосподарського виробництва називають також виробничими відходами.

Зупинимось детальніше на проблемах, пов'язаних із твердими побутовими відходами.

У кожному домі утворюється велика кількість непотрібних матеріалів і виробів, починаючи зі старих газет, порожніх консервних бляшанок, пляшок, харчових відходів, паперу і закінчуючи зношеним одягом, розбитим посудом і побутовою технікою, яка вийшла з ладу. Традиційно все це викидають, чим грубо порушують один з основних екологічних законів — кругообігу речовин у природі. Ми на межі кризи: кількість сміття постійно зростає, а місця для звалищ стає все менше. Однак існують шляхи вирішення цих проблем, і в низці випадків вони успішно запроваджуються в практику.

Загальний термін для всіх названих вище матеріалів, які ми викидаємо і зазвичай називаємо сміттям, — *тверді побутові відходи* — непридатні для подальшого використання харчові продукти та предмети побуту.

Упродовж багатьох років кількість твердих побутових відходів невпинно зростала: як через ріст населення, так і через зміни способу життя людей, які використовують все більше обгорткових і пакувальних матеріалів. Дослідження свідчать, що склад міських твердих побутових відходів приблизно такий:

- папір, картон — 20-40%;
- харчові відходи — 21-45%;
- скло — 3-12%;
- залізо і його сплави — 10%;
- пластмаси — 1,5-5%;
- деревина — 1,5-5%;
- гума і шкіра — 1-4%;
- текстиль — 4-7%;
- алюміній — 1%;
- інші матеріали — 1-3%.

Відсоткові співвідношення морфологічного складу твердих побутових відходів досить умовні, через те що на співвідношення складових впливає багато чинників, зокрема: пора року, впорядкованість житлового фонду, кліматичні умови тощо. У складі твердих побутових відходів постійно збільшується вміст паперу, пластмас, поліетиленових плівок та інших упаковок, а також відпрацьованої побутової техніки, комп'ютерів, мобільних телефонів тощо.

Звільнення від відходів ведеться в декількох напрямках:

складування або захоронення відходів (створення полігонів твердих побутових відходів);

знищення відходів шляхом їхнього спалювання;

переробка відходів (утилізація та реутилізація), в тому числі компостування;

Полігони — це природоохоронні споруди, які призначені для складування твердих побутових відходів та забезпечують захист від забруднення атмосфери, ґрунтів, підземних та поверхневих вод, запобігають розповсюдженню патогенних мікроорганізмів за межі майданчика складування цих відходів. На полігонах можлива утилізація органічної складової відходів шляхом уловлювання біогазу. Захист від забруднення ґрунтів і ґрунтових вод здійснюється шляхом обладнання спеціального протифільтраційного екрана, укладеного по всьому дну та бортам полігону, системи перехоплення, відведення та очищення фільтрату, а також системи контролю якості ґрунтових вод. Захист від забруднення ґрунтів та повітря здійснюється шляхом щоденного перекриття заповнених робочих ємностей полігонів шарами ґрунту, організації системи збирання, відводу та утилізації біогазу, обладнання робочих ємностей переносними сітками, які перехоплюють легкі фракції (папір, плівки), які розносяться вітром. Після закінчення експлуатації полігонів їх покривають ізолюючим шаром ґрунту відповідно до проекту рекультивації.

Компостування є найпростішим способом знешкодження та переробки твердих побутових відходів. Якщо на полігонах знешкодження відбувається протягом 50-100 років, то при компостуванні цей процес триває 6-18 місяців залежно від кліматичних умов. Компостування — це складний аеробний біологічний процес, який супроводжується інтенсивним виділенням тепла. Унаслідок компостування синтезується гумус, який є основним компонентом ґрунту, який можна використовувати як органічне добриво. В основі отримання компосту лежить природний біологічний розклад (перегнивання) органічної речовини в присутності повітря. При компостуванні відходів втрачається до 20% (за вагою) органічних речовин.

Реоутилізація, тобто вторинна переробка відходів, — очевидний вихід зі становища щодо відходів. У невеликих масштабах скло, папір і алюмінієві банки переробляються вже десятки років.

Як відомо, основна проблема переробки сміття — розділення його на фракції (папір, дерево, метал, пластик, органіка, гума, скло тощо). В Україні ця проблема залишається актуальною. Цивілізовані країни в цьому напрямі пішли далеко вперед. Зокрема, в Німеччині в будь-якому магазині зобов'язані приймати не тільки склотару, але й пластикову, а також металеву упаковку, частка переробки яких унаслідок цього різко зростає, а кількість відходів відповідно різко зменшуються. В Італії на вулицях стоять баки й урни, які мають чотири секції: для скла, паперу, пластику та металу. Внаслідок переробки цих матеріалів отримують тисячі видів продукції: від будівельних матеріалів до велосипедів і електромобілів, майже всі деталі яких виготовлено з матеріалів вторинної переробки. У Швейцарії, наприклад, попередньо сортують 80% всього сміття.

Існує багато способів вторинної переробки різних типів сміття. Найчастіше застосовують такі технології:

макулатуру подрібнюють у паперову масу (пульпу), з якої виготовляють

різноманітну паперову продукцію;

скло дроблять, плавлять і виготовляють з нього нову тару чи використовують замість гравію або піску при виробництві бетону й асфальту;

пластмасу переплавляють і виготовляють з неї матеріал для різних огорож, настилів й інших споруд просто неба;

метали плавлять і переробляють у різні деталі;

отримання алюмінію з лому дає змогу зекономити до 90% енергії, яка витрачається для його виплавки з руди;

харчові відходи компостують для отримання органічних добрив (див. вище);

текстиль подрібнюють і використовують для надання міцності макулатурній паперовій продукції;

старі покривки переплавляють та виготовляють нові гумові вироби.

Окремо зупинимось на пластику. Різноманітні види пластичного матеріалу, який називають пластмасами, або пластиками, оточують нас всюди. Просто незамінними вони виявилися для упаковки — вартість незначна, а споживчі властивості (легкість, міцність, вологонепроникність тощо) унікальні. Це викликало одну з найактуальніших екологічних проблем — проблему утилізації пластикової тари. Звичайні пластики, або полімери, практично не розкладаються в природних умовах. Вони переповнюють контейнери, переважають на всіх звалищах, руйнують не тільки красу природи, але й деякі живі організми — як на суші, так і у водоймах. Існує альтернатива — використання біопластиків, які розкладаються. Нові пластики, які розкладаються, не шкодять довкіллю і не залишають за собою ніяких слідів, окрім води та мізерної кількості перегною й вуглекислого газу.

За визначенням Міжнародної організації стандартизації, пластики, які розкладаються, — це полімери, що розщеплюються під впливом бактерій, грибків і водоростей. Швидкість їхнього розкладання залежить від виду полімерів, типу чинників, що розкладають, концентрації каталізаторів, вологості, освітленості, температури та інших причин.

Біопластики, які розкладаються, виробляють з органічних матеріалів (целюлози, каучуку, зерна, молока) або отримують в результаті різноманітних біотехнологічних процесів (фібра, целулоїд та інші матеріали).

Досить перспективні біопластики на основі кукурудзи, які на 2/3 складаються з целюлози. Така упаковка розкладається повністю. Нещодавно була представлена плівка, виготовлена з кукурудзи, що повністю розкладається в ґрунті, перетворюючись у добриво. Матеріал, який отримують з кукурудзяного крохмалю, розкладається, як і всі продукти органічного походження, і не токсичний навіть при спалюванні. Ці матеріали вже починають використовувати для обгортання журналів, харчової упаковки в супермаркетах і в індустрії «fast food». Особливо широко їх використовують для пакування молочних продуктів і у виробництві звичайних пакетів-сумок.

Усе більше застосовується їстівна упаковка харчових продуктів з казеїну — білка, який утворюється при згортанні молока. Казеїну легко надати листову форму, а більш тонкі плівки наносяться безпосередньо на продукти, що

ефективно захищає їх від пошкодження і забруднення. Харчові казеїнові плівки зберігають вологість продуктів, і їх можна використовувати для упаковки широкої гами молочних продуктів від сиру до йогуртів. Хоча сьогодні не обійтися без пластиків, які активно забруднюють навколишнє середовище, біопластики є розумною альтернативою у збереженні планети та здоров'я її мешканців.

Відходи як джерело енергії. Вміст у відходах органічної речовини дає змогу використовувати їх як паливо. Забруднення атмосфери у цьому випадку можна контролювати за допомогою певного обладнання. При спалюванні відходів відпадають труднощі, пов'язані із сортуванням та переробкою цих відходів. Недоліком цього способу є те, що отримання з відходів електроенергії не дає змогу їх компостувати, переробляти.

Перспективним є отримання *енергії з біомаси*, де за енергоносії використовують відходи лісових заготівель, звалища сміття, а також відходи тваринництва. В енергетичних установках, які працюють на органічних відходах, відбувається процес анаеробного бродіння в спеціальних контейнерах, унаслідок чого виділяється біогаз — метан, який по трубах надходить у печі, де спалюється. У деяких країнах працює технологія використання біогазу звалищ. Заповнені звалища сміття засипають ґрунтом, бурять свердловини, опускають у них труби, якими метан надходить у печі енергоустановок.

Але здебільшого переважає вивезення відходів на звалища, де їх накопичується величезна кількість. Зберігання відходів на звалищах є екологічно небезпечним. Відходи містять велику кількість вологих органічних речовин, які розкладаються і утворюють небезпечний фільтрат та сморід. При висиханні продукти неповного розкладу утворюють насичений забруднювачами та мікроорганізмами пил. Унаслідок цього відбувається інтенсивне забруднення повітря, ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод. Носіями патогенних мікроорганізмів є мухи, щури, птахи, бездомні собаки і коти. Окрім патогенних мікроорганізмів, відходи містять яйця гельмінтів (глистів), які можуть жити на звалищах упродовж декількох років. Мікроорганізми, які мешкають у твердих побутових відходах, є збудниками гепатиту, туберкульозу, дизентерії, респіраторних, шкірних та інших захворювань.

Зазвичай велика частина твердих побутових відходів також вивозиться і спалюється на відкритих майданчиках. Це дає змогу зменшити обсяг матеріалу і продовжити термін роботи звалища, однак відходи погано горять. Такі звалища нещадно димлять, розповсюджуючи сморід, і слугують розсадником мух, пацюків тощо. Однак відкрите спалювання побутових і промислових відходів на міських звалищах відбувається у значних обсягах.

У деяких містах використовують печі для спалювання сміття, але без належного контролю вони стають основними джерелами забруднення повітря.

Як альтернативу найчастіше використовують *захоронення (могильники)*. При цьому сміття просто заривають у землю або викидають і засипають землею. Через те, що відходи в цьому випадку не горять і вкриті декількома сантиметрами ґрунту, вдається уникнути як забруднення повітря, так і розмноження небажаних організмів.

Як правило, будь-яка ділянка землі, яка має природне заглиблення, стає місцем захоронення відходів. Зазвичай для цього вибирають покинуті кар'єри, траншеї, яри, заболочені низини та ін. Які ж виникають проблеми при цьому?

Проблеми, пов'язані з похованням відходів:

вимивання речовин і забруднення ґрунтових вод;

утворення метану;

присадка ґрунту.

Найсерйозніша проблема — це забруднення ґрунтових вод. Коли вода проходить через необроблені відходи, утворюється особливо отруйний фільтрат, в якому поряд із залишками розкладеної органіки присутні залізо, ртуть, свинець, цинк та інші метали із заржавілих консервних бляшанок, розряджених батарейок та інших електроприладів, а також фарбники, пестициди, миючі засоби й інші небезпечні забруднювачі. Цей фільтрат може потрапляти прямо в підземні водоносні горизонти.

Інша проблема — це утворення метану. Поховане сміття не має доступу до кисню, тому його розкладання — анаеробне, а один з продуктів його — біогаз, що на 2/3 складається з легкозаймистого метану. Утворюючись у товщі відходів, він може розповсюджуватися в землі горизонтально, проникати в підвали будинків, накопичуватись там і вибухати при запалюванні.

Нарешті, в міру розкладання відходи просідають, утворюються неглибокі заглиблення, в яких накопичується вода, а вся ділянка перетворюється на болото.

Слід також додати, що до сьогодні практикують захоронення відходів у глибоководних зонах океану та експорт в інші країни (зокрема, радіоактивні відходи).

В останні роки виникла *нова концепція поводження з відходами* — *Zero Waste*. Термін *Zero Waste*, який отримав вже достатнє розповсюдження за кордоном, має два значення: «нуль відходів» і «нуль втрат». В об'єднанні цих двох значень і полягає новий принцип ставлення до відходів виробництва і споживання.

Своїм походженням термін *Zero Waste* зобов'язаний індустрії. Мова йде про перенесення в сферу екології ідей тотального управління якістю, які виникли в Японії та спочатку зводилися до ідеї *Zero Defects* (нуль дефектів). Ця концепція передбачала розроблення методів, які дають змогу фірмі повністю виключити брак. Її з успіхом використали такі виробники, як *Toshiba*, які змогли звести кількість відмов лише до одного на мільйон. Японські фірми були серед перших, хто прийняв ідеї *Zero Waste*, зокрема, *Honda* протягом 10 років скоротила кількість відходів на 93%, а *Toyota* збирається досягти нульового рівня до 2006 р.

За останні роки ідеї *Zero Waste* дісталися муніципального рівня. У 1996 р. Канберра стала першим містом, яке встановило для себе контрольні показники *Zero Waste* (на 2010 р.). Приклад Канберри сприяв виникненню муніципального руху *Zero Waste* в Новій Зеландії. Деяким муніципалітетам штату Каліфорнія вдалося досягти виконання початкового контрольного показника — 50%-го зниження кількості відходів, і тепер вони реалізують новий етап.

У стратегічному плані центральне місце в концепції Zero Waste зберігається за інтенсивним використанням вторинної сировини і компостуванням. Однак вплив Zero Waste йде набагато далі цих підходів — Zero Waste переносить центр тяжіння з безпосередньо відходів на більш широкий проект індустріальної перебудови.

Три основні завдання Zero Waste:

«нульовий скид»;

«нульовий викид»;

зведення відходів до нуля.

«Нульовий скид». Ця стратегія насамперед спрямована на зведення до нуля токсичності відходів. Тобто необхідно виключити викиди і скиди токсичних речовин, які не підлягають природним процесам розкладання і здатні накопичуватися в навколишньому середовищі. Ставиться мета досягнути нульових скидів за рахунок поетапного зупинення виробництва відповідних речовин.

«Нульовий викид». Другий принцип Zero Waste — зниження до нуля шкоди, яка завдається атмосфері. Головна проблема — зменшення викидів метану зі звалищ. Її значною мірою вдасться вирішити за рахунок заборони відправлення на звалища біологічних відходів, які не пройшли санітарної обробки (компостування). І ще: як управління відходами може допомогти відновленню карбонового балансу? Під Zero Waste в цьому контексті розуміється не виключення викидів CO₂, а лише:

зведення до мінімуму втрат енергії, яка міститься в існуючих матеріалах і продуктах, і використання енергії викопного палива для процесу переробки;

виключення з обороту карбону за рахунок повернення компостованих органічних матеріалів у ґрунти.

зведення відходів до нуля.

Концепція Zero Waste спрямована на вирішення завдання виключення будь-яких відходів: не буде більше відходів, від яких необхідно звільнитися. Ніякі матеріали не будуть вважатися некорисними — замість цього буде підшукуватися спосіб їхнього використання. Одним із теоретиків Zero Waste — М. Браунгартом — було запропоновано концепцію «висхідного циклічного виробництва». Наприклад, через негорючість рисової лушпайки в Азії існували проблеми з утилізацією відходів від переробки рису. Браунгарт запропонував нові методи використання лушпайок — передусім як заміна полістиролу для пакування електронного обладнання, а після цього використання у вигляді вогнетривкого будівельного матеріалу.

Контрольні запитання

Які основні типи відходів людської діяльності?

Дайте оцінку сучасним методам утилізації відходів.

Теми для доповідей, рефератів

Проблеми відходів людської діяльності.

Відходи виробництва та проблеми їхнього використання.

Література

1. Злобін Ю.А. Основи екології. — К.: Лібра, 1998.
 2. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології: Навч. посібн. — К.: МАУП, 1998.
- Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г, Козак З.Я. Екологія: Основи теорії і практикум: Навч. посібн. — Львів: Новий Світ-2000; Магнолія плюс, 2003.
- Боков В.А. Лущик А.В. Основы экологической безопасности: Учеб, пособие. — Симферополь: Сонат, 1998.
- Вронский В.А. Прикладная экология: Учеб, пособие. — Ростов- на-Дону: Феникс, 1996.
- Гирусов Э.В. и др. Экология и экономика природопользования: Учебник. — М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998.
- Екологія міста: Учебник. — К.: Лібра, 2000.
- Закон України № 187/ 98-ВР «Про відходи» від 5 березня 1998 року.
- Екологія: навч.-метод, посібник для самостійного вивчення дисципліни. — К.: КНТУ, 1999.
- Общая экология: Учеб, для вузов/Автор-составитель А.С. Степановских. — М.: ЮНИТИ-ДАМА, 2001.

Лекція 10

Тема: Екологічна оцінка атмосфери

Мета: вивчити джерела техногенного впливу на атмосферу, основні забруднювачі атмосфери, екологічні наслідки забруднення атмосфери та заходи боротьби із забрудненням атмосфери; вміти обґрунтовувати ймовірність впливу різних видів забруднення на атмосферу.

План

1. Джерела забруднення атмосфери та її забруднювачі.
2. Проблема техногенного перегрівання атмосфери — парниковий ефект.
3. Кислотні опади.
4. Озон і озоновий шар в атмосфері.
5. Методи захисту повітряного середовища від шкідливих викидів.

Атмосфера — одна з найважливіших складових частин біосфери. Вона надійно захищає живі організми від космічного й ультрафіолетового випромінювання, визначає загальний тепловий режим поверхні Землі, впливає на кліматичні умови, а через них на режими річок, ґрунтово-рослинний покрив та процеси формування рельєфу. Саме атмосфера регулює кількість сонячної енергії, необхідної для життя. Якщо не було б атмосфери, вдень Сонце розігрівало б земну поверхню до +100 °С, а вночі до -100 °С її охолоджував би космос. Діапазон коливань добових температур у межах 200 °С перевищує можливості виживання переважної більшості живих організмів.

Джерела забруднення атмосфери та її забруднювачі

Забруднення атмосферного повітря — це будь-яка зміна складу і властивостей повітря, що негативно впливає на здоров'я людей і тварин, стан рослинного покриву та екосистеми.

Забруднення атмосфери може бути природним і штучним. До природних забруднювачів повітря належать вулканічна діяльність, вивітрювання гірських порід, вітрова ерозія, пилок квіткових рослин, дим від лісових і степових пожеж. Домішками, які надходять із природних джерел, є пил вулканічного, космічного, рослинного походження; продукти ерозії ґрунту; тумани; гази вулканічного походження; дим і гази від лісових і степових пожеж.

Штучне забруднення пов'язане із викидами різних забруднюючих речовин у процесі діяльності людини. За агрегатним складом викиди шкідливих речовин в атмосферу поділяються на газоподібні (діоксид сульфуру SO_2 , діоксид вуглецю CO_2 , озон O_3 , оксид нітрогену NO), рідкі (кислоти, луги, розчини солей та ін.) і тверді (канцерогенні речовини, свинець і його сполуки, ртуть, кадмій, органічний і неорганічний пил, сажа, смолянисті речовини тощо.).

Забруднення атмосфери	
Природне забруднення	Штучне забруднення
♦ вулканічна діяльність ♦ вивітрювання гірських порід ♦ вітрова ерозія ♦ пилок квіткових рослин ♦ дим від лісових і степових пожеж ♦ домішки, які надходять з природних джерел: • пил космічного, вулканічного та рослинного походження • продукти ерозії ґрунту • тумани • гази вулканічного походження	♦ Газоподібні • діоксид сульфуру SO_2 • діоксид вуглецю CO_2 • озон O_3 • оксид нітрогену NO ♦ Рідкі • кислоти • луги • розчини солей ♦ Тверді • канцерогенні речовини • свинець і його сполуки • ртуть • кадмій • органічний і неорганічний пил • сажа • смолянисті речовини

На сьогодні основними забруднювачами атмосферного повітря є різні галузі промисловості а саме:

теплоенергетика,
підприємства металургійного комплексу,
нафтовидобувна промисловість,
нафтохімічна промисловість,
автотранспорт,

виробництво будівельних матеріалів.

Теплоенергетика включає теплові й атомні електростанції, промислові та міські котельні. Близько 70-80 % світової електроенергії виробляється на теплових електростанціях. У процесі спалювання вугілля, нафти, природного газу, торфу в атмосферу виділяється дим, що містить продукти повного (діоксид карбону і пари води) і неповного (оксиди карбону, сульфур, нітрогену, вуглеводні та ін.) згорання.

Атомні електростанції є джерелом забруднення повітря радіоактивним йодом, радіоактивними інертними газами та аерозолями. Котельні утворюють мало оксидів нітрогену, проте викидають багато продуктів неповного згорання.

Підприємства металургійного комплексу посідають друге місце за загальною кількістю викидів в атмосферу серед галузей промисловості (після теплоенергетики). Переважно викиди цих підприємств складаються з оксидів карбону, твердих речовин, діоксиду сульфур, оксидів нітрогену. Основними джерелами викидів у чорній металургії є агломераційне виробництво, виплавка чавуну і сталі. У кольоровій металургії джерелами утворення викидів є виробництво глинозему, алюмінію, купруму, плумбуму, стануму, цинку, нікелю та дорогоцінних металів.

Забруднюючі речовини підприємств металургійного комплексу розносяться на відстань до 60 км від джерела забруднення, як свідчить аналіз аерокосмічних знімків снігового покриву.

Нафтовидобувна і нафтохімічна промисловість утворює за обсягом відносно небагато викидів. Проте вони характеризуються високою токсичністю, значною різноманітністю і концентрованою, тому становлять загрозу для всіх живих організмів. На різноманітних виробництвах атмосферне повітря забруднюється оксидами сульфур, сполуками фтору, аміаком, сумішами окису нітрогену, хлористими сполуками, сірководнем, неорганічним пилом тощо.

Викиди автотранспорту. Викидні гази двигунів внутрішнього згорання містять велику кількість токсичних сполук — бенз(а)пірен, альдегіди, оксиди нітрогену і карбону і особливо небезпечні сполуки свинцю. У світі нараховується декілька мільйонів автомобілів, які спалюють велику кількість нафтопродуктів, істотно забруднюючи атмосферне повітря.

Встановлено, що найбільша кількість забруднюючих речовин надходить в атмосферу при розгонці автомобіля, при рухові з малою швидкістю, при гальмуванні та під час роботи двигуна на холостому ході. Створення у містах систем руху в режимі «зелена хвиля» зменшує кількість зупинок транспорту на перехрестях і сприяє зменшенню забрудненості атмосферного повітря у містах.

Виробництво будівельних матеріалів. Інтенсивне забруднення атмосферного повітря відбувається при видобутку і переробці мінеральної сировини, при викидах пилу і газів із підземних гірських виробіток тощо.

Проблема техногенного перегрівання атмосфери — парниковий ефект.

На теперішній час спостерігається зміна клімату, яка виражається у поступовому підвищенні середньорічної температури, починаючи з другої половини минулого століття. Більшість учених пов'язує це з накопиченням в

атмосфері так званих парникових газів — діоксиду карбону (CO_2), метану (CH_4) хлорфторвуглеводних (ХФВ), озону (O_3), оксидів нітрогену (NO_x)

Ще в 1827 р. французький фізик Жозеф Фур'є припустив, що атмосфера Землі виконує функцію скла в теплиці: повітря пропускає сонячне тепло, не даючи йому при цьому випаровуватися назад у космос. Цей ефект досягається завдяки деяким атмосферним газам другорядного значення, якими є, наприклад, водяні випари і діоксид карбону. Вони пропускають більшу частину сонячного випромінювання, але поглинають «далеке» інфрачервоне випромінювання, що має більш низьку частоту й утворюється при нагріванні земної поверхні сонячними променями. Якби цього не відбувалося, Земля була б приблизно на 30° холодніша, ніж зараз, і життя б на ній практично завмерло.

Сьогодні вже мало хто з учених, що займаються цією проблемою, заперечує той факт, що діяльність людини викликає підвищення концентрації парникових газів в атмосфері. На думку Міжурядової комісії зі зміни клімату, «збільшення концентрації парникових газів приведе до розігріву нижніх шарів атмосфери і поверхні землі... Будь-яка зміна в здатності Землі відображати і поглинати тепло, у тому числі викликана збільшенням вмісту в атмосфері парникових газів і аерозолів, призведе до зміни температури атмосфери і світових океанів і порушить стійкі типи циркуляції та погоди».

Проте ведуться запеклі суперечки навколо того, яка конкретно кількість цих газів викликає потепління клімату і якою мірою, а також коли це відбудеться. Річ у тому, що навіть коли зміна клімату дійсно відбувається, у цьому важко бути впевненим на сто відсотків. Світові середні температури можуть сильно коливатися в межах кількох років і десятиліть — причому з природних причин. Проблема в тому, що вважати середньою температурою і на підставі яких критеріїв стверджувати, чи дійсно вона змінилася в той чи інший бік.

Наприкінці 80-х — початку 90-х рр. кілька років поспіль середньорічна глобальна температура була вища від звичайної. Це викликало побоювання в тому, що викликане людською діяльністю глобальне потепління вже почалося. Учені погодилися, що за останні 100 років середньорічна глобальна температура піднялася на $0,3\text{--}0,6^\circ \text{C}$. Однак серед них немає згоди в тому, чим саме викликане це явище. Важко з упевненістю сказати, відбувається глобальне потепління чи ні, тому що ріст температури, який спостерігається, все ще перебуває в межах природних температурних коливань. Тільки треба враховувати, що, за розрахунками різних авторів, підвищення цієї температури на $1,5\text{--}2,5^\circ$ призведе до зникнення «крижаних шапок» Землі і підвищення загального рівня Світового океану на 100-150 м. Наслідком цього, на думку багатьох учених, може бути зміна погоди і збільшення кількості опадів, що, у свою чергу, приведе до підйому рівня Світового океану.

Науковці уже відзначили зміни в картині випадіння опадів. Встановлено, що в межах помірного кліматичного поясу за останні 30-40 років випадає опадів на 10% більше, ніж у минулому. Водночас кількість опадів над екватором скоротилася на ті ж 10%. Подальша зміна в системі випадіння опадів справить величезний вплив на сільське господарство, зміщуючи зони обробітку культур у

північні райони Північної Америки та Євразії. Найсприятливіші умови для вирощування культур складуться в сільськогосподарських регіонах Росії, а рясні опади будуть випадати в Північній Африці, де посуха триває з 1970 р.

Невизначеність у питанні глобального потепління породжує скепсис з приводу небезпеки, що загрожує. Проблема в тому, що коли гіпотеза про антропогенні фактори глобального потепління підтвердиться, уже пізно буде що-небудь розпочинати.

Кислотні опади. Одна з важливих екологічних проблем, з якою пов'язують окислення природного середовища, — кислотні дощі. Терміном «кислотні опади» називають усі види метеорологічних опадів — дощ, сніг, град, туман, дощ зі снігом, рН яких менший, ніж середнє значення рН дощової води (середній рН для дощової води дорівнює 5,6). Кислотний дощ утворюється в результаті реакції між водою і такими забруднюючими речовинами, як оксид сульфуру і різними оксидами нітрогену. Ці речовини викидаються в атмосферу автомобільним транспортом, у результаті діяльності металургійних підприємств та електростанцій, а також при спалюванні вугілля і деревини. Вступаючи в реакцію з водою атмосфери, вони перетворюються в розчини кислот — сірчаної, сірчистої, нітрогеністої і нітрогенної. Потім, разом зі снігом чи дощем, вони випадають на землю, що й знижує рН дощової води.

Уперше термін «кислотний дощ» був введений у 1872 р. англійським дослідником Ангусом Смітом. Його увагу привернув вікторіанський смог у Манчестері. І хоча вчені того часу відкинули теорію про існування кислотних дощів, проте сьогодні вже ніхто не сумнівається, що кислотні дощі є однією з причин загибелі життя у водоймах, лісів, врожаїв і рослинності. Крім того, кислотні дощі руйнують будинки і пам'ятки культури, трубопроводи, приводять у непридатний стан автомобілі, знижують родючість ґрунтів і можуть призводити до проникання токсичних металів у водоносні шари ґрунту.

Яскравим прикладом негативного впливу кислотних опадів на природні екосистеми є закислення озер.

З нагромадженням органічних речовин на дні водойм із них починають вилуговуватися токсичні метали. Підвищена кислотність води сприяє високій розчинності таких небезпечних металів, як алюміній, кадмій, ртуть і свинець, з донних відкладень і ґрунтів. Ці токсичні метали становлять небезпеку для здоров'я людини. Кислотний дощ завдає шкоди не тільки водній флорі й фауні. Він також знищує рослинність на суходолі. Вчені вважають, що, хоча до сьогодні механізм до кінця ще не вивчений, складна суміш забруднюючих речовин, що включає кислотні опади, озон і важкі метали у сукупності призводить до деградації лісів. Вплив кислотних дощів знижує стійкість лісів до засухи, хворіб, природних забруднень, що зумовлює ще більш виражену їхню деградацію як природних екосистем.

Економічні втрати від кислотних дощів у США становлять щорічно на східному узбережжі 13 млн доларів, і до кінця століття збитки сягнуть 1750 млрд доларів від втрати лісів, 8 300 млрд доларів від втрати врожаїв. Єдиний спосіб змінити ситуацію на краще, на думку багатьох фахівців, — зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу.

Наслідки випадання кислотних дощів спостерігаються в США, Німеччині, Чехії, Словаччині, Нідерландах, Швейцарії, Австралії, Україні і ще в багатьох країнах земної кулі.

Озон і озоновий шар в атмосфері. Озоновий шар — це повітряний шар у верхніх шарах атмосфери (стратосфері), що складається з особливої форми кисню — озону. Молекула озону складається з трьох атомів кисню (O_3). Озоновий шар починається на висотах близько 8 км над полюсами (чи 17 км над екватором) і сягає висоти приблизно 50 км. Однак щільність озону дуже низька, і якщо стиснути його до щільності, яку має повітря біля поверхні землі, то товщина озонового шару не перевищить 3,5 мм. Озон утворюється, коли сонячне ультрафіолетове випромінювання бомбардує молекули кисню.

Оскільки озоновий шар поглинає ультрафіолетове випромінювання, то його руйнування призведе до більш високих рівнів ультрафіолетового випромінювання на поверхні Землі. Це, у свою чергу, викличе збільшення випадків захворювання на рак шкіри. Іншим наслідком підвищеного рівня ультрафіолетового випромінювання стане розігрівання поверхні землі, а отже, зміна температурного режиму, режиму вітрів і дощів і підвищення рівня моря.

У 1985 р. британські науковці повідомили результати спостереження за атмосферою, згідно з якими за попередні вісім років весняний вміст озону над Північним і Південним полюсами зменшився на 40% — це явище отримало назву «озонових дір». Існують різні причини цього феномену: 1) руйнування озонового шару оксидами нітрогену, що надходять із двигунів надзвукових транспортних літаків і ракет; 2) особливості циркуляції атмосфери — повітряні потоки з нижніх шарів атмосфери під час руху вгору розштовхують озон; 3) руйнування озону в атмосфері сполуками хлорфторвуглеводнями.

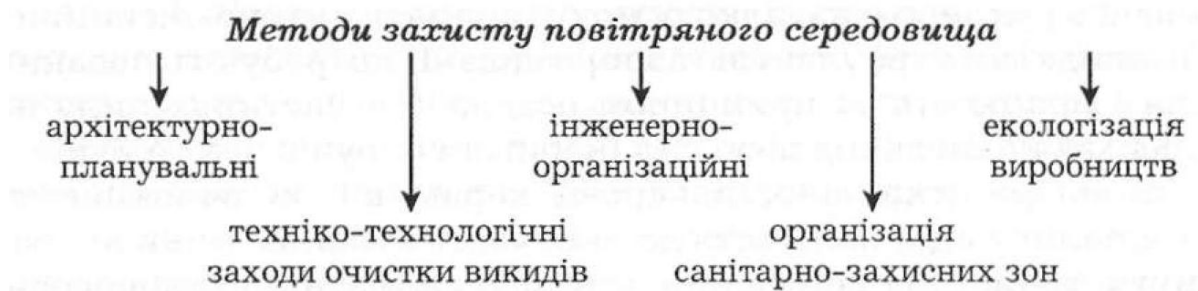
Проте переважна більшість науковців вважають, що сполуки хлору — хлорфторвуглеводні (ХФВ), які широко використовувалися в промисловості та у побуті, руйнують озоновий шар Землі. ХФВ вже більше 60 років використовуються як холодоагенти в холодильниках і кондиціонерах, як пропеленти для аерозольних сумішей, піноутворюючі агенти у вогнегасниках, очищувачі для електронних приладів, при виробництві пінопластиків.

ХФВ дуже стійкі й неактивні, проте, коли вони піднімаються до висоти приблизно 25 км, де концентрація озону максимальна, вони руйнуються під інтенсивним впливом ультрафіолетового проміння. Зруйновані компоненти ХФВ володіють високою реакційною здатністю, зокрема, хлор. При руйнуванні озону хлор діє подібно до каталізатора: в ході хімічного процесу його кількість не зменшується. Унаслідок цього один атом хлору може зруйнувати до 100 000 молекул озону, перш ніж він буде дезактивований або повернеться в нижні шари атмосфери. Вважається, що час життя в атмосфері для двох розповсюджених ХФВ — фреон-11 і фреон-12 становить 75 і 100 років відповідно.

У середині вересня 1987 р. представники 24 країн зустрілися у Монреалі і підписали угоду, за якою зобов'язалися скоротити вдвічі використання озоноруйнівних ХФВ до 1999 р. Однак у зв'язку із ситуацією, що погіршується, у 1990 р. в Лондоні було прийнято поправки до Монреальського протоколу. Відповідно до Лондонських поправок у список регульованих ХФВ увійшло ще

десять речовин, і було прийнято рішення припинити використання ХФВ, галогенів і чотирихлористого вуглецю до 2000 р., а метилхлороформу — до 2005 р.

Методи захисту повітряного середовища від шкідливих викидів



Коротко розглянемо зазначені заходи.

Архітектурно-планувальні заходи пов'язані з правильним взаємним розміщенням джерел викидів і житлової забудови з урахуванням напрямку вітру, облаштуванням навколо промислових підприємств зелених зон тощо.

Інженерно-організаційні заходи спрямовані на зниження інтенсивності руху автотранспорту. Будівництво об'їзних і окружних доріг навколо міст і населених пунктів, спорудження різнорівневих розв'язок на перехрестях доріг, збільшення висоти димових труб для кращого розсіювання пилогазових викидів в атмосфері.

Екологізація виробництв, а саме впровадження безвідходних та маловідходних технологій, дає змогу значно знизити рівень забруднення атмосфери. Найперспективнішими напрямками є перехід підприємств теплоенергетики з твердого палива на природний газ; використання вторинних енергоресурсів у вигляді гарячої води і гарячих газів.

Техніко-технологічні заходи очищення викидів. Існують різні методи очищення викидів від твердих, рідких і газоподібних домішок. На основі цих методів розроблено багато пристроїв та приладів, комплексне їхнє використання забезпечує високоефективне очищення пилогазових викидів.

Для очищення газів від твердих і рідких часток використовують технології *сухої інерційної очистки газів, мокрої очистки газів, фільтрації, електростатичного осадження.*

Сухі пиловловлювачі (осаджувальні камери, інерційні пиловловлювачі, циклони) призначені для грубого механічного очищення викидів від великих і важких часток пилу. Принцип роботи - осідання частинок під дією відцентрових сил і сили земного тяжіння.

Мокрі пиловловлювачі (порожнисті газопромивачі, скрубери тарілчасті, барботажні та пінні газопромивачі, газопромивачі з рухливою насадкою, мокрі апарати ударно-інерційної дії, швидкісні турбулентні газопромивачі) потребують подання води і працюють за принципом осадження частинок пилу на поверхні крапель під дією сил інерції та броунівського руху.

Фільтри (тканинні, паперові, керамічні, із волокнистих матеріалів тощо) належать до високоефективних типів апаратів сухої очистки газів. Вони здатні затримувати тонкодисперсні частинки пилу до 0,05 мкм. В основі роботи

фільтрів усіх видів є пропускання запиленого повітря через пористі середовища. При цьому частинки пилу, завислі у газі, під дією броунівської дифузії, ефекту дотику, інерційних, електростатичних та гравітаційних сил осідають у пористому середовищі.

Електрофільтри є досконалими приладами для очистки газів від пилу. Принцип роботи всіх типів електрофільтрів базується на ударній іонізації пилогазового потоку і осіданні пилу на осаджувальних і коронуючих електродах. Забруднені гази, які надходять в електрофільтр, завжди є частково іонізованими за рахунок різних зовнішніх факторів, тому вони можуть проводити струм, потрапляючи у простір між двома електродами. У просторі між заземленими коронуючим і осаджувальним електродами утворюється електричне поле змінної напруги за силовими лініями, які спрямовані від коронуючого до осаджувального електрода або навпаки. Осаджені частинки пилу під дією сили тяжіння потрапляють у пилосбірник.

Для очистки газів від токсичних газо- і пароподібних компонентів використовують методи *абсорбції, адсорбції, термічні і каталітичні*.

Абсорбційний метод побудований на поглинанні речовин із суміші газів рідинами з утворенням розчинів. Рідини, які використовують для поглинання газоподібних домішок, називають абсорбентами. Фізична сутність процесу абсорбції пояснюється так званою теорією плівки, згідно з якою при дотику рідини та газів на поверхні розділу фаз утворюється рідина та газова плівка. За рахунок сил дифузії розчинний у рідині компонент газоповітряної суміші проникає спочатку крізь газову плівку, а потім — крізь рідину і потрапляє у внутрішні шари абсорбенту, розподіляючись в його об'ємі. Газоподібні ціаністі сполуки абсорбують наприклад, 5% -ним розчином залізного купоросу.

Організація санітарно-захисних зон. Санітарно-захисна зона — це смуга, яка відділяє джерело промислового забруднення від житлових або громадських будівель для захисту населення від впливу шкідливих чинників виробництва (викиди пилу або інші види забруднення середовища).

Ширину санітарно-захисних зон встановлюють залежно від класу виробництва, ступеня шкідливості й кількості виділених в атмосферу речовин і приймають від 50 до 1000 м. Наприклад, для цементних заводів, потужність яких більше 150 тис. т цементу в рік (I клас виробництва) ширина санітарно-захисної зони — 1000 м, а для підприємств V класу виробництва — 50 м.

Санітарно-захисна зона повинна бути впорядкована та озеленена газостійкими породами дерев і чагарників, наприклад, тополею пірамідальною, робінією несправжньо-акацієвою, кленом гостролистим, ялиною колючою, липою серцелистою та ін.

Контрольні запитання

1. Назвіть джерела забруднення атмосфери та її основні забруднювачі.
2. Поясніть, чому охорона атмосферного повітря є ключовою проблемою оздоровлення навколишнього середовища.
3. Назвіть, чим викликані кислотні дощі.
4. Чому виснаження озонового шару Землі належить до глобальних екологічних

проблем?

5. Дайте характеристику методам захисту повітряного середовища.

Теми для доповідей, рефератів

Санітарно-гігієнічні показники стану атмосферного повітря.

Проблема озонових дір і шляхи її розв'язання.

Причини і наслідки глобального потепління клімату.

Література

Злобін Ю.А. Основи екології. — К.: Лібра, 1998.