

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

О. М. Древаль, О. Г. Янчик

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Навчально-методичний посібник

для студентів заочного навчання
Центру дистанційної та довузівської
підготовки, бакалавр

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 2 від 24.12.2014 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2017

УДК 574 (075.8)
ББК 20.1я2
Д73

Рецензенти:

М. М. Кірієнко, канд. техн. наук, доц., Національний технічний
університет сільського господарства ім. П. Василенка;

Л. А. Васьковець, канд. біолог. наук, проф., Національний
технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Древаль О. М.

Д73 **Основи екології : навч.-метод. посібник / О. М. Древаль,
О. Г. Янчик. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – 146 с.**

ISBN 978-617-05-0225-3

Навчально-методичний посібник містить теоретичні відомості,
практичну роботу та завдання на виконання контрольної роботи з дис-
ципліни «Основи екології», для студентів заочної форми навчання,
першого (бакалаврського) рівня підготовки.

Викладено методичні вказівки до виконання самостійної роботи,
також може бути використана для дистанційного навчання студентів.

Табл. 18. Бібліогр.: 26 назв.

УДК 574 (075.8)
ББК 20.1я2

ISBN 978-617-05-0225-3

© Древаль О. М., Янчик О. Г., 2017

ВСТУП

Взаємодія людського суспільства та природи стала однією з найважливіших проблем сучасності. Становище, яке складається у відносинах людини з природою, в багатьох випадках стає критичним: посилюється засуха, вичерпуються запаси води та корисних копалин, гостро відчувається нестача харчування у багатьох країнах, які розвиваються, погіршується стан ґрунту, водного та повітряного бсейнів, ускладнюється боротьба з шкідниками сільськогосподарських культур, порушується тепловий та енергетичний баланс.

Вплив людини на навколишнє природне середовище за останні роки практично змінив усі екологічні системи планети, газовий склад атмосфери, надходження сонячної радіації та енергетичний баланс Землі. Це означає, що стрімкий індустріальний прогрес водночас з матеріальними благами та небаченим раніше комфортом несе нарощування забруднення середовища, руйнування природних комплексів, виснажування природних ресурсів.

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

Удосконалення природокористування, екологічна обґрунтованість усієї господарської діяльності суспільства – величезне завдання сучасності.

Тому мета навчально-методичного посібника – надати студентам заочної форми навчання необхідний матеріал з формування знань та умінь з питань охорони навколишнього природного середовища, керівних та нормативних документів, методів і способів з визначення змін у системі екологічної безпеки під впливом людини, а також впливу на біосферу природних та антропогенних факторів та її захисту від забруднення.

Під час настановної сесії студенти вивчають основні положення курсу «Основи екології» на лекційних та практичних заняттях. Наданий матеріал сприяє організації самостійного вивчення матеріалу, а також допомагає студенту виконувати контрольну роботу, яка дозволяє оцінити рівень засвоєних ним знань за курсом.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Т е м а 1

НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС. БІОСФЕРА, СЕРЕДОВИЩЕ ТА УМОВИ ІСНУВАННЯ ОРГАНІЗМІВ

1. Довкілля та науково-технічний прогрес. Історія розвитку екології та об'єкт дослідження. Основні екологічні поняття та терміни.
2. Загальна характеристика та структура біосфери. Еволюція біосфери. Роль живої речовини.
3. Екосистеми. Процеси, що відбуваються в середині екосистеми.
4. Середовище та умови існування організмів. Популяція та угруповання.

Довкілля та науково-технічний прогрес. Історія розвитку екології та об'єкт дослідження. Основні екологічні поняття і терміни

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

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

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

Природа існувала задовго до виникнення людини, а з розвитком людського суспільства дія людини на оточуючий її світ значно

збільшується й стає більш відчутною. Вплив на природу факторів природного характеру (землетрус, виверження вулкану тощо) у порівнянні з дією, яку справляє людина (антропогенні фактори), практично незрівнянні. Перші з них порівняно короткочасні та рідкі, а інші – діють постійно, довго й у деяких випадках можуть привести до катастрофічних наслідків.

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

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

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

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

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

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

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

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

Екологія – відносно молода наука. З'явилася вона понад сто років тому. Як самостійна наука сформувалася до 1900 року. Термін «екологія» був уведений у літературу у 1866 році німецьким біологом-еволюціоністом Ернстом Геккелем.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таким чином, хоча екологія відносно молода наукова дисципліна, у її розвитку розрізняють декілька **фаз вивчення**: *середовища проживання окремих видів; екологічної системи; взаємовпливу екологічних систем; біосфери; людини у біосфері.*

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

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

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

Вивчення біосфери – це **четверта фаза** розвитку екології.

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

У біосфері відбувається коловорот матерії через харчові ланцюги.

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

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

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

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

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

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

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

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

Екологія (від грецького *oikos* – дім, житло, місце перебування та *logos* – наука – наука про відносини рослинних та тваринних організмів й утворених ними угруповань між собою і довкіллям. Об'єктом екології можуть бути популяції організмів, види угруповань, екосистеми та біосфера в цілому. У ХХ столітті у зв'язку з посиленою дією людини на природу екологія набула особливого значення як наукова основа раціонального природокористування та охорони живих організмів. З 70-х років ХХ століття складається екологія людини або соціальна екологія, яка вивчає закономірності

взаємодії суспільства з довкіллям, а також практичні проблеми її охорони; включає різноманітні філософські, соціальні, економічні, географічні та інші аспекти. У цьому розумінні кажуть про «екологізацію» сучасної науки.

Основною (елементарною) функціональною одиницею в екології є **ЕКОСИСТЕМА**.

Екосистема – це єдиний природний комплекс, утворений живими організмами та їх середовищем перебування, у якому усі компоненти пов'язані обміном речовин та енергії. Наприклад, екосистема лісу, озера, моря.

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

БІОГЕОЦЕНОЗ (від лат. *bios* – життя, *geo* – Земля, *cenos* – загальний) – однорідна ділянка земної поверхні з визначеним складом живих та неживих компонентів, що об'єднані у єдину систему обміном речовин та енергії.

Компоненти біогеоценозу – біотоп та біоценоз.

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

БІОЦЕНОЗ – об'єднання живих організмів, що спільно мешкають. Поняття «біоценоз» – умовне, оскільки поза середовищем перебування організми жити не можуть, але ним зручно користуватися у процесі вивчення екологічних зв'язків між організмами.

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

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

Виділяють три основні групи екологічних факторів.

Абіотичні (від грецького *a* – ускладнюючий, *biotikos* – живий) – сукупність неорганічних умов середовища перебування (неживе природне середовище), що включає фактори: **хімічні** (склад повітря, води, ґрунту та ін.); **фізичні** (температура, світло, вологість, тиск та ін.).

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

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

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

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

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

ЕКОЛОГІЧНА ВАЛЕНТНІСТЬ – здатність живої істоти пристосовуватися до змін умов середовища перебування.

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

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

За екологічною валентністю організми розподіляються на **стенобіонти** (грец. *stenos* – вузький і *bion* – той, що живе) із малою пристосованістю до змін середовища перебування (орхідеї, форель, глибинні риби) та **еврибіонти** (грец. *eurys* – широкий) із великою пристосованістю до змін (колорадський жук, миші, пацюки, вовки, пирій).

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

Виключно важливе значення в екології має закон **ВНУТРІШНЬОЇ ДИНАМІЧНОЇ РІВНОВАГИ** – речовини, енергія, ін-

формація та динамічні якості окремих природних систем та їх ієрархії взаємопов'язані настільки, що будь-яка зміна одного з показників викликає супутні функціонально-структурні кількісні та якісні зміни, які зберігають загальну суму речовинно-енергетичних, інформаційних та динамічних якостей систем, де ці зміни проходять, або в їх ієрархіях.

Закон має цілий ряд наслідків.

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

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

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

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

Закон **внутрішньої динамічної рівноваги** – одне з вузлових положень у природокористуванні. Доки зміни середовища слабкі й заподіяні на відносно невеликій площині, вони або обмежуються конкретним місцем або «згасають» у ланцюгу ієрархії екосистем. Але як тільки зміни досягають суттєвих значень для великих екосистем, вони призводять до значних зрушень у цих величезних природних утвореннях, а через них, згідно з другим наслідком, і в усій біосфері Землі. Будучи відносно незворотними (третій наслі-

док) зміни у природі кінець кінцем виявляються важконейтралізованими із соціально-економічної точки зору: їх виправлення потребує великих матеріальних коштів і фізичних зусиль.

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

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

Розглянуті вище терміни, поняття та закони становлять лише невелику частину тих, що діють в екології. Про деякі інші розмова піде у наступних темах цього курсу.

Загальна характеристика та структура біосфери. Еволюція біосфери. Роль живої речовини

Біосфера є найбільш великою (глобальною) екосистемою Землі. Це складна за складом та будовою оболонка, що охоплює нижню частину атмосфери, всю гідросферу та верхню частину літосфери, що населені живими організмами, «сфера існування живої речовини» (В.І. Вернадський).

Термін «**БІОСФЕРА**» введений в 1875 р. австрійським ученим – геологом Е. Зюсом.

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

«Межі біосфери зумовлені, передусім, полем існування життя» (Вернадський В.І. «Біосфера»). Це «поле існування життя», особ-

ливо активного, за новітніми даними, обмежене в прямовисній межі, головним чином, висотою майже 6 км над рівнем моря, до якої зберігаються позитивні температури в атмосфері і можуть жити хлорофілоносні рослини-продуценти (6,2 км у Гімалаях).

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

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

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

ЖИВА РЕЧОВИНА – сукупність тіл живих організмів, що населяють Землю поза залежністю від їх систематичної належності. Загальна маса живої речовини оцінюється величиною $2,4 \cdot 10^{12}$ т (в сухій масі).

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

Маса рослин – фотосинтетиків на Землі складає $2,4 \cdot 10^{12}$ т, а вторинних організмів (тваринних) – $0,023 \cdot 10^{12}$ т. Біомаса мікроорганізмів не оцінена належним чином, але припускається, що вона значно менше біомаси вищих організмів.

В.І. Вернадський неодноразово зазначав, що жива речовина невіддільна від біосфери, є її функцією й одночасно «однією з самих могутніх геохімічних сил нашої планети». Жива речовина являє собою нерозривну молекулярно-біохімічну єдність, системне ціле з характерними для кожної геологічної епохи рисами. Знищення багатьох видів живої речовини людиною може порушити цю єдність, що призведе до різкої зміни молекулярно-біохімічних властивостей живої речовини і можливості існування багатьох високо-

організованих видів, що процвітають, в тому числі і самої людини. Звідси випливає важливість збереження видів і в цілому живої речовини сучасного геологічного періоду.

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

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

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

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

Згідно із законом **БІОГЕННОЇ МІГРАЦІЇ АТОМІВ** (закон Вернадського) міграція елементів на земній поверхні і в біосфері в цілому відбувається під переважним впливом живої речовини, організмів. Так було і в геологічному минулому, мільйони років тому, таке є і в сучасних умовах.

Жива істота або бере участь в біохімічних процесах безпосередньо, або утворює відповідне, багате киснем, вуглекислими газом, воднем, азотом, фосфором та іншими речовинами, середовище. 2,3 млрд років тому з гідросфери в атмосферу починає проникати вільний кисень (завдяки життєдіяльності рослин – фотосинтетиків). Первісна атмосфера Землі, що складалася з водяної пари, аміаку, метану і водню – продуктів дегазації мантії Землі, змінюється: в ній з'являється *кисень* (O_2), *вуглекислий газ* (CO_2), *аміак* (NH_3) перетворюється на *азот* (N_2). Атмосфера стає біогенною – забезпечує життєдіяльність на нашій планеті.

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

Жива речовина, біомаса якої складає майже 0,0001 % від маси біосфери, стає однією з найпотужніших сил нашої планети. Цей

етап еволюції біосфери називають **БІОГЕНЕЗОМ** (грец. *bio* – життя і *genesis* – походження).

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

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

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

Екологічні системи та процеси, що відбуваються в її середині

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

- мікроекологічні системи (*стовбур дерева, що гниє та ін.*);
- мезоекологічні системи (*ліс, ставок та ін.*);
- макроекологічні системи (*океан, континент та ін.*).

Під **САМОРЕГУЛЯЦІЄЮ** розуміють здатність природної екологічної системи (далі – екосистеми) до відновлення внутрішніх властивостей й структур після якогось природного чи антропогенного впливу, що змінив ці властивості й структури. Саморегуляція ґрунтується на принципі зворотного зв'язку окремих підсистем, що складають природну систему, й екологічних компонентів. Кіль-

кiсть зв'язкiв M залежить вiд кiлькостi компонентiв N , що складають екосистему, i може бути визначена за формулою:

$$M = \frac{N(N-1)}{2},$$

при $N = 1000$, $M = 500\,000$.

Найнеобхiднiшi для людини функцiї екосистем:

- виробництво харчу;
- виробництво кисню;
- виробництво незамiнних ресурсiв бiологiчного походження;
- переробка i знешкодження рiзноманiтних вiдходiв;
- рекреацiя i пiдтримання нормального стану нервової системи (душевного i психiчного здоров'я) людини.

Виходячи з цього, найбiльш важливими i для добробуту (iснування) людини, i для бiосфери в цiлому є такi екосистеми: **сiльсько-господарськi; лiснi; прибережнi та прiсноводнi.**

Саме цi екосистеми залученi до найважливиших екологiчних процесiв, що необхiднi як для виживання людини, так i для стiйкого соцiально-економiчного розвитку суспiльства.

Аналізуючи внутрiшнє життя екосистем, логiчно видiлити три групи процесiв (*потокiв*): *iнформацiї; речовини; енергiї.*

Цi потоки взаємопов'язанi i тiсно переплiтаються. Наприклад, носiєм енергiї та iнформацiї часто служить потiк речовини. Iнформацiя може переноситися також з потоками енергiї (свiтловою чи тепловою радiацiєю, звуковими сигналами) Тому видiлення трьох груп процесiв носить умовний характер i робиться лише для зручностi аналізу дуже складного об'єкта – екосистеми, що функцiонує. Завдяки такому видiленню стає зрозумiлим, що для повноцiнної охорони навколишнього середовища, динамiчних екологiчних систем необхiдно збереження всiх трьох потокiв.

Потоки iнформацiї. Iнформацiя – енергетично слабка дiя, яка сприймається органiзмом як закодоване повiдомлення про можливiсть багаторазово бiльш потужної дiї на неї з боку iнших органiзмiв або факторiв середовища та викликає в органiзмі реакцiю увiдповiдь. Це найменш розроблена сфера у вивченнi життя екосистем. Освоєння цiєї сфери дозволить зрозумiти механiзми регуляцiї та стiйкостi екосистем – основи екологiї та ключ до можливостi достатньо тонко керувати ними. Один з аспектiв вивчення iнформацiї –

це дослідження сигналізації та комунікації організмів. Встановлено, що практично всі можливі засоби сигналізації (світлова, хімічна, звукова) використовуються організмами.

Універсальну функцію носія інформації в біосфері виконують електромагнітні поля. Це обумовлено тим, що з усіх відомих нам типів зв'язку саме зв'язок на основі електромагнітних полів є найбільш інформативним та економічним.

Електромагнітні поля, як засіб зв'язку у біосфері, в порівнянні зі звуковою, світловою або хімічною інформацією мають такі переваги: розповсюджуються в будь-якому середовищі життя – у повітрі, воді, ґрунті та тканинах організмів; мають максимальну швидкість розповсюдження; можуть розповсюджуватися при будь-якій погоді та незалежно від часу на добу; можуть передаватися на будь-яку відстань; можуть приходити на Землю із Космосу; на них реагують усі біосистеми (на відміну від інших сигналів).

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

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

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

Потоки речовини. Ці потоки доцільно розглядати як потоки хімічних елементів (С, N, P). Вони бувають: циклічними (коловороти речовин); нециклічними (потоки речовини, що приносяться в дану екосистему зовні і відходять з неї в інші ділянки біосфери).

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

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

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

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

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

Виділяють два основних **БІОХІМІЧНИХ коловороту**: *великий (геологічний)*; *малий (біотичний)*.

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

Малий коловорот є частиною великого, відбувається на рівні біогеоценозу і полягає в тому, що поживні речовини ґрунту, вода, вуглець акумулюються в речовині рослин, витрачаються на побудову тіла і життєві процеси як їх самих, так і організмів-консументів. Продукти розпаду органічної речовини знов розкладаються

грунтовою мікрофлорою і мезофауною (бактерії, гриби, молюски, комахи, простіші та ін.) до мінеральних компонентів, знов доступних рослинам, що знов утягують їх у потік речовини.

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

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

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

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

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

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

Про таку систему кажуть, що вона знаходиться в стані **МАКСИМАЛЬНОЇ ЕНТРОПІЇ**. Ентропія, таким чином, відображає можливість перетворення енергії і розглядається як міра неупорядкованості системи (максимальній ентропії відповідає максимальна неупорядкованість – хаос). Для того щоб ентропія системи не зростала, організм чи система повинна витягувати енергію («упорядкованість організації») звідкільсь із зовні, безупинно підтримувати та

накопичувати її проти градієнта ентропії. Цю необхідну енергетичну дотацію екосистема (та організми) одержує від Сонця, по суті, являючи собою **ВІДКРИТУ СИСТЕМУ**.

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

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

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

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

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

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

На прикладі харчового ланцюга наочно видні взаємодії між організмами у вигляді зв'язків «жертва-хижак» та «хазяїн-паразит».

У природі, як правило, деякі кільця харчових ланцюгів є спільними для інших ланцюгів. Внаслідок чого картина взаємодій та взаємовідносин значно ускладнюється, що дає можливість говорити про наявність просторових харчових мереж.

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

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

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

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

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

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

Розрізняють три види екологічних пірамід:

- піраміда чисел Елтона – відображає співвідношення кількості особин у харчовому ланцюгу;
- піраміда біомас – відображає співвідношення мас живої речовини кожного кільця трофічного ланцюга;
- піраміда енергій – відображає співвідношення енергетичних еквівалентів на одиницю часу кожного кільця трофічного ланцюга;
- піраміди чисел та біомас відображають статику системи (кількість організмів в даний момент). Піраміда енергій відображає швидкість проходження маси їжі крізь харчовий ланцюг (динаміку системи). Якщо враховані усі джерела енергії, піраміда завжди буде мати типовий вигляд, як це диктується другим законом термодинаміки.

Екологічні піраміди дозволяють ілюструвати кількісні відносини в окремих, особливо цікавих випадках, наприклад, у зв'язках «жертва-хижак» чи «хазяїн-паразит».

Антропогенні впливи призводять до перерозподілу потоків енергії по харчових ланцюгах екосистем чи заміни одного харчово-

го ланцюга іншим. Ці зміни широко розповсюджені та передують вимиранню видів.

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

- ✓ антропогенні викиди (емісії) тепла, що пов'язані з енергетикою і промисловістю

- ✓ зміна балансу радіації, що надходить від Сонця, внаслідок зміни відбиваючої здатності (альbedo) поверхні екосистеми (знищення лісів та заміна на інші екосистеми – зменшується частка сонячної радіації, що поглинається екосистемою, або «почорніння» поверхні – розширення водної поверхні, чи випалювання рослинності).

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

- 1) Підтримання найважливіших екологічних процесів та життєзабезпечуючих систем;
- 2) Збереження генетичної різноманітності;
- 3) Надання використанню видів та екосистем постійного, не виснажливого характеру.

Середовище та умови існування організмів. Популяції та угруповання

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

При цьому, рівні організації життя складають своєрідний біологічний спектр – ген, клітина, орган, організм, популяція, угруповання.

На кожному рівні внаслідок взаємодії з навколишнім фізичним середовищем виникають функціональні системи, які містять живі компоненти (біотичні) і неживе навколишнє оточення (абіотичні компоненти), що називаються **БІОСИСТЕМАМИ**.

Узагальнено основні компоненти фізичного (конкретного) середовища пробування включають: ґрунт, атмосферу, воду (гідро-

сферу), природні тваринні і рослинні організми, а також об'єкти, речовини, матеріали і організми, що створені людиною.

Фізичне середовище є джерелом чи носієм взаємодіючих факторів, сукупність яких і складає поняття середовища в екології. При цьому складність оточення кожного організму настільки велика, що не можна дати не тільки вичерпного опису факторів, але часто, навіть простого їх переліку. Не всі з факторів мають однакове значення і виявляють однаковий вплив на організми. Перелік факторів, що мають істотне значення, називають функціональним середовищем. Контингент факторів, що входять до складу функціонального середовища живих організмів, несталий і специфічний для різноманітних організмів. Дослідженням взаємодій в системі особина – середовище займається факторіальна екологія (аутоекологія).

Згідно з рис. 1.1 найбільш загальна класифікація факторів середовища полягає в їх розподілі на біотичні і абіотичні фактори. В дослідженнях з охорони навколишнього середовища виділяють також групу антропогенних факторів, що пов'язані з діяльністю людини. Вони включають як абіотичні, так і біотичні фактори.

Біотичні фактори складають предмет вивчення динаміки популяцій (демекологія) і біоценології і будуть розглянуті нижче.

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

Саме кліматичні фактори вирішальним чином визначають умови життя в будь-якому місці на Землі, а їх цифрові значення дають порівняльну характеристику середовища.

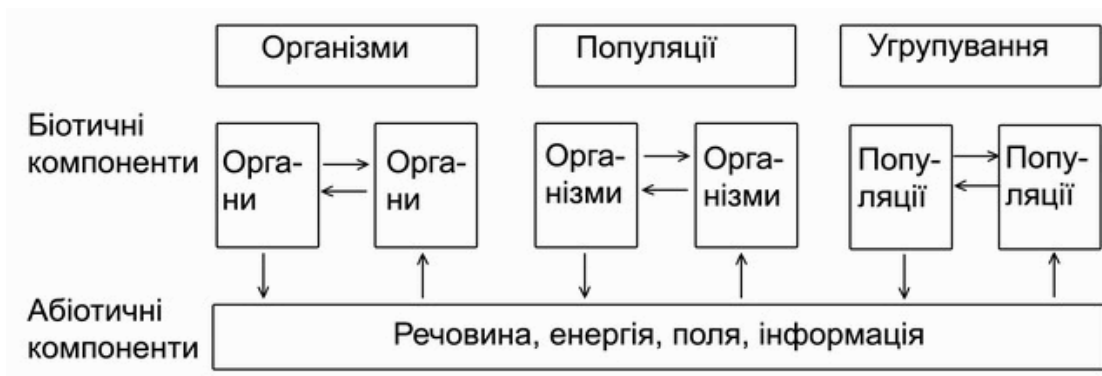


Рис. 1.1. Загальна класифікація середовища

До таких факторів належать: сонячне випромінювання, температура, вода (як фактор, а не фізичне середовище), атмосферний і гідросферний тиск.

ВИПРОМІНЮВАННЯ СОНЦЯ – служить первинним джерелом енергії, без якого неможливе життя. За деякими даними, на частку цього джерела припадає до 99 % енергії, що знаходиться в обертанні на Землі. Сонячне випромінювання, що проходить крізь верхні шари атмосфери і досягає поверхні Землі, складається з електромагнітних хвиль довжиною приблизно від 0,3 до 10 мкм. Ділянки спектра цього випромінювання – ультрафіолетовий, видимий та інфрачервоний – несуть різну кількість енергії.

Ділянка спектра	Довжина хвилі, мкм	Енергія випромінювання, %
ультрафіолетовий	< 0,4	9
видимий	0,4–0,7	41
інфрачервоний	> 0,7	50

Повна кількість сонячного випромінювання, що падає на 1 см² поверхні верхньої межі атмосфери протягом 1 хвилини, називається **СОНЯЧНОЮ СТАЛОЮ**. Вона дорівнює приблизно 8,3 Дж/см² · хв. Ця величина означає, що якби енергія, що досягає із сонячними променями верхньої межі атмосфери, безперешкодно проникала до Землі і повністю нею поглиналась, то температура поверхні односантиметрового шару води збільшувалася б зі швидкістю 2 °С у хвилину. Проте сонячне випромінювання частково поглинається атмосферою, частково нею ж відбивається, а чимала його частина підлягає розсіюванню.

Величина безпосереднього випромінювання, що досягає даної точки поверхні Землі, коливається у межах 0,3–2,4 Дж/см² · хв та визначається рядом умов: товщиною та оптичними властивостями атмосфери, кутом падіння променів, положенням Сонця. Тобто безпосереднє випромінювання у певному місці земної кулі залежить від географічної широти, пори року, часу дня і погодних умов.

Сонячне випромінювання внаслідок контакту з частками атмосфери підлягає частково розсіюванню і відбиванню. Воно досягає поверхні Землі під різними кутами. Завдяки цьому сонячна енергія проникає у місця, що закриті для прямого сонячного опромінюван-

ня, а у хмарні дні є єдиним джерелом сонячного випромінювання. Протягом доби величина розсіяного випромінювання збільшується до полудня, а після цього зменшується. Енергія розсіяного випромінювання зимою в два і більше разів перевищує енергію (для Європи) безпосереднього випромінювання і приблизно дорівнює їй в інші пори року. Розподіл енергії розсіяного випромінювання виявляє зсув у бік ультрафіолетового випромінювання, частка якого в ньому вище, ніж у безпосередньому випромінюванні Сонця. Звідси зрозуміло, чому можна засмагати в затінку при цілком безхмарному небі.

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

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

Таким чином, чимала частина випромінювання Землі вертається назад і тепер повністю поглинається. Напруженість довгохвильового випромінювання, що повертається атмосферою, оцінюється в $2,5 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{хв}$, а незворотні енергетичні втрати у космічний простір, залежно від хмарності, складають $0,4\text{--}1,3 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{хв}$. Тобто зворотне випромінювання атмосфери є ефективним засобом повернення енергії, що загублена раніш Землею. Це явище, що відоме під назвою **ПАРНИКОВОГО ЕФЕКТУ**, істотним чином впливає на тепловий баланс Землі. Середня температура Землі дорівнює 15°C , тоді як без зворотного випромінювання вона повинна стано-

вити $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким чином, баланс на активній поверхні, тобто на межі між двома елементами системи, у якій відбувається теплообмін (у ґрунту – його поверхня, у води – її дзеркало), виглядає таким чином:

$$S = S_c + S_n + S_a - S_3 - S_1 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{хв.},$$

де S_c – безпосереднє випромінювання Сонця; S_n – розсіяне випромінювання неба; S_a – зворотнє випромінювання атмосфери; S_3 – випромінювання Землі; $S_1 = L (S_c + S_n) / 100$ – відбивання Землі.

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

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

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

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

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

Стан насичення відповідає найбільшій пружності, яка можлива при даній температурі (рівновага випаровування і конденсації). Відношення пружності пари e і пружності в стані насичення E називається відносною вологістю, %

$$\varphi = (e/E) \cdot 100.$$

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

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

У ґрунтовому середовищі вода зустрічається у різних видах.

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

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

Найбільші значення атмосферного тиску спостерігаються у зниженнях рельєфу (нижче рівня моря), де він може досягати 800 мм рт. ст., тоді, як на межі довічних снігів в горах тиск падає до 300 мм рт. ст. Значно більші перепади тиску у водяному середовищі. Гідростатичний тиск із заглибленням на кожні 10 м збільшується на 1 атм. (760 мм рт. ст.). При середній глибині океанів 3800 м гідростатичний тиск поблизу дна у 380 разів перевищує тиск повітря на рівні моря.

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

Умови середовища проявляють значну мінливість у часі і просторі. Тому більшість біологічних видів пристосовані не до певного значення даного фактора, а до деяких меж його мінливості. Як при більш низьких, так і при більш високих значеннях фактора може наступити загибель організму.

Найбільш допустиме значення фактора називається верхньою, а якнайменше – нижньою критичною точкою. Укладений між цими двома значеннями діапазон мінливості фактора являє собою зону екологічної толерантності. Поблизу критичних точок активність організму сильно обмежена, тоді як середина зони відповідає оптимуму (ця закономірність відома як «правило оптимуму»). Толерантність різноманітних організмів по відношенню до одного і того ж фактора може істотно відрізнятись. В одних видів зона толерантності дуже широка (такі види називаються еврибіонтами), у інших – вузька (види – стенобіонти).

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

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

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

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

Адаптація здійснюється за допомогою нервової й ендокринної систем.

У живих організмів є **три види регуляції**.

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

Основні недоліки цього виду регуляції є уповільнена реакція – регуляція відбувається протягом певного часу (наприклад, при прийманні таблеток, уколах); відсутність конкретного адресата (впливає на багато органів і систем організму з появою побічних ефектів).

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

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

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

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

У відношенні до сонячного випромінювання організми стоять перед дилемою: з одного боку, прямий вплив світла на протоплазму смертельний для організму, з іншого світло служить первинним джерелом енергії, без якого не можливе життя.

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

Тварини, що мають великі розміри тіла, передусім птахи і ссавці (в тому числі і людина), потребують деякої кількості ультрафіолетового випромінювання у зв'язку із синтезом вітаміну Д (відпо-

відає за міцність кісток скелету). Проте передозування випромінювання кварцовою лампою у людини призводить до опіків, а у дрібних тварин ультрафіолетове випромінювання може викликати загибель.

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

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

Тварини використовують інфрачервоне випромінювання як джерело теплової енергії. Це випромінювання має велике екологічне значення, головним чином завдяки тепловому ефекту, що воно викликає з причини щодо свого теплового ефекту.

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

Розрізняють два типи живих організмів:

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

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

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

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

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

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

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

Терморекцептори поділяються на: ті, що сприймають холод (холодові); ті, що сприймають тепло (теплові).

Холодові рецептори залягають поверхнево (на глибині 0,17 мм), теплові – глибше (0,3 мм). Кількість точок на поверхні тіла, де зосереджені холодові рецептори, приблизно дорівнюється 250 тисячам, теплові – приблизно 30 тисячам.

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

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

- спочатку низька температура виступає збудливою, як стресорний фактор;
- при подальшому впливі температури навколишнього середовища відбувається зниження температури тіла і спрацювання механізмів опору (починаються процеси теплотворення – виділення енергії);
- при продовженні впливу фактора на організм і вичерпання резервів останнього настає загибель (у людини цьому відповідає зниження температури тіла до +24 °С, при якій скипаються ферменти).

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

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

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

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

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

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

- ◆ гідрофіти – організми, що проживають у воді;
- ◆ гелофіти – організми, що проживають на межі води і сухо-
долу;
- ◆ гігрофіли – організми, що вимагають високої вологості се-
редовища;
- ◆ ксерофіли – організми, що проявляють високу стійкість до
усихання.

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

Іспанські конкістадори змушені були перенести столицю Перу в розташовану на березі океану Ліму, тому що на висоті 3500 метрів коні і свині не розмножувалися. Осіле проживання людей на

висоті понад 4000 метрів над рівнем моря призводить до вимирання поселень.

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

Пристосування до нових кліматичних умов має назву **АКЛІМАТИЗАЦІЯ**.

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

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

Поняття **ПОПУЛЯЦІЯ** є одним із центральних в екології.

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

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

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

Визначення та основні властивості популяції.

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

Тобто густина, що вимірюється у біомасі, не залежить від розміру особини.

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

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

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

Віковий склад популяції є важливою характеристикою, оскільки впливає на смертність та народжуваність. Співвідношення різних вікових груп в популяції визначає її здатність до розмноження

в даний момент і показує, чого можна очікувати в майбутньому. У популяціях, що швидко зростають, чималу частку становлять молоді особини. Популяції, що знаходяться в стаціонарному стані, мають більш рівномірний віковий розподіл. У популяції, кількість якої знижується, буде міститися велика частка старих особин, що і має місце в ряді держав, в тому числі в Україні.

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

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

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

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

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

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

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

- ✓ висока смертність при високій народжуваності (і відповідно мала середня тривалість життя) – *r*-стратегія.
- ✓ низька смертність при низькій народжуваності (велика тривалість життя) – *K*-стратегія.

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

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

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

Як правило, в природі будь-яка із стратегій має переваги в порівнянні з будь-яким компромісом.

В угрупованнях існує міжвидова конкуренція, тобто боротьба за ресурси всередині угруповання.

Існують такі: типи взаємодії двох популяцій в угрупованнях:

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

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

Конкуренція за **ЗАГАЛЬНИЙ РЕСУРС**, при якій кожна популяція посередньо негативно впливає на іншу в боротьбі за функціональний ресурс.

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

ПАЗИТИЗМ (особини – паразити менші за особин хазяїна) і хижацтво (особини – хижаки зазвичай більше особин – жертв), при яких одна популяція несприятливо впливає на іншу, нападаючи безпосередньо на неї, але, все таки, сама залежить від об'єкта свого нападу.

КОМЕНСАЛІЗМ – вид симбіотичної взаємодії між двома живими організмами, коли один з них отримує від другого їжу чи

іншу користь, не зашкоджуючи йому, але й не надаючи ніяких переваг. Як й інші екологічні взаємодії, коменсалізм варіюється залежно від близькості та тривалості стосунків від щільних симбіозів, які тривають все життя, до короточасних слабких взаємодій через посередників.

ПРОТОКООПЕРАЦІЯ – тип взаємин між двома організмами (популяціями), при якому обидва отримують користь, але який нерідко не є обов'язковим і взаємозв'язок просто випадковий. Протокооперацію розглядають як один з різновидів симбіозу.

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

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

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

$$dN_1 / dt = r_1 \cdot N_1 - r_1 / K_1 - N_1^2 - a \cdot N_1 \cdot N_2,$$

де r – репродуктивний потенціал; K – стабільна кількість, до якої прямує популяція у даних умовах (місткість середовища); N_1, N_2 – чисельність популяцій 1 і 2; a – коефіцієнт, що визначає напруженість міжвидової конкуренції; dN_1 / dt – швидкість зростання популяції 1; $r_1 \cdot N_1$ – максимальна швидкість зростання популяції 1; r_1 / K_1 – визначає напруженість внутрішньовидової конкуренції.

Із розв'язування цих рівнянь випливає, що швидкість зростання кожної популяції дорівнює максимальній швидкості зростання мінус вплив власної кількості (напруженість внутрішньовидової конкуренції) і мінус вплив іншого виду (напруженість міжвидової конкуренції). Причому останній параметр (a) може бути позитивним, від'ємним і рівним нулю.

При розгляді взаємодії великої кількості числа популяцій складають відповідну систему рівнянь.

Якщо обмежитися взаємодією двох видів, можна записати друге рівняння:

$$dN_2 / dt = r_2 \cdot N_2 - r_2 \cdot N_2 / K_2 - b \cdot N_2 \cdot N_1,$$

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

Система рівнянь для двох популяцій носить назву рівнянь Лотки–Вольтерри, отриманих ними незалежно один від одного у 1925 і 1926 рр. і використуваних В. Вольтеррою для пояснення коливань рибних уловів в Адріатичному морі. Відтоді ці рівняння були предметом численних досліджень.

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

У системі «хижак – жертва» картина цілком інша. За відсутності внутрішньовидової конкуренції ($K_1 = K_2 = K$) і конкурентного впливу жертви на хижака ($b = 0$), але наявності залежності народжуваності хижака (B_2) від кількості жертви ($B_2 = K_n \cdot a \cdot N_1$, де K_n – коефіцієнт корисної дії переробки біомаси жертви на біомасу хижака) одержуємо класичну модель В. Вольтерри

$$\begin{aligned} dN_1 / dt &= r_1 \cdot N_1 - a \cdot N_1 \cdot N_2 \\ dN_2 / dt &= (K_n \cdot a \cdot N_1 - D_2) \cdot N_2, \end{aligned}$$

де B, D – функції народжуваності та смерті; $a \cdot N_1$ – швидкість споживання жертви одним хижакком.

Аналіз цієї моделі дозволяє зробити висновок, що в системі «хижак – жертва» за відповідних умов можливий стійкий режим коливань кількості жертв N_1 і хижаків N_2 .

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

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

Людина, на жаль, ще дуже повільно навчається бути «бережливим хижакком», тобто, не знищувати свою жертву повністю при експлуатації її, як ресурсу. Теоретично оптимальне вилучення

з експлуатованої популяції (наприклад, риби з озера) повинно робитись до рівня, при якому подальша швидкість зростання популяції максимальна. Реально оптимальний вихід живої продукції забезпечується в обсязі дещо меншому половини граничної кількості популяції при даних умовах середовища перебування.

Взагалі, в екології властивість будь-якої системи відновлюватися після того, як її структура і функції були порушені, має назву пружна стійкість біосистеми. Це поняття тісно пов'язано із властивістю живої матерії до самоорганізації. Здатність біосистеми чинити опір, підтримуючи свою структуру і функції незмінними, називають резистентною стійкістю. Одна і та ж біосистема володіє, як правило, тільки одним типом підтримання стабільності.

Ще одне виключно важливе поняття в біоценології – **екологічна ніша**. Вона включає не тільки фізичний простір, але і певну частину екологічного середовища, що описується, як відомо, абіотичними і біотичними факторами.

Отже, екологічна ніша даного виду визначається не тільки місцем, де він живе, але і його вимогами до навколишнього середовища (температура, вологість і т. ін.), а також взаємовідносинами з іншими видами при добуванні їжі. Конкуренція за один і той же харчовий ресурс призводить до зменшення ніші одного з видів чи навіть його повного витиснення з даної ніші. Витиснення одного виду іншим може статися і внаслідок конкуренції за будь-яким параметром екологічної ніші, наприклад, кількістю сонячної енергії, що надходить (у рослин). Зона екологічної толерантності виду відповідає ширині екологічної ніші по даному фактору. Для характеристики ніші використовують ще її перекривання нішами сусідніх видів, без чого не обходяться реальні біогеоценози. Види, що займають однакові ніші на різних географічних широтах, мають назву екологічні еквіваленти.

Визначаючи біогеоценоз, як сукупність всіх видів, що населяють певну територію, ми фактично не наклали ніяких обмежень на географічні характеристики цієї території. Разом з тим межі природних біосистем не можуть бути задані довільно. Тому упроваджено поняття, щоб уточнити раніше використовуваний нами термін. Біогеоценозом називається сукупність популяцій всіх видів живих організмів, які населяють певну географічну територію, що

відрізняється від сусідніх територій за хімічним складом ґрунтів, вод, а також за рядом фізичних показників (висота над рівнем моря, величина сонячного опромінення і т. ін.). Тобто, простір, що займає біогеоценоз, відмежований істотною зміною на його межі хоча б одного фактора екологічного середовища.

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

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

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

Сукцесія, що починається на ділянці, яка раніше не була зайнята (потік застиглої лави), має назву первинна сукцесія. Сукцесія, що починається на площі, з якої усунено колишнє суспільство (ліс не вирубування), має назву вторинна сукцесія. На ранніх стадіях сукцесії переважає r – відбір, тобто успішно вселяються види з високою швидкістю розмноження і росту. Напроти, для пізніх стадій сукцесії характерний k – відбір, тобто переважають види з низьким потенціалом росту, але з більш високою здатністю до виживаності в умовах конкуренції. Типовий ряд вторинної сукцесії в передгірному краї включає стадії: голе поле, степ, злаки і чагарники, сосновий ліс і, через 150 років, дубовий ліс.

Тема 2

ПРИРОДНІ Й АНТРОПОГЕННІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА БІОСФЕРУ. ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ. УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1. Класифікація та загальна характеристика джерел забруднення навколишнього середовища.
2. Класифікація методів захисту навколишнього середовища та їх характеристика.
3. Управління якістю навколишнього середовища. Міжнародна співпраця в галузі охорони природи.

Класифікація та загальна характеристика джерел забруднення навколишнього середовища

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

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

У загальному випадку поняття «забруднення» включає внесення в якесь середовище нових, не характерних для нього несприятливих фізичних, хімічних та біологічних агентів або перевищення природного середньо багаторічного рівня цих агентів. Основні джерела забруднення біосфери, що утворюються природними, виробничими і побутовими процесами, можуть бути об'єднані в **дві групи** забруднення: *природного* та *штучного* походження.

За **характером забруднення** можуть бути об'єднані у дві групи: *матеріальні (токсичні й нетоксичні); енергетичні (теплові викиди, всі види випромінювань і поля, що впливають на природне середовище).*

За **розташуванням джерела забруднення біосфери** можуть бути: *зосереджені (точкові); розосереджені (розподілені).*

За **характером виявлення**: *безупинної дії; періодичної (короткочасної) дії.*

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

Геомагнітне поле (ГМП). Однією з особливостей нашої планети є її магнітне поле, яке відноситься до природних слабких за інтенсивністю електромагнітних полів.

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

Проте геофізики встановили, що протягом геологічної історії нашої планети магнітне поле неодноразово знижувало свою напруженість і навіть змінювало знак (тобто, південний і північний магнітні полюси змінювалися місцями). Таких епох зміни знака магнітного поля, чи інверсій, зараз встановлено багато десятків; вони залишили слід у магнітних особливостях гірських порід.

В епоху безпосередньої зміни знака магнітного поля це поле зникало, щоб потім знову з'явитися, збільшуючись до норми, але уже з протилежним знаком. Припускається, що епоха магнітного поля могла тривати кілька тисяч років. Наприклад, теперішня магнітна епоха умовно названа епохою прямої полярності. Вона тягнеться вже майже 700 тис. років. Проте напруженість поля поволі, але невідступно знижується. Якщо цей процес буде розвиватися і далі, то приблизно через 2000 років напруженість магнітного поля Землі упаде до 0, а потім, через певний час «магнітної епохи», почне наростати, але вже з протилежним знаком.

Якщо дослідження Крейна вважати адекватними, то «без магнітна епоха» повинна сприйматися живими організмами як катастрофа. Багато з них повимирає чи змінять свої властивості. Проте існує ще одна небезпека. Справа в тому, що магнітне поле Землі є щитом, який захищає життя на нашій планеті від потоку сонячних і космічних часток. Рухаючись із надвисокими швидкостями, такі частинки є сильним іонізуючим фактором, що впливає на живу тканину, зокрема, на генетичний апарат організмів.

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

Встановлено, що магнітне поле відхиляє траєкторії космічних часток і «закручує» їх навколо планети.

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

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

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

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

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

Природні променеві навантаження це навантаження, які формуються за рахунок зовнішнього та внутрішнього опромінення організмів від природних джерел іонізуючого опромінення.

Зовнішнє опромінення біонтів (мешканців біосфери) формується трьома складовими: космічним випромінюванням; випромінюванням радіонуклідів, що розсіяні в біосфері; випромінюванням матеріалів і споруд, що створені людиною.

Внутрішнє опромінення біонтів формується радіонуклідами, що накопичуються в їхніх тканинах у процесі поглинання поживних речовин із навколишнього середовища. Наприклад, у ссавців, птахів та інших аеробіонтів, що володіють легенеvim апаратом, внутрішнє опромінення формується двома складовими: *радіонуклідами, що відклалися в тканинах, кістках та тими, що затримуються в слизовій оболонці органів дихання.*

Рівень природного радіаційного фону, що є причиною природних променевих навантажень, в різноманітних ландшафтах та компонентах біосфери різний і залежить від випромінювання та концентрації радіонуклідів у зоні проживання різноманітних організмів. Наприклад, гірські ландшафти характеризуються підвищеним внеском космічного випромінювання в сумарне променеве навантаження організмів, що населяють нагір'я, а також нестійкою концентрацією радіоактивних аерозолів у приземному шарі повітря. Інтенсивність космічного випромінювання в приморських рівнинах

менше, ніж в усіх видах ландшафтів, що розташовані на тій же широті.

Біологічні процеси, що супутні створенню ґрунтів, істотно впливають на накопичення в них радіоактивних речовин. У міру зростання кількості радіоактивного матеріалу і, отже, питомої активності ґрунти орієнтовно можна розташувати у такому порядку: торф'яні, чорноземні ґрунти степової зони та лісостепу, ґрунти, що розвиваються на гранітах.

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

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

Грізним стихійним лихом є вулканічна діяльність, що зазвичай супроводжується землетрусом. Більшість діючих зараз вулканів розташовані на островах і берегах Тихого та Атлантичного океанів.

Головні фактори руйнування й забруднення біосфери – *потоки лави, вулканічного бруду, попіл, газу (HCl, HF, Cl₂, CO, SO₂, H₂S, CO₂ та ін.), землетруси, зсув ґрунту, цунамі.*

ЗЕМЛЕТРУС – підземні поштовхи й коливання земної поверхні, що викликані, головним чином, тектонічними процесами. Поділяються на тектонічні, вулканічні, обвальні. Щороку у світі відбувається сотні тисяч землетрусів, лише незначна частина яких руйнівні. Найбільш відомі катастрофічні землетруси минулого століття – Сан-Франциський (Каліфорнійський) 1906 р., Месінський 1908 р., Токійський 1923 р., Ашхабадський 1948 р., Чилійський 1960 р., Мексиканський 1985 р., Вірменський 1988 р. та ряд інших.

ЦУНАМІ – морські гравітаційні хвилі великої довжини, що виникають, головним чином, при підводних землетрусах унаслідок зрушення нагору чи вниз занадто довгих ділянок дна. По поверхні

океану цунамі розповсюджується зі швидкістю від 50 до 1 тис. км на годину. Висота цунамі в зоні виникнення від 0,1 до 5 м, але на узбережжі досягає 50 м і більше. На узбережжі сильне цунамі – стихійне лихо катастрофічного порядку (наприклад, Курільське 1952 р., Чилійське 1960 р., Аляскінське 1967 р.).

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

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

ТОРНАДО – смерч над суходолом.

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

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

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

Наприклад, щороку в біосферу викидається природних забруднень, млн т: морської солі – 350–650; ґрунтових солей (за рахунок ерозії) – 200–300; продуктів виверження вулканів – 70–80; газів, внаслідок лісових пожеж – 70–75; космічного пилу – 3–3,5.

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

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

Крім того, на Землю випадає чимала кількість опадів ($5,8 \cdot 10^{14}$ т/рік), що включають тверді і рідкі аерозолі.

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

У біосфері, завдяки процесам самоочищення, до нещодавніх пір відбувалось замкнуте безвідходне виробництво. Проте з кожним роком усе більше зростає антропогенний вплив на біосферу.

Антропогенний вплив тісно пов'язаний зі зміною природи.

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

Ці етапи такі: вплив людей на біосферу лише як звичайних біологічних видів; надінтенсивне мисливство без різкої зміни екосистем у період становлення людства; зміна екосистем через випас худоби, прискорення росту трав шляхом випалювання та інших акцій; підсилення впливу на природу з докорінним перетворенням частини екосистем (розорювання земель, широке вирубування лісів і т. д.); глобальна зміна всіх екологічних компонентів біосфери в цілому у зв'язку з необмеженою інтенсифікацією господарства.

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

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

Екологічну кризу треба відрізнити від екологічної катастрофи.

Криза – поворотний стан, в якому людина виступає активно діючою стороною.

Катастрофа – незворотне явище; людина тут вимушено пасивна, страждаюча сторона.

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

Протягом своєї історії людство неодноразово вступало у кризові періоди, що були переборюванні екологічними революціями.

Внаслідок до антропогенної екологічної кризи аридизація (від лат. *aridus* – сухий) сталася зміна середовища перебування живих істот, що спричинило виникнення прямоходячих антропоїдів – безпосередніх предків людини.

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

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

Перша антропогенна екологічна криза («криза консументів») – масове винищення великих тварин і виснаження ресурсів збирання.

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

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

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

Криза примітивного поливного хліборобства – криза засолення ґрунтів унаслідок неправильних агроеліоративних заходів, деградація примітивного поливного хліборобства, недостатність його для зростаючого народонаселення Землі.

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

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

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

Сучасна глобальна екологічна «криза редуцентів» (забруднення) – редуценти не встигають очищати біосферу від антропогенних продуктів чи потенційно нездатні зробити це з огляду на неприродний характер штучних речовин, що викидаються.

Науково-технічна революція – зміна продуктивних сил суспільства на основі перетворення науки в провідний фактор суспільного розвитку, безпосередню продуктивну силу. Різке прискорення

розвитку науки й техніки, що зумовлено необхідністю задоволення суспільних потреб, які виходять за межі існуючих форм використання природних, матеріальних і трудових ресурсів (заціклення технологічних процесів, реутилізація продуктів, максимальна економія енергії, мініатюризація технічних об'єктів).

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

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

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

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

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

Глобальна криза надійності екологічних систем – порушення природної екологічної рівноваги.

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

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

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

- *структури земної поверхні (розорювання степів, вирубування лісів, меліорація, створення озер і т. д.);*
- *складу біосфери, кругообігу й балансу її складових речовин (вилучення копалин, створення відвалів, пилегазовикидів, зміна вологообігу і т. д.);*
- *енергетичного, зокрема, теплового, балансу окремих районів земної кулі і всієї планети;*
- *біологічної рівноваги внаслідок винищення деяких видів, створення нових порід тварин і рослин, переміщення їх на нові місця проживання.*

Розглянемо деякі причини, що сприяють активному вторгненню людини в природне середовище. Це насамперед те, що природне середовище є першоджерелом усіх матеріальних благ для люди-

ни. Тому людина завжди прагнула взяти більше від природи для як найповнішого задоволення своїх потреб, створення умов добробуту і не враховувала при цьому вплив на природну рівновагу.

Іншою причиною є збільшення кількості населення на земній кулі, що призводить до зростання споживання первинних природних ресурсів та викликає необхідність постійного підвищення виробництва матеріальних благ. До початку нашої ери все населення Землі налічувало 200 млн чоловік, в 1600 р. – 500 млн чоловік, а на теперішній час кількість населення планети складає понад 7 млрд чоловік. Щодня світ поповнює майже 200 тис нових громадян.

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

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

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

Передбачається, що на початку XXI століття найбільшим містом світу буде Мехіко (зараз понад 14 млн, очікується 31 млн),

далі будуть іти Сан-Пауло (25 млн), Калькутта, Сеул – 19–20 млн, Бомбей – 17 млн, Каїр, Джакарта, Карачі – по 16 млн.

В наші дні максимальна середня щільність населення в Парижі – 32 тис. чол. на 1 км². На другому місці Гонконг – 25 тис. (в окремих районах скупчення населення досягає 1500 тис. на 1 км²). Щільність населення в центрі Мехіко – 21 тис., Буенос-Айресу – 15 тис., Токіо – 14–16 тис., Нью-Йорку – 13,2 тис. чол. на 1 км².

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

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

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

- а) небезпекою військового впливу на природу;*
- б) високим рівнем забруднення навколишнього середовища;*
- в) зростанням населення і матеріально виробництва. Населення земної кулі збільшується щороку приблизно на 80 млн чоловік;*
- г) великими масштабами споживання (вкрай нераціонального) природних ресурсів при обмеженні життєвого простору. Щороку населення Землі споживає тільки продуктів харчування 24–30 млн тонн;*
- д) інтенсивним антропогенним впливом на всі підсистеми навколишнього середовища (біосферу, атмосферу, гідросферу, літосферу та навколосферний космічний простір) і глобальний характер екологічних проблем, що є впливаючим;*

е) погіршенням екологічних систем, знищенням багатьох унікальних ландшафтів;

ж) екологічним безладдям і слабкою правовою базою в багатьох державах.

Проте розв'язання екологічних проблем полягає не в абсолютизації негативних тенденцій, а в створенні умов для вирішення цих проблем (правових, економічних, соціальних).

Класифікація методів захисту навколишнього середовища та їх характеристика

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

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

Методи захисту навколишнього середовища (НС) поділяються на три групи: *організаційні; активні або технологічні; пасивні або захисні.*

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

Завданнями правової охорони навколишнього середовища передбачається на основі еколого-правових документів забезпечити такий стан суспільних відносин, що сприяв би й досягненню гармонії екологічних й економічних інтересів суспільства.

До основних елементів правової охорони навколишнього середовища (НС) відносяться: *система закріплених у законодавстві природоохоронних правил; державний і суспільний нагляд за умо-*

вами їх дотримання; юридична відповідальність за порушення вимог законодавства щодо охорони навколишнього середовища.

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

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

Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» завданням природоохоронного нагляду є забезпечення виконання вимог законодавства з охорони навколишнього природного середовища (НПС) всіма державними органами, підприємствами, організаціями незалежно від відомчої приналежності і форм власності, а також громадянами.

Державний нагляд в галузі охорони НПС здійснюється в Україні Радами народних депутатів усіх рівнів, відповідними регіональними адміністраціями, Міністерством екології та природних ресурсів України (Мінприроди) і його органами на місцях – Державними управліннями екології і природних ресурсів у відповідній адміністративній підпорядкованості.

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

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

Представники всіх видів державного нагляду мають право:

- ставити питання про зупинення роботи окремих цехів і підприємств, що не відповідають вимогам і нормам з охорони НС;
- накладати штрафи на службових осіб, що порушують встановлені правила;
- в необхідних випадках давати подання про звільнення від роботи осіб, що систематично порушують законодавство, правила і норми з охорони НС;
- ставити перед органами прокуратури питання про притягнення до відповідальності осіб, що припустили при веденні робіт грубе порушення законодавства і правил охорони НПС, до кримінальної відповідальності.

Окрім державного нагляду, існує також внутрішньовідомчий нагляд, що здійснюється підрозділами з охорони НПС, що існують в міністерствах, відомствах й інших організаціях, на підпорядкованих підприємствах та організаціях.

Юридична відповідальність за екологічні правопорушення – найважливіша правова гарантія виконання правил з охорони НПС і раціонального природокористування. Вона спрямована на відновлення порушених суспільних відносин у даній галузі, покарання винних і відшкодування завданих збитків, а також на попередження неправомірних дій у галузі природокористування.

У галузі охорони НПС застосовується чотири види юридичної відповідальності: *кримінальна; адміністративна; цивільно-правова; дисциплінарна.*

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

Адміністративна відповідальність, сутність якої полягає в застосуванні адміністративно-правових санкцій (стягнень) до громадян і службових осіб за екологічні правопорушення, що класифі-

куються за ресурсною ознакою (пов'язані з порушенням охорони вод, атмосферного повітря, ґрунтів, надр, лісів, тваринного світу).

До **цивільно-правової відповідальності** притягають за порушення підприємствами і громадянами зобов'язань, які випливають з цивільно-правових договорів, що стосуються галузі охорони НПС, а також за заподіяння шкоди в галузі природокористування.

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

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

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

Відділ охорони природи проводить таку роботу:

- здійснює контроль за додержанням керівниками цехів діючого природоохоронного законодавства, стандартів, наказів міністерства і т. ін., а також правил і норм з охорони природи;
- організовує розробку планів заходів із захисту НПС на підприємстві, бере участь у роботі комісій із розслідування причин аварій, які призвели до нанесення збитків НПС, із розгляду проєктів будівництва, реконструкції підприємства або окремих виробництв (цехів);
- складає звіти з охорони НПС (за формою статичної звітності), в тому числі звіти щодо засвоєння коштів на заходи з охорони НПС;
- розробляє пропозиції зі співробітництва з науково-дослідними інститутами й іншими організаціями в частині розробки і модернізації нової техніки з охорони НПС та інші види робіт.

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

У своїй роботі відділ охорони природи і санітарна лабораторія тісно співпрацюють.

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

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

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

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

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

При визначенні економічного результату заходу природоохоронного характеру враховується, зокрема, відвертання економічної шкоди від забруднення НПС, а саме – запобігання, завдяки зни-

женню забруднення НПС, витрат у матеріальному виробництві, невиробничій сфері і відповідних витрат населення. Це витрати на:

а) медичне обслуговування та утримання населення, що за-недужало внаслідок забруднення НПС;

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

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

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

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

Економічні методи входять в життя у справі охорони навколишнього природного середовища. Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» економічними методами із забезпечення охорони НПС є:

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

- визначення джерел фінансування цих методів;

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

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

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

- відшкодування збитків, які виникли в результаті порушення законодавства з охорони НПС.

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

Існує два види платежів: плата за спеціальне використання природних ресурсів (ПР) і плата за забруднення НС.

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

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

Основними напрямками, за якими розвиваються ці методи, є:

- мінімізація відходів виробництва;
- заміна токсичних відходів нетоксичними;
- заміна відходів, що не утилізуються на ті, що підлягають утилізації;
- створення маловідходних та безвідходних технологій.

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

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

Розглянемо застосування активних методів біосфери на ряді прикладів.

Енергетика. Найбільший розвиток у нинішній час отримала теплоенергетика. Характеризуючись високими темпами розвитку та масштабами виробництва, вона є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища тепловими викидами і продуктами горіння різноманітних видів палива – оксидами сірки, вуглецю, азоту, сполуками миш'яку, вуглеводнями, пилом та ін. Зниження викидів досягається вдосконаленням технології спалювання палива, наприклад, спалювання вугілля у киплячому шарі, рециркуляція димових газів, що відходять від котлів, та ін., модифіка-

цією палива (відділення попелу від вугілля, отримання коксу, синтетичного рідкого й газоподібного палива з вугілля), використання природних видів рідкого та газоподібного палива.

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

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

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

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

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

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

У ливарному виробництві відмова від органічних в'язучих, які використовуються для формування, шляхом охолодження ливарної форми рідким азотом, сприяє значному зниженню утворень шкідливих випарів і газів. Застосування на обрубних та зачисних операціях електроконтактного та абразивного зачищення дозволяє виключити утворення пилу, який містить кремній.

У ковально-пресових цехах зменшення виділення тепла при нагріванні металу, за винятком піскострумінної, дробструмінної очистки заготовки від окалини досягається заміною полум'яного нагріву нагрівом у захисному середовищі, контактним, індукційним та іншими методами.

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

Незважаючи на те, що активні методи дозволяють радикально вирішити **проблему захисту навколишнього середовища**, їх реалізація вимагає проведення трудомістких та дорогих **заходів**:

виконання спеціальних науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт з удосконалення технологічних процесів, їх впровадження у виробництво, вирішення складних завдань не тільки технічного та організаційного характеру, але й соціально-економічні. Тому в нинішній час найбільшого поширення отримали пасивні методи захисту.

Пасивні методи носять захисний характер. Використання цих методів не пов'язане із впливом на джерело забруднення. На сучасному рівні розвитку технології застосування пасивних методів є основним засобом боротьби із забрудненням навколишнього середовища. Пасивні методи спрямовані на зменшення концентрацій і рівня забруднень на шляху їхнього розповсюдження у біосфері, тобто невтручання в технологічні процеси, а лише боротьба із забрудненням, що утворилися, шляхом застосування таких організаційно-технічних заходів: *раціональне розміщення джерел забруднення; локалізація джерел забруднення; очистка викидів у біосфері.*

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

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

Раціональне розміщення джерел забруднення на місцевому рівні реалізується: *оптимальним вибором місця під будівництво промислових об'єктів; раціональним розміщенням виробничих будівель на території підприємства; влаштуванням високих димарів з метою розсіювання шкідливих речовин в атмосфері; встановленням меж санітарно-захисних зон та ін.*

При виборі місця під будівництво промислових об'єктів враховується рельєф місцевості, стан атмосфери (метеорологічні умо-

ви, умови провітрювання та ін.), вплив діючих об'єктів і цілий ряд інших факторів.

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

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

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

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

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

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

Розсіювання шляхом високих димарів є вимушеним заходом. Цей захід дозволяє знизити рівень забруднення повітряного басейну тільки поблизу підприємства, тобто у локальному масштабі, тому що шкідливі речовини акумулюються в атмосфері і з плином часу опускаються в приземний шар, потрапляють на земну поверхню.

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

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

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

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

Для захисту житлових територій, що розташовані поблизу радіостанцій, телецентрів, мереж електропередач, промислових установок тощо, від електромагнітних випромінювань радіочастот передбачається екранування сельбіщної (житлової) території будинками з високим складом залізобетонних конструкцій, зміни напрямку

випромінювання антен, багаторядна посадка зелених насаджень по фронту розповсюдження електромагнітних хвиль та ін.

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

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

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

Залежно від кількості відходів, що утворюються, їх фізико-хімічних властивостей і необхідного ступеня очищення, застосовуються різноманітні методи очищення: *механічні; хімічні; фізичні; фізико-хімічні; термічні; біохімічні.*

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

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

Фізичні методи пов'язані зі зміною фізичних властивостей речовин шляхом впливу на гази або рідини, що очищаються, випромінювань та полів. Наприклад, укрупнення замулених частинок, вна-

слідок чого інтенсифікується процес осадження, надання електричного заряду завислим частинкам, що осідають на електродах та ін.

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

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

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

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

Управління якістю навколишнього середовища. Міжнародна співпраця в галузі охорони природи

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

Протягом семи років тривало проектування та будівництво комплексу, вартість якого перевищила 100 млрд доларів. Автори проекту поставили за мету створити зменшену копію земної біосфери, гармонічно об'єднану з техносферою. Ця міні-біосфера повинна була функціонувати на основі самозабезпечення, бути абсолютно незалежною та ізольованою від «Біосфери-2» (зовні надходила тільки сонячна енергія та інформація), а головне – повністю керуватися людьми. В майбутньому модель схожої штучної біо-

сфери, за задумкою авторів, могла б використовуватись для створення колоній людей на Місяці, Марсі й у відкритому космосі. Таким чином, автори проекту намагались створити замкнуту систему життєзабезпечення зі штучно підтримуваним гомеостазом, тобто здійснити, хоч і не у великих масштабах, мрію В.І. Вернадського про біосферу, що керується людським мозком (ноосферу).

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

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

Експеримент закінчився з негативним результатом – не пройшло і півроку, коли його змушені були зупинити, а дослідників евакуювати з «Біосфери-2» у «Біосферу-1». Бажаного управління процесами й збалансованості техносфери та «Біосфери-2» досягти не вдалось. Основні параметри системи вийшли з-під контролю і

стали загрозливими для здоров'я дослідників. Відбулися непередбачені зміни у складі об'єднань мікроорганізмів, що заселяли штучні комплекси «Біосфери-2», а головне – швидко збільшилась кількість вуглекислого газу у повітрі. Коли вона досягла небезпечного для здоров'я рівня, та ніякими засобами повернути стан повітря до оптимального складу не вдалось, експеримент був зупинений.

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

Абсолютно нереальною сьогодні вбачається ідея Вернадського, згідно з якою розум людини здатен керувати усіма процесами у біосфері. За підрахунками вчених, на Землі існує 10^{27} екземплярів живих організмів, а інформаційні потоки у біосфері на десять порядків перевищують межі можливості усіх комп'ютерів світу. Для того щоб досягти швидкості обробки інформації природним комплексом живих організмів, людству необхідно було б покрити всю поверхню Землі, в тому числі й океани, суцільним шаром ідеальних комп'ютерів розміром із бактерію кожний, із блоками пам'яті молекулярних розмірів та розробити програми їх дії за типом генетичних програм кількох трильйонів біологічних особин, що живуть на Землі. Цей штучно створений комплекс повинен був бути складнішим природного (згадаємо правило Ешбі). Крім того, він поглинав би не менше, ніж 99 % енергії, яку споживає цивілізація. Таким чином, на задоволення потреб людства залишився б лише один відсоток енергії, а збільшення енергоспоживання призвело б до згубних змін клімату Землі. Таким чином, втіливши ідею Вернадського про управління біосферою, людство одержало б стільки ж продукції природного живого комплексу, скільки вона мало до цієї титанічної роботи від природної, некерованої людиною біосфери.

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

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

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

У природокористуванні відрізняють два види управління: «жорстке» та «м'яке».

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

«Жорстке», як правило, технічне управління природними процесами може мати ланцюгові природні реакції, значна частина яких є екологічно, соціально та економічно неприйнятними в тривалому інтервалі часу (правило неминучих ланцюгових реакцій). Це пов'язано, насамперед, із тим, що «хірургічне» втручання в життя природних систем викликає дію закону внутрішньої динамічної рівноваги та значне збільшення енергетичних витрат на підтримку природних процесів (підсилює дію закону зниження енергетичної ефективності природокористування). У зв'язку із зазначеним «жорсткі» управлінські рішення, такі як рішення: міжзонального перерозподілу річних вод, зрошення здавна сухих степів і тому подібні заходи або потребують суттєвих компенсацій (промивка засоленних земель, боротьба з осередками захворювань, які виникають після втручання та масового розмноження шкідників і т. ін.), або повинні впроваджуватись з величезною обережністю та обачливістю. Це пов'язано з тим, що інформація при проведенні активних

змін у природі завжди є недостатньою для апріорних висновків про всі можливі наслідки (особливо у далекій перспективі) здійснюваного заходу (принцип неповноти інформації). У свою чергу, це пов'язано з виключною складністю природних систем, їх індивідуальною унікальністю та неминучістю ланцюгових реакцій, напрямом яких нерідко важко передбачити. Для зменшення ступеня невизначеності, особливо при експертизі проектів, моделювання слід доповнювати безпосередніми дослідженнями у природі, натурними експериментами та з'ясуванням існуючої динаміки природних процесів. Принцип неповноти інформації являє собою важливе обмеження у використанні методу аналогій в екологічному прогнозуванні, бо аналогія завжди неповна через індивідуальність природних систем, до того ж, як правило, будь-який ступінь передбачення не знімає загрози дії 4-го наслідку закону внутрішньої динамічної рівноваги.

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

«М'яке» управління – головним чином, опосередкований вплив у природокористуванні, як правило, за допомогою використання природних механізмів саморегуляції (іноді і шляхом технічного конструювання цих механізмів). Прикладом може служити агролісомеліорація. «М'яке» управління природними ресурсами, як правило, здатне викликати бажані природні ланцюгові реакції, а тому є соціально та економічно важливішим за «жорстке» є техногенне. На відміну від «жорсткого» управління, «м'яке» управління, яке базується на відновленні колишньої природної продуктивності екосистем або її підвищенні шляхом цілеспрямованої та основаної на використанні об'єктивних законів природи серії заходів, дозволяє спрямовувати природні ланцюгові реакції у сприятливому для

господарювання та життя людей напряму. Прикладом може служити співставлення двох форм ведення лісового господарства – загальногосподарський підхід («жорсткий» вплив) та вибіркової вирубки дерев («м'який» вплив). Вважається економічно більш рентабельною суцільна вирубка, при якій за один прийом збирається вся деревина. При вибірковій вирубці виникає багато ускладнень технічного характеру, тому деревина виявляється дорожчою. При цьому передбачається на суцільних лісосіках можливість та необхідність відновлення лісу шляхом його масової посадки (і цей захід є в цілому не дорогим). Але при суцільній вирубці поступово нищиться саме лісове середовище, що веде до падіння рівня рік, в інших місцях – до заболочення, заростання лісосіки не лісовими видами рослин, які заважають росту лісу та призводять до виникнення осередків розмноження шкідників. Більш низькі початкові витрати «жорсткого» заходу дають ланцюг збитків, що потребують у подальшому великих витрат на їх ліквідацію. Навпаки, при вибіркових вирубках поновлення лісу полегшується завдяки збереженню лісового середовища. Підвищені початкові витрати поступово окупаються внаслідок запобігання шкоди.

Різні форми по-справжньому розумної меліорації насамперед побудовані на «м'якому» управлінні природою. При цьому, згідно з другим наслідком закону внутрішньої динамічної рівноваги, можна викликати сильніші позитивні зміни, ніж унаслідок «жорсткого» управління природою. Перехід від «м'якого» до «жорсткого» управління є доцільним при одночасній зміні екстенсивних форм господарювання найбільш інтенсивними та, як правило, в межах відносно короткого терміну. У тривалій перспективі ефективним є тільки «м'яке» управління природними процесами.

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

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

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

Перша конференція з міжнародної охорони природи відбулась у листопаді 1913 року у Берні (Швейцарія). В ній брали участь 17 країн. Рішення конференції через початок Першої світової війни практично виконані не були.

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

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

На XXII сесії Генеральної Асамблеї ООН (1967 р.) було запропоновано провести спеціальну конференцію ООН із проблем оточуючого людину середовища. За ініціативою ООН 5 червня 1972 року в Стокгольмі почала свою роботу Міжнародна конференція з навколишнього середовища, в якій взяли участь представники 113 держав. За підсумками роботи конференції було прийнято два дуже важливі документи: Декларація принципів та План заходів з охорони природи.

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

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

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

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

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

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

У міжнародних взаємовідносинах із природоохоронних проблем велика увага приділяється правовим питанням та адміністративним заходам, пов'язаним із збереженням та підтримкою якості навколишнього природного середовища. Ці рішення є компетенцією Міжнародної юридичної організації (МЮО), у складі якої в 1970 році створено спеціальний відділ із політики та права навколишнього середовища.

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

Одним із прикладів міжнародного співробітництва є глобальна система моніторингу навколишнього середовища (ГСМНС), яка

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

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

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

Запитання для самоконтролю

1. Що вивчає відносини рослинних та тваринних організмів й утворених ними угруповань між собою та довкіллям?
2. Що може бути об'єктом дослідження екології?
3. Що таке сукупність живих організмів?
4. Основні складники навколишнього середовища.
5. Основоположники терміну «екологія».

6. Основні групи екологічних факторів.
7. Фази розвитку екології у їх послідовності.
8. Основні етапи еволюції біосфери.
9. Принципи саморегуляція.
10. Які бувають потоки речовини?
11. Головні завдання охорони екосистем.
12. До яких екологічних факторів відносяться кліматичні фактори?
13. Яке значення мають кліматичних факторів для живих організмів?
14. В чому полягає сутність парникового ефекту?
15. Який тип регуляції має переваги, що складаються у швидкості реакції, а також у впливі на конкретний орган?
16. Основні джерела забруднення біосфери.
17. Принципи класифікації забруднень навколишнього середовища.
18. Види та нормування забруднень навколишнього середовища.
19. Методи захисту навколишнього середовища.
20. Система законодавства про охорону навколишнього природного середовища України.
21. Методи очищення від забруднення навколишнього середовища.
22. Визначення «жорстке» та «м'яке» управління природними ресурсами та системами.
23. Основні напрямки міжнародної співпраця в області охорони навколишнього середовища:

2. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

ПРОЕКТУВАННЯ ПОЛІГОНУ ІЗ ЗНЕСКОДЖУВАННЯ ТА ПОХОВАННЯ ТОКСИЧНИХ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

Мета заняття – набуття навичок у самостійному розв’язанні інженерної задачі з визначення класу небезпеки хімічних речовин, а також вибору методів переробки відходів виробництв і теоретичних основ проектування полігонів з знешкодження та поховання токсичних промислових відходів.

2.1. Загальні відомості про проектування полігонів із знешкодження та захоронення токсичних промислових відходів

2.1.1. Господарська діяльність людства супроводжується створенням великої кількості відходів, включаючи й такі небезпечні як токсичні й радіоактивні відходи. Одним з найважливіших аспектів захисту навколишнього природного середовища є захист літосфери від забруднення твердими й рідкими промисловими відходами. Природоохоронні заходи включають комплекс заходів організаційного, технологічного й технічного характеру, що спрямовані на зменшення кількості відходів шляхом створення маловідходних технологій, часткове використання їх у якості вторинної сировини (утилізація), знешкодження та захоронення на спеціальних полігонах, а також рекультивацію земель.

2.1.2. Для ліквідації відходів господарської діяльності людини використовуються:

- полігони для твердих побутових відходів;
- нагромаджувачі нетоксичних промислових відходів;
- полігони із захоронення та захоронення токсичних промислових відходів;
- полігони поховання радіоактивних відходів.

2.1.3. Відходи виробництва являють собою, як правило, суміш матеріалів і речовин з різноманітними фізико-хімічними властивостями та за небезпекою для навколишнього природного середовища, розділяються на чотири класи.

2.1.4. Дані із номенклатури, кількості й класу небезпеки відходів виробництв призначаються для використання в якості вихідних даних при виборі технології збирання й утилізації відходів стосовно до умов того або іншого конкретного виробництва, а також методики визначення екологічно шкідливих сполук при утилізації (нейтралізації) відходів.

Промислові токсичні відходи, що надходять на полігон, за своїми фізико-хімічними властивостями й методами переробки підрозділяються на групи, від яких застосовується той або інший метод знешкодження та захоронення. Перелік груп відходів і методів їх переробки, що рекомендуються, зазначений у додатку 1, табл. Д1.1.

До полігону приймаються тільки токсичні промислові відходи I, II, III, при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні, IV класів небезпечності.

До полігону не приймаються такі види відходів:

- а) відходи, для яких розроблені ефективні методи вилучення металів або інших речовин;
- б) радіоактивні відходи;
- в) нафтопродукти, що підлягають регенерації.

2.1.5. Розміщення полігонів повинно здійснюватися за територіальним принципом і передбачатися при розробці схем і проектів районного планування.

Полігони слід розміщувати з урахуванням рельєфу на землях, що непридатні для сільського господарства, із підвітряного боку по відношенню до населених пунктів і зонам відпочинку; нижче місць водозаборів питної води та рибницьких господарств, а також із урахуванням гідрогеологічних умов, як правило, на ділянках із недостатньо фільтрувальними ґрунтами (глиною, суглинками, сланцями), із заляганням ґрунтових вод не менше 2 м від нижнього рівня відходів, що захоронюються.

Не допускається розміщення полігонів:

- на площах залягання корисних копалин;
- у геологічно небезпечних місцях;

- у заболочених місцях і зонах живлення підземних джерел питної води;

- на територіях зелених зон міста й зонах санітарної охорони курортів і т. ін.

2.1.6. До складу полігону входять:

- завод із знешкодження токсичних промислових відходів;
- ділянка захоронення токсичних промислових відходів;
- гараж спеціалізованого автотранспорту, призначеного для перевезення токсичних промислових відходів.

Завод із знешкодження відходів призначений для спалювання й фізико-хімічної переробки відходів з метою їх знешкодження або зменшення токсичності, переведення їх у нерозчинні форми, зневоднення та скорочення об'єму відходів, що підлягають захороненню.

Ділянка захоронення являє собою територію, що призначена для розміщення спеціально обладнаних карт (котлованів), в які складуються токсичні тверді відходи різних класів небезпечності.

Ділянка захоронення за периметром повинна мати огорожу з колючого дроту висотою 2,4 м із обладнанням охоронної сигналізації.

На ділянці захоронення за її периметром, починаючи від огорожі, повинні послідовно розміщуватися:

- кільцевий канал;
- кільцеве обвалування висотою 1,5 м і шириною по верху 3 м;
- кільцева автодорога з удосконаленим капітальним покриттям та в'їздами на карти;
- зливовідвідні лотки уздовж дороги або кювети, що облицьовані бетонними плитами.

Ділянка захоронення розділяється на виробничу й допоміжну зони.

У виробничій зоні ділянки розміщуються карти з урахуванням окремого захоронення відходів різних класів небезпечності, контрольно-регулювальні ставки дощових і дренажних вод, ставки-випарники (при необхідності).

У допоміжній зоні розміщуються:

- адміністративно-побутові приміщення, лабораторії;
- майданчики з навісом для стоянки спецмашин і механізмів;

- майстерня для поточного ремонту машин і механізмів;
- склад паливно-мастильних матеріалів;
- склад для зберігання матеріалів, що призначені для обладнання водонепроникних покриттів при консервації карт;
- котельна зі складом палива;
- споруди для чистки, миття й знешкодження спецмашин і контейнерів;
- автомобільні ваги;
- контрольно-перепускний пункт.

Відстань між будівлями й спорудами – не менше 25 м.

Споруди для чистки, миття й знешкодження розміщуються на виїзді з виробничої зони полігону на відстані не менше 50 м від адміністративно-побутових будівель.

Під'їзні шляхи та виробнича зона ділянки захоронення повинні мати штучне освітлення. Освітленість робочих карт і під'їзних шляхів – 5 лк.

2.1.7. Потужність полігону визначається кількістю відходів (тис. т), яка може бути прийнята на полігон протягом одного року, включаючи відходи, що надходять на завод із знешкодження та на ділянку захоронення. Кількість відходів, що підлягають захороненню у контейнерах, визначається з урахуванням маси контейнерів.

При визначенні потрібної місткості карт на ділянці захоронення відходів, крім відходів, що надходять безпосередньо на захоронення від промислових підприємств, необхідно також враховувати тверді токсичні відходи, що створюються на заводі зі знешкодження відходів.

2.1.8. До складу заводу зі знешкодження токсичних промислових відходів входять:

- адміністративно-побутові приміщення, лабораторія, центральний диспетчерський щит управління й контролю за технологічними процесами, медпункт, їдальня;
- цех термічного знешкодження твердих і пастоподібних горючих відходів (склад обладнання, див. додаток 1, табл. Д1.2);
- цех термічного знешкодження стічних вод і рідких хлор-органічних відходів (склад обладнання, див. додаток 1, табл. Д1.2);

- цех фізико-хімічного знешкодження твердих і рідких негорючих відходів (склад обладнання, див. додаток 1, табл. Д1.2);
- цех знешкодження зіпсованих і немаркованих балонів (склад обладнання, див. додаток 1, табл. Д1.2);
- цех знешкодження ртутних і люмінесцентних ламп (склад обладнання, див. додаток 1, табл. Д1.2);
- допоміжні цехи та склади;
- ремонтно-механічний цех.

Механізована мийка спецмашин, тари та контейнерів, автомобільні ваги, контрольно-перепускний пункт – спільний з ділянкою захоронення відходів.

2.1.9. Захороненню на ділянці підлягають тверді токсичні відходи. Спосіб захоронення відходів залежить від їх токсичності (класу небезпечності) і водорозчинності. Тверді та пастоподібні відходи, що містять водорозчинні речовини I класу небезпечності, надходять на захоронення у металевих контейнерах.

Захоронення відходів різних класів небезпечності здійснюється у спеціальні карти на ділянці.

Розміри карт та їх кількість визначаються залежно від кількості відходів, що надходять, і розрахункового терміну дії ділянки (20–25 років).

Розміри карт для захоронення відходів не регламентуються. Глибина карт розраховується згідно з вимогами балансу земельних робіт та з урахуванням гідрогеологічних умов.

Відсіпання відходів IV класу небезпечності відбувається пошарово (товщина шару 0,2...0,5 м) з розрівнюванням й ущільненням кожного шару. Рівень відходів у центрі карти робиться вище гребеня дамби обвалування. Заповнена відходами карта ізолюється ущільненим шаром місцевого ґрунту з домішками 10 % рослинного ґрунту у верхньому шарі, рис. 2.

Відсіпання відходів I, II і III класів небезпечності (крім розчинних у воді відходів I класу) у карти робиться за принципом «від себе» відразу на повну висоту, рис. 3. При цьому відсіпана до проектної поверхні ділянка котловану відразу покривається захисним шаром ґрунту, по якому здійснюється подальший підвіз відходів. Проїзд автотранспорту робиться по тимчасовому настилу, що розміщується на захисному шарі ґрунту. Найвищий рівень відходів у центрі карти робиться нижче гребеня загороджувальної дамби.

Заповнені відходами карти ізолюються шаром місцевого ґрунту з подальшою обробкою верхнього шару засипки нафтою або бітумом з одночасним додаванням і перемішуванням цементу й ущільненням його гладкими котками.

Ізолюючий шар (екран) повинен виходити за габарити карт (на гребені дамб) не менше ніж на 2 м по усьому контуру.

Захоронення твердих і пастоподібних негорючих водорозчинних відходів I класу небезпечності робиться у спеціальних герметичних металевих контейнерах із товщиною стінки не менше 10 мм. Контейнери піддають подвійному контролю на герметичність – до і після заповнення відходами. Розміри контейнерів не регламентуються, маса заповненого контейнера – не більше 2 тонн.

Контейнери з відходами захоронюють у залізобетонних бункерах. Внутрішній об'єм бункера складається з відсіків. Об'єм кожного відсіку повинен забезпечувати приймання контейнерів із відходами терміном до 2-х років.

У бункері повинно бути не менше п'яти відсіків. Поверхні бункера, що стикаються з ґрунтом, гідроізолюються. Не припускається підтоплення бункера ґрунтовими водами.

Для захисту відсіків від потрапляння дощових вод передбачають навіс із боковою огорожею над усім бункером.

Найвищий рівень складування контейнерів із відходами у відсіках бункерів нижче верхнього краю цих бункерів не менше 2 м. Заповнені відсіки бункерів перекривають залізобетонними плитами з подальшим засипанням шаром ущільненого ґрунту й улаштуванням водонепроникного покриття, рис. 4. Об'єм готових карт і бункерів при здачі полігону в експлуатацію та подальший їх заділ повинен забезпечити приймання відходів на захоронення у картах протягом двох років, а у залізобетонних бункерах – протягом п'яти років.

2.1.10. Розміри санітарно-захисної зони (СЗЗ) заводу із знешкодження токсичних промислових відходів потужністю 100 тис. т – 500 м.

Розміри санітарно-захисної зони ділянки захоронення до населених пунктів і відкритих водоймищ, а також до об'єктів, що використовуються з культурно-оздоровчими цілями, устанавлюються з урахуванням конкретних місцевих умов, але не менше 3000 м.

Від інших об'єктів ділянки захоронення розміщуються на таких відстанях, м, не менше:

- 200 – від сільськогосподарських угідь й автомобільних доріг і залізниць загальної мережі;
- 50 – від меж лісу і лісопосадок, не призначених для використання з рекреаційними цілями.

У СЗЗ ділянки захоронення дозволяється розміщення заводу із знешкодження відходів, гаража спеціалізованого автотранспорту та випарників дощових і дренажних вод.

2.1.11. Для забезпечення контролю висоти стояння ґрунтових вод, їх фізико-хімічного та бактеріологічного складу на території ділянки захоронення відходів та її санітарно-захисної зони необхідно передбачати створи спостережних свердловин. У кожному створі повинно бути не менше двох свердловин. При довжині сторони ділянки захоронення не більш 200 м слід передбачати на кожну сторону по одному контрольному створу; при довжині сторін ділянки більше 200 м створи розміщуються через 100–150 м.

Відстань між спостережними свердловинами у створі приймають у межах 50–100 м. Одна свердловина розміщується на території ділянки захоронення, інша – у санітарно-захисній зоні.

Свердловини повинні бути заглиблені нижче рівня ґрунтових вод не менше ніж на 5 м.

2.2. Зміст і порядок проведення заняття

2.2.1. Студенти групуються у бригади, що складаються з 2–3 осіб; у кожній бригаді обирають старшого, який виконує роль керівника розрахунково-проектної групи та координує її роботу.

2.2.2. Викладач знайомить бригади з конкретною виробничою ситуацією, формулює завдання, повідомляє про систему оцінок творчої діяльності студентів.

2.2.3. Далі студенти працюють самостійно, використовуючи дані методичних вказівок, довідкову та нормативну літературу, у відповідності до схеми, наведеної на рис. 1 та вихідними даними картки завдань.

2.2.4. Під час занять викладач надає допомогу, контролює знання студентів шляхом усного опитування, виконує поетапну оцінку роботи бригад.

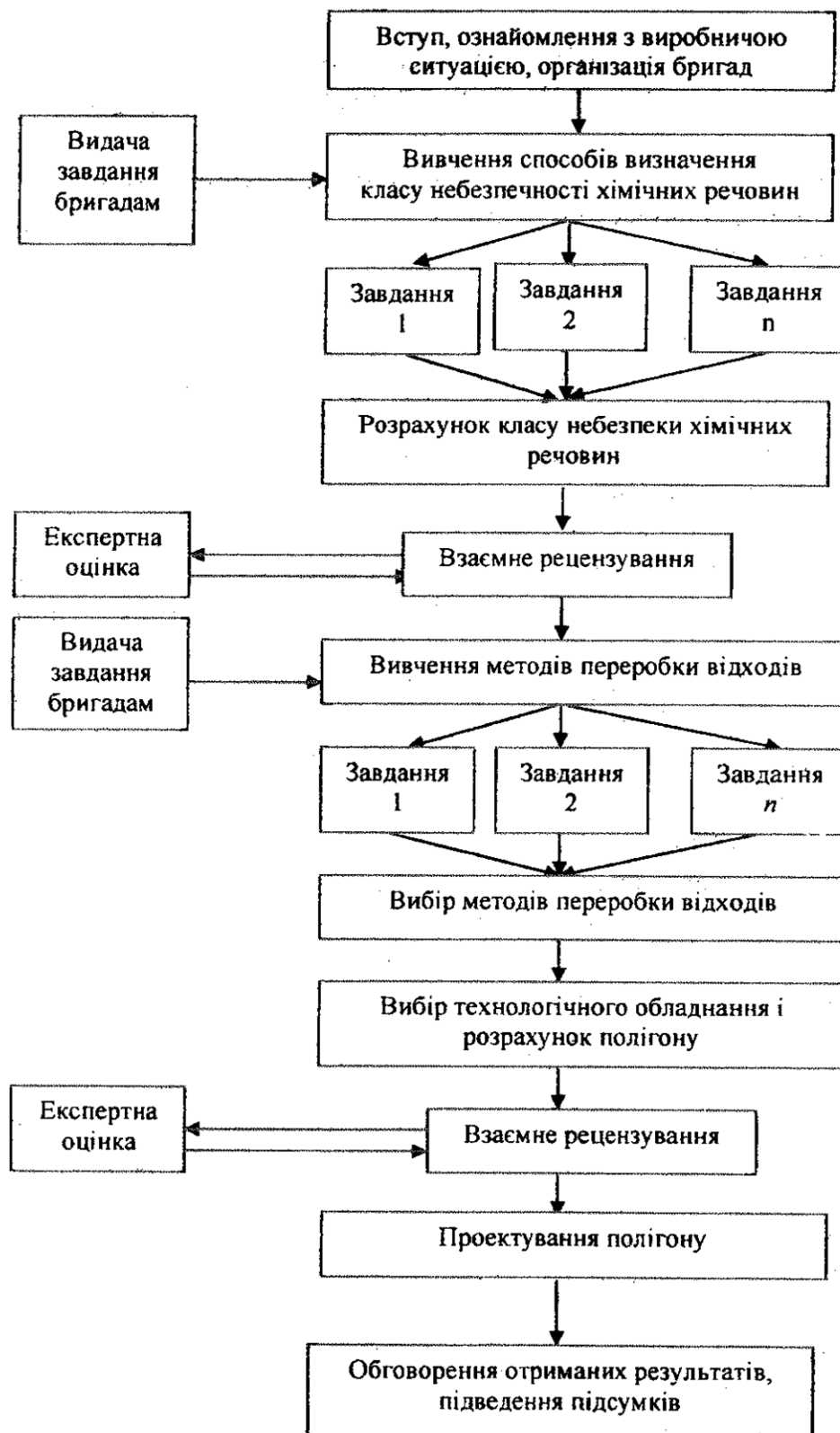


Рис. 1. Блок-схема проведення заняття

2.3. Визначення класу небезпечності відходів виробництв

2.3.1. Визначення класу небезпечності відходів виконується за допомогою індексів небезпечності (K_i) хімічних речовин, що входять до складу суміші залежності від вихідних даних про ці речовини (див. додаток 1, табл. Д1.6).

2.3.2. Визначення класу небезпечності при наявності гранично допустимої концентрації (ГДК) у ґрунті робиться так:

– розрахунок індексу небезпечності за формулою

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(S + C_e)_i}, \quad (2.1)$$

де $ГДК_i$ – ГДК даної хімічної речовини, що міститься у суміші (див. додаток 1, табл. Д1.6); S_i – розчинність даного компонента у воді (безрозмірна величина) (див. додаток 1, табл. Д1.6); C_{vi} – вміст даного компонента у загальній масі (у частках одиниці) (див. додаток 1, табл. Д1.6); i – порядковий номер даного компонента.

Величину K_i округляють до першого знаку після коми.

– після розрахунку K_i для окремих компонентів суміші, вибирають 1–3 головних компонентів, що мають мінімальні значення K_i , керуючись двома умовами:

умова 1 $K_1 < K_2 < K_3$;

умова 2 $2K_1 \leq K_3$;

– визначення сумарного індексу небезпечності K_Σ за формулою

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2} \sum_1^n K_i, \quad (2.2)$$

де $n \leq 3$;

– клас небезпечності визначається за допомогою допоміжної таблиці (див. додаток 1, табл. Д1.3).

2.3.3. Визначення класу безпеки при відсутності ГДК у ґрунті виконується наступним чином:

– розрахунок індексів небезпечності роблять для кожного компонента суміші за допомогою величини $ЛД_{50}$, за формулою:

$$K_i = \frac{\lg(ЛД_{50})}{(S + 0,1F + C_e)_i}, \quad (2.3)$$

де LD_{50} – смертельна доза речовини в мг на 1 кг живої маси, що викликає загибель 50 % піддослідних тварин (див. додаток 1, табл. Д1.6); F – леткість даного компонента (див. додаток 1, табл. Д1.6).

- вибір головних компонентів суміші;
- розрахунок сумарного індексу небезпечності за формулою (2.2);
- визначення класу небезпечності (див. додаток 1, табл. Д1.4);.

2.3.4. Визначення класу безпеки за відсутністю ГДК у ґрунті та величини LD_{50} для деяких компонентів суміші, але при наявності класів безпеки у повітрі зони, у формулу (2.3) підставляють умовні величини LD_{50} , що орієнтовно визначаються за допомогою табл. Д1.5 (додаток 1).

2.3.5. Визначити клас безпеки відходів, користуючись даними картки завдань (див. додаток 2, табл. Д2.1). Результати оформити у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Клас небезпечності групи відходів

Номер варіанта (додаток 1, табл. Д1.6)	Номер відходу (додаток 1, табл. Д1.6)	Індекс небезпечності хімічних речовин, K_i	Головні компоненти суміші, K_1, K_2, K_3	Сумарний індекс небезпечності групи відходів, K_{Σ}	Клас небезпечності групи відходів

2.3.6. Визначений клас небезпечності відходів урахувати при використанні даних про номенклатуру відходів, що створюються на підприємстві.

2.4. Вибір методів переробки відходів

2.4.1. Деякі види виробничих відходів переробляються та використовуються як вторинна сировина на спеціалізованих підприємствах з утилізації цих відходів (сталеві брухт і стружка, брухт і відходи кольорових металів, нафтопродукти, формувальні землі, піски, низькоактивні шлаки, резина, пластмаси та ін.).

2.4.2. Вибір методів переробки відходів виконати за допомогою даних додатків 1 та 2.

2.4.3. При визначенні маси відходів, що підлягають захороненню, необхідно враховувати, що внаслідок термічного знешко-

джування утворюються тверді продукти згорання масою 25–45 % від первинної маси відходів, а маса осаду, що утворюється після фізико-хімічної переробки, складає 15–20 % від первинної.

2.4.4. Види, маси та класи небезпечності відходів, що підлягають переробці, а також методи їх переробки, оформити у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Методи переробки відходів

Номер відходу	Вид відходів	Агрегатний стан, клас небезпечності	Метод і місце переробки відходів	Маса відходів, т/рік			
				Усього	Що утилізуються	Що потрапляють до полігону	
						Завод	Ділянка
1							
2							
...							
n							
Разом:				Σ	Σ	Σ	Σ

Відходи, що надходять до ділянки поховання, за класами небезпечності розподіляються на:

- водорозчинні I класу;
- нерозчинні у воді I класу;
- теж саме II класу;
- теж саме III класу;
- теж сам IV класу.

2.5. Вибір технологічного обладнання та розрахунок елементів полігону

2.5.1. При виборі технологічного обладнання та розрахунку елементів полігону масу відходів, що надходять на завод по знешкодженню та ділянку захоронення (табл. 2.2), помножити на 20 (з урахуванням інших підприємств регіону).

2.5.2. Вибір цехів і технологічного обладнання заводу із знешкодження токсичних промислових відходів виконати із використанням даних додатка 1, табл. Д1.2, табл. Д1.7.

2.5.3. Визначити об'єми відходів, що надходять на ділянку захоронення, за видами та класами небезпечності, маючи на увазі, що насипна маса $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$ та із урахуванням того, що клас небезпечності відходів після фізико-хімічної переробки – III, а після термічного знешкодження – IV.

2.5.4. Визначити розміри карт та їх кількість із урахуванням усього терміну накопичення відходів, виходячи з кількості відходів, що надходять до ділянки захоронення, конструкції відсіпання (рис. 2, 3) та найвищого рівня (глибини залягання) ґрунтових вод (див. додаток 2, табл. Д2.1).

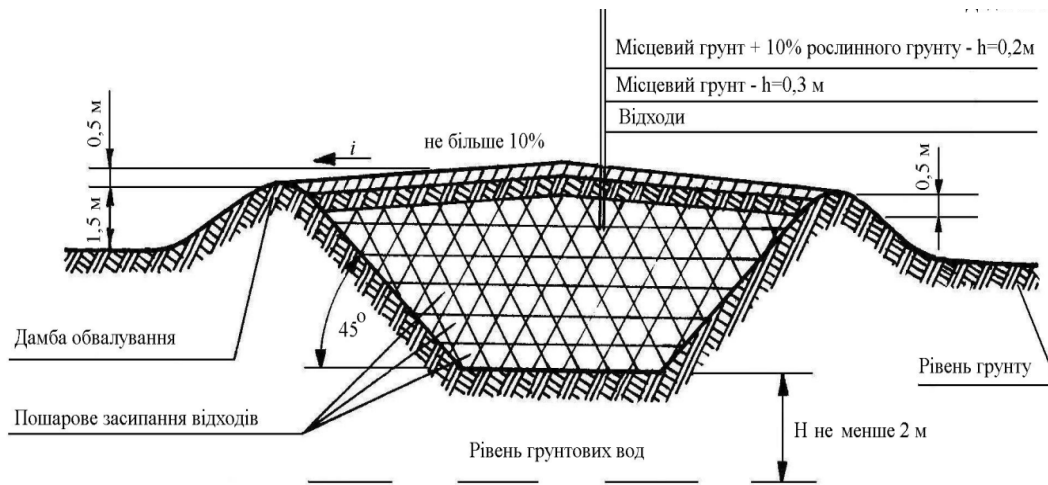


Рис. 2. Схема відсіпання відходів IV класу небезпечності

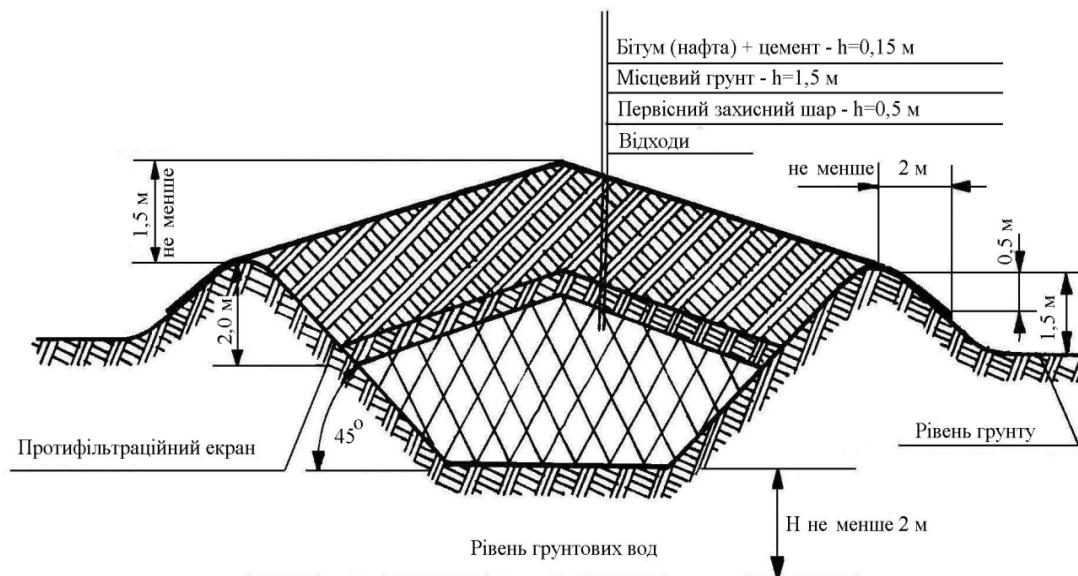


Рис. 3. Схема відсіпання відходів I, II та III класу небезпечності (крім водорозчинних I класу)

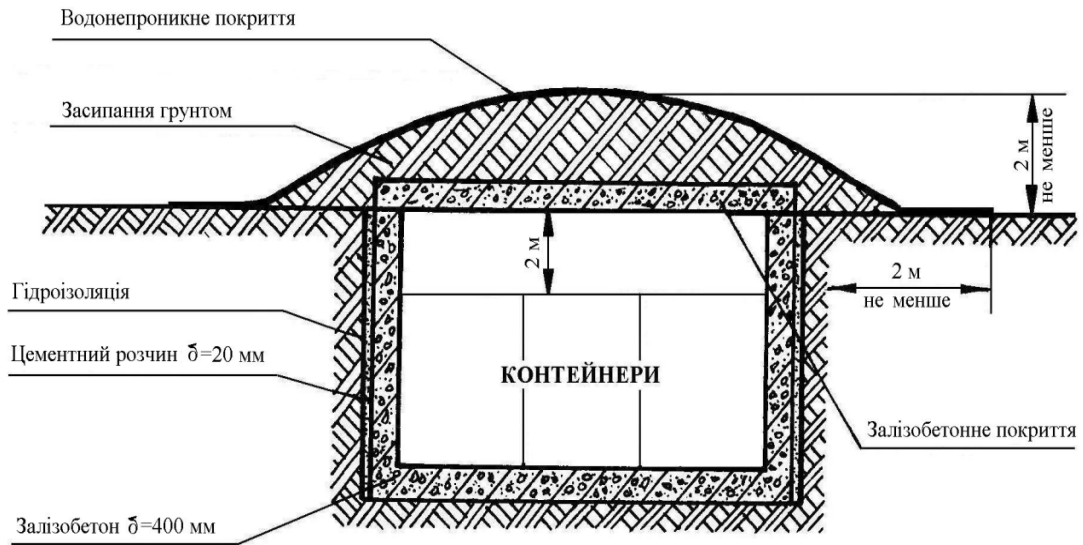


Рис. 4. Конструкція бункера, заповненого водорозчинними відходами I класу небезпечності

2.5.5. Визначити об'єм і конструкцію залізобетонного бункера для захоронення водорозчинних відходів I класу небезпечності, приймаючи щільність відходів 1100 кг/м^3 , а також розміри та масу контейнерів (рис. 4).

2.5.6. Схеми (конструкції) відсіпань і бункера занести до звіту.

2.5.7. Визначити потужність полігону 2.5.4. Визначити розміри карт та їх кількість із урахуванням усього терміну накопичення відходів, виходячи з кількості відходів, що надходять до ділянки захоронення, конструкції відсіпання (рис. 2, 3) та найвищого рівня (глибини залягання) ґрунтових вод (див. додаток 2, табл. Д2.1).

3. ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

3.1. Перелік теоретичних запитань для виконання контрольної роботи

Теоретичні питання:

1. Роль науково-технічного прогресу у взаємовідносинах людського суспільства з навколишнім середовищем. Предмет вивчення загальної екології. Основні визначення та поняття.

2. Природа. Загальні складники навколишнього природного середовища.

3. Основні завдання, що стоять перед людством у взаємовідносинах з природою під час науково-технічної революції.

4. Основні проблеми взаємовідносин людського суспільства і природи. Екологічні фактори середовища перебування: визначення, класифікація.

5. Фази розвитку екології. Закони толерантності та внутрішньої динамічної рівноваги.

6. Характеристика та структура біосфери. Основні етапи еволюції біосфери. Зміст етапів. Харчові (трофічні) ланцюги.

7. Характеристика та структури екосистем. Екологічні піраміди: сутність, види.

8. Ентропія. Боротьба екосистеми з ентропією.

9. Біологічний спектр організації життя. Загальна класифікація факторів навколишнього середовища.

10. Кліматичні фактори середовища: склад, роль. Сонячна стала. Сонячне випромінювання. Спектральний склад. Баланс на активній поверхні.

11. Температура як кліматичний фактор. Механізми транспортування тепла у різних середовищах і наслідки цього.

12. Вода як кліматичний фактор. Вода в атмосфері і ґрунті.

13. Атмосферний і гідростатичний тиск як кліматичні фактори. Вплив на життєві процеси організмів.

14. Просторова структура популяцій (розміщення особин у просторі). Основні властивості популяції. Фактори, що впливають на швидкість зростання популяції.

15. Адаптація. Види регуляції у живих організмів. Гуморальна регуляція у живих організмів. Недоліки цього виду регуляції. Нервова регуляція у живих організмів. Переваги цього виду регуляції. Гормональна регуляція у живих організмів. Переваги і недоліки цього виду регуляції.

16. Глобальна криза надійності екологічних систем та революція екологічного планування.

17. Екологічні кризи та революції.

18. Природні фактори впливу на біосферу.

19. Природні джерела матеріального забруднення біосфери. Основна відмінність природного забруднення від антропогенного.

20. Класифікація джерел забруднення.

21. Екологічна криза, катастрофа, революція.

22. Сучасна глобальна екологічна криза редуцентів та науково-технічна революція. Можливі наслідки.

23. Глобальна термодинамічна (теплова) криза та енергетична революція.

24. Основні форми впливу господарської діяльності людини на природу.

25. Природні джерела енергетичного впливу на біосферу. Етапи змін природи людиною.

26. Техносфера.

27. Методи захисту навколишнього середовища.

28. Правова основа охорони навколишнього середовища в Україні.

29. Економічний аспект захисту навколишнього природного середовища. Сутність. Запобігання суперечності між інтересами економіки та екології.

30. Принципи раціонального розміщення джерел забруднення. Локалізація джерел забруднення. Основні напрямки. Сутність.

31. Очистка викидів у біосферу від шкідливих речовин. Основні методи очистки.

32. Основні елементи правової охорони навколишнього середовища.

33. Види юридичної відповідальності за екологічні правопорушення.

34. Управління якістю навколишнього середовища. Перспективи управління глобальними біосферними процесами.

35. Міжнародне співробітництво у галузі охорони природи: завдання, основні напрямки.

3.2. Завдання на виконання практичної частини за темою «Порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища підприємствами, установами та організаціями»

3.2.1. Порядок виконання контрольного завдання практичної частини.

Студент отримує варіант завдання, ознайомлюється з ним і далі працює самостійно за наступною схемою:

- вивчення Інструкції про порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища України (далі – «Інструкція»);
- проведення розрахунку збору за забруднення навколишнього середовища із заповненням додатка 5.

При проведенні розрахунків урахувати, що згідно з постановою Кабінету Міністрів України значення $K_{\text{інд}} = 2,373$.

Величина коефіцієнта переплати $K_{\text{п}}$ затверджується місцевими Радами народних депутатів і дорівнює 5;

- при проведенні розрахунків використовувати дані, що наведені у «Інструкції», а також картку завдань (див. додаток 3) і ситуаційні завдання.

3.2.2. Ситуаційні завдання для проведення розрахунків.

В а р і а н т 1

Машинобудівне підприємство, для якого проводиться розрахунок платежів за забруднення навколишнього природного середовища, розміщується в обласному центрі. Місто з населенням 1200 тис. чол., розташоване в басейні річки Сіверський Донець.

На відстані 12 км від міста є сучасний полігон із захоронення відходів.

Автопарк підприємства складається із транспортних засобів із карбюраторними й дизельними двигунами, які під час експлуатації протягом року спалюють сумарно: дизельного палива – 657 т, бензину етилованого – 560 т, бензину неетилованого – 373 т.

В а р і а н т 2

Машинобудівне підприємство, для якого проводиться розрахунок платежів за забруднення навколишнього природного середовища, розміщується у середині міста, з населенням 235 тис. чол. Через місто протікає одна з невеликих річок.

Основними доходами міського бюджету є доходи від індустрії туризму та відпочинку.

На відстані 9 км від міста є полігон із захоронення відходів.

Автопарк підприємства складається із транспортних засобів із карбюраторними й дизельними двигунами, які під час експлуатації протягом року спалюють сумарно: дизельного палива – 420 т, бензину етилованого – 216 т, бензину неетилованого – 118 т.

В а р і а н т 3

Машинобудівне підприємство, для якого проводиться розрахунок за забруднення навколишнього природного середовища, розміщується на березі Азовського моря, в місті обласного підпорядкування з населенням 520 тис. чол.

Керівництво міста має надзвичайну потребу у полігоні із захоронення відходів, що спричиняють надлишкове забруднення навколишнього природного середовища.

Автопарк підприємства складається із транспортних засобів із карбюраторними й дизельними двигунами, які під час експлуатації протягом року спалюють сумарно: дизельного палива – 526 т, бензину етилованого – 370 т, бензину неетилованого – 245 т.

В а р і а н т 4

Машинобудівне підприємство, для якого проводиться розрахунок платежів за забруднення навколишнього природного середовища, розміщується в місті обласного підпорядкування з добре

розвинутою промисловістю. Місто з населенням 380 тис. чол. є великим транспортним вузлом і розташовується у басейні річки Десна.

На відстані 2,5 км від міста розміщується полігон із захоронення відходів.

Автопарк підприємства складається із транспортних засобів із карбюраторними й дизельними двигунами, які під час експлуатації протягом року спалюють сумарно: дизельного палива – 506 т, бензину етилованого – 320 т, бензину неетилованого – 373 т.

В а р і а н т 5

Машинобудівне підприємство, для якого проводиться розрахунок платежів за забруднення навколишнього природного середовища, розміщується у районному центрі. Місто з населенням 96 тис. чол. розташовується у басейні річки Тиса.

На відстані 5 км від міста є звалище, що потребує закриття через поганий санітарний стан.

Автопарк підприємства складається із транспортних засобів із карбюраторними й дизельними двигунами, які під час експлуатації протягом року спалюють сумарно: дизельного палива – 87 т, бензину етилованого – 62 т, бензину неетилованого – 34 т.

3.2.3. Оформлення практичної частини контрольної роботи.

- мета й призначення «Інструкція про порядок обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища»;
- призначення плати за викиди у атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами (*формула для її визначення*);
- призначення плати за скиди забруднюючих речовин у гідросферу (*формула для її визначення*);
- призначення плати за розміщення відходів у навколишньому середовищі (*формула для її визначення*);
- призначення плати за викиди у атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами (*формула для її визначення*);
- матеріали за розрахунками розмірів платежів за забруднення навколишнього середовища;

- оформлені результати розрахунків обчислення та сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища підприємствами, установами та організаціями у відповідності до додатка 5.

3.3. Загальні вимоги до оформлення виконаної контрольної роботи

Зміст та порядок виконання контрольної роботи

Контрольне завдання повинно мати:

- титульний лист;
- зміст;
- відповіді на питання на теоретичні питання, за варіантом завдання;
- практичні розрахунки за варіантом ситуації;
- перелік використаної літератури.

Варіант контрольної роботи обирається за номером, який співпадає із останньою цифрою залікової книжки студента.

Контрольна робота не повинна перевищувати 10–15 сторінок при виконанні роботи письмово. Розмір – висота літерів 4-5 мм.

При виконанні із застосуванням ПЕОМ – об'єм – 8–10 сторінок формату А4 набрані у редакторі Word 2003–2010 надрукованого на папері. Шрифт – Time New Roman, кегель 14 стиль – звичайний. Титульний лист оформляти за вимогами деканату. Контрольну роботу починати нумерувати з 2 листа. Розташування на сторінці – поля: усі 2,0 см. Інтервал – 1,5.

По центру: варіант (номер залікової книжки), назва питання (номер) (заголовним жирним шрифтом); через інтервал – відповідь (текст) контрольної роботи. Наступне питання та відповідь на нього, починати із абзацу. Номера сторінок повинні бути проставлені на кожному листі (зверху, у правому куті). Останній лист у контрольній роботі залишати вільним для нотаток та зауважень викладача. Усі рисунки виконувати у відповідному редакторі. Скановані рисунки, як і усі інші вставки у текст контрольної роботи, повинні мати номер та назву.

Контрольна робота складається з відповідей на контрольні питання теоретичного матеріалу, згідно розділам і темам наданої про-

грами, та вирішених задач. У кінці роботи необхідно навести список використаної літератури. При оформленні роботи необхідно залишати поля для нотаток і зауважень викладача.

Теми контрольного завдання і варіанти задач виконуються за вказівками викладача індивідуально (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Варіанти контрольних робіт

Номер варіанта	Номер питання (теоретичне)	Номер ситуаційного завдання	Номер варіанта	Номер питання (теоретичне)	Номер ситуаційного завдання
1	11	1	12	21	2
2	2	5	13	12	3
3	13	4	14	23	4
4	4	3	15	24	5
5	5	2	16	15	1
6	16	4	17	26	2
7	7	1	18	27	3
8	18	5	19	28	4
9	9	2	20	19	5
10	10	3	21	30	2
11	25	1	22	29	1

ДОДАТКИ

Додаток 1

Таблиця Д1.1 – Перелік груп відходів і методів їх переробки

№ групи відходів	Відходи	Склад відходів	Агрегатний стан	Методи переробки та поховання
1	2	3	4	5
1	Гальванічних виробництв*	Слабокислі або лужні, що містять солі металів або їх гідроксиди	Рідкі вологістю 80–95 % за масою	Фізико-хімічний метод переробки, що полягає у зниженні валентності деяких металів (Cr^{+6} , Mn^{+7}), нейтралізації, осадження гідроксидів й інших нерозчинних солей, фільтрації. Осади після фільтрації транспортуються на захоронення у спеціальні карти
2	Шламові осади	Теж саме, що містять мінеральні солі, солі металів або їх гідроксиди	Рідкі вологістю 80–95 % за масою	Теж саме
3	Що містять миш'як: а) рідкі	Миш'яковий і миш'яковистий ангідрид й інші сполуки миш'яку у суміші з іншими солями	Рідкі вологістю 85–90 % за масою	Фізико-хімічний метод переробки, що полягає у переведенні сполук миш'яку у арсенід кальцію, відстоюванні та фільтрації. Осад після фільтрації транспортуються на захоронення у спеціальні карти, а фільтрат спрямується на випарювання
	б) тверді та смолоподібні	Солі миш'яку	Тверді вологістю 10–15 % за масою	Розташування у спеціальних контейнерах і захоронення у спеціальних картах
4	Що містять ціаністі сполуки та інші солі	Ціаністі сполуки й інші солі	Тверді, рідкі	Фізико-хімічний метод переробки, що полягає у роздрібнюванні твердих відходів й їх перемішуванні з рідкими відходами (або водою), переведенні ціанідів у ціанати, відстоюванні та фільтрації. Осад після фільтрації транспортуються на захоронення у спеціальні карти, а фільтрат спрямується на локальні очисні споруди

Продовження таблиці Д1.1

1	2	3	4	5
5	Органічні пальні: а) тверді	Обтиральні матеріали; забруднена тирса; шмаття; забруднена дерев'яна тара; тверді смоли; мастика; промасленні папір й упаковка; шматки пластмас, органічного скла; залишки лако-фарбових матеріалів; пестициди	Тверді	Термічне знешкодження з утилізацією тепла газів, що відходять, для вироблення водяної пари енергетичних параметрів у котлах-утилізаторах із системою очистки газів, що відходять, від винесення пилу та парів хлористого водню, фтористого водню й оксидів сірки. Зола та шлак, що створюються при спалюванні відходів, транспортуються на захоронення у спеціальні карти (при відсутності узгодження з будівельними та сільськогосподарськими організаціями)
	б) рідкі	Рідкі нафтопродукти, що не підлягають регенерації; масла; забрудненні розчинники; забрудненні бензин, керосин, нафта, мазут	Рідкі вологістю до 15 % за масою	Теж саме
	в) пастоподібні	Забрудненні пастоподібні лаки, емалі, смоли; фарби та мастила	Пастоподібні вологістю до 10 % за масою	Теж саме
6	Рідкі органічні пальні, що містять хлор (не менше 40 %)	Забрудненні розчинники, кубові залишки	Рідкі вологістю до 15 % за масою	Термічне знешкодження з утилізацією тепла газів, що відходять, для вироблення водяної пари у котлах-утилізаторах із системою утилізації хлористого водню у вигляді соляної кислоти, хлористого кальцію або інших солей
7	Стічні води (тільки стічні води, які не можна знешкодити існуючими фізико-хімічними та біологічними методами)	Слабокислі або лужні розчини, що містять органічні та мінеральні солі або речовини	Рідкі вологістю 80–98 % за масою	Термічне знешкодження з наступною очисткою від винесення солей. Суміш мінеральних солей, що створюються в результаті термічного знешкодження, виводиться з процесу фільтрацією (сушінням) і транспортується на захоронення у спеціальні карти

Закінчення таблиці Д1.1

1	2	3	4	5
8	Гальванічних виробництв	Суміш солей металів або їх гідроксидів	Тверді вологістю 10–15 % за масою	Транспортуються на захоронення у спеціальні карти**
9	Що містять ртуть	Зіпсовані ртутні дугові та люмінесцентні лампи	Тверді	Демеркуризація ламп з утилізацією ртуті й інших цінних металів
10	Пісок забруднений нафтопродуктами	Пісок і нафтопродукти	Тверді вологістю до 10 % за масою	Прожарювання з утилізацією та наступною очисткою димових газів від винесення піску та домішок шкідливих речовин
11	Формувальна земля	Земля, що забруднена органічними речовинами	Теж саме	Прожарювання з утилізацією та наступною очисткою димових газів від винесення землі та домішок шкідливих речовин
12	Зіпсовані та немарковані балони	Зіпсовані балони із залишками речовин	–	Підривання балонів у спеціальній камері з подальшим промиванням та нейтралізацією. Промивні води спрямовуються на фізико-хімічне або термічне знешкодження
13	Сильнодіючі отруйні речовини	Миш'яковий та миш'яковистий ангідриди, сулема, солі синильної кислоти, солі нітрилакрилової кислоти	Тверді пастоподібні	Розташування у герметичних контейнерах і захоронення у спеціальних картах

ПРИМІТКА:

* Тільки для підприємств, на яких при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні нераціональні знешкодження і зневоднення.

** Зневодненні відходи гальванічних виробництв транспортуються на захоронення тільки при відсутності ефективних методів добування з них цінних металів.

Таблиця Д1.2 – Склад обладнання цехів заводу по знешкодженню токсичних промислових відходів

Найменування цеху	Обладнання технологічне
Цех термічного знешкодження твердих і пасто-подібних горючих відходів	<p>Бункери для приймання та проміжного зберігання твердих горючих відходів із мостовим грейдерним краном.</p> <p>Печі для спалювання відходів.</p> <p>Камери допалювання відходів.</p> <p>Котли-утилізатори для вироблення водяної пари.</p> <p>Система очистки димових газів від пилу.</p> <p>Система видалення та складування золи та шлаку</p>
Цех термічного знешкодження стічних вод і хлорорганічних відходів	<p>Печі для термічного знешкодження стічних вод і рідких горючих відходів із системою очистки димових газів від винесення мінеральних солей і системою виведення суміші мінеральних солей у сухому стані.</p> <p>Печі для термічного знешкодження рідких хлорорганічних відходів із системою утилізації хлористого водню з димових газів з одержанням хлористого кальцію або товарної соляної кислоти та системою очистки газів, що відходять</p>
Цех фізико-хімічного знешкодження твердих і рідких горючих відходів	<p>Установка по знешкодженню твердих відходів, що містять ціан, яка має наступні системи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приймання та подрібнення відходів; - готування суспензії та переведення ціанідів у ціанати; - фільтрація суспензії <p>Установка по знешкодженню відходів гальванічних виробництв, що містить:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ємкісний парк для приймання відходів; - систему відновлення Cr^{+6} і Mn^{+7} розчином сірчаної кислоти та залізного купоросу; - систему осадження іонів важких металів вапняним молоком; - систему фільтрації осаду. <p>Установка знешкодження відходів, що містять миш'як, має:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ємкісний парк для приймання відходів; - систему переведення сполук тривалентного та трихлористого миш'яку у миш'якову кислоту, арсенат кальцію та нітрооксифеніларосонову кислоту; - систему осадження сполук, що містять миш'як, вапняним молоком у вигляді арсенату кальцію; - систему фільтрації осаду; - систему випарювання фільтрату
Цех знешкодження зіпсованих і немаркованих балонів	<p>Броньовані ями для висаджування балонів.</p> <p>Система промивання та знешкодження броньованих ям і газів, що відходять.</p> <p>Погріб для зберігання вибухових речовин</p>

Закінчення таблиці Д1.2

Найменування цеху	Обладнання технологічне
Цех знешкодження ртутних і люмінесцентних ламп	Складське приміщення для приймання ламп. Агрегати для знешкодження ламп. Система очистки технологічних газів від ртуті. Система очистки промислових вод від ртуті. Складське приміщення для зберігання контейнерів із відходами, що містять ртуть, які спрямовуються на переробку

Таблиця Д1.3 – Класифікація небезпечних хімічних елементів на підставі ГДК у ґрунті

Розрахункова величина K_{Σ} за ГДК у ґрунті	Клас небезпечності	Ступінь небезпечності	Приклади речовин, що приймаються у якості головних компонентів
Менше 2	I	Надзвичайно небезпечні	Сулема, хром (VI), бенз(а)пірен
Від 2 до 16	II	Високо небезпечні	Мідь хлориста, свинець азотнокислий
Від 16,1 до 30	III	Помірно небезпечні	Свинцю окис, нікель сірчаноокислий
Понад 30	IV	Мало небезпечні	Двоокис марганцю

Таблиця Д1.4 – Класифікація небезпечних хімічних речовин за LD_{50}

Величина K_{Σ} , що одержана на підставі LD_{50}	Клас небезпечності	Ступінь небезпечності	Приклади речовин
Менше 1,2	I	Надзвичайно небезпечні	Сулема, хром (VI), ціанистий калій
Від 1,2 до 2,2	II	Високо небезпечні	Мідь хлориста
Від 2,3 до 10	III	Помірно небезпечні	Ацетофен, чотирихлористий вуглець
Понад 10	IV	Мало небезпечні	Кальцій хлористий

Таблиця Д1.5 – Класи безпеки у повітрі робочої зони і відповідні їм умовні одиниці величини LD_{50}

ГДК у повітрі робочої зони	Клас безпеки	Еквівалент LD_{50} , мг/кг
Менше 0,1	I	15
0,1–1,0	II	150
1,1–10	III	5000
Понад 10	IV	Понад 5000

Таблиця Д1.6 – Вихідні дані для визначення індексів небезпечності хімічних речовин, що входять до складу матеріалів, що надходять до відходів виробництва

№ варіанта	№ відходу	Найменування матеріалів, що надходять до відходів	Плівко-утворювальна речовина	Основний пігмент, компоненти	ГДК у ґрунті, мг/кг	ЛД ₅₀ , мг/кг	ГДК у повітрі робочої зони, мг/м ³	Вміст компоненту у загальній масі відходів, С _в , од.	Розчинність хімічного компоненту у воді, S	Леткість, F
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Емаль ПФ-11 (червона, жовта)	Пентафталефа смола (алкідна)	ZnO Комп. 1	23,0 -	- -	- 5,0	0,0038 0,0032	0,003 -	- 0,16
2	2	Ґрунтовка ФЛ-03к	Фенолформальдегідна смола	Fe ₂ O ₃ ZnO Комп. 1	- 23,0 -	26,0 - 1300	- - -	0,0032 0,0024 0,052	- - -	- - 0,21
3	3	Емаль НЦ-25 (біла)	Розчин нітроцелюлози з домішками алкідної смоли	ZnO Комп. 1	23,0 -	- -	- 5,0	0,0047 0,0019	0,003 -	- 0,09
4	4	Емаль МЛ-12, МЛ-165	Суміш алкідної і меламіноформальдегідних смол	ZnO Комп. 1	23,0 -	- -	- 6,0	0,0025 0,0021	0,003 -	- 0,14
2	5	Емаль НД-25 (чорна)	Розчин нітроцелюлози з домішками алкідної смоли	PbCrO ₄ Fe(OH) ₃	0,05 -	- 26,0	- -	0,0006 00008	10 ⁻⁴ 0,0018	- -

Продовження таблиці Д1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Емаль БТ-577		Розчин фенол-формальдегідних смол у етиловому спирті		-	130,0	-	0,002	0,3	-
7	Ґрунтовка ФЛ-03К		Фенолформальдегідна смола	Fe ₂ O ₃ ZnO Комп. 1	- 23,0 -	26,0 - -	- - 6,0	0,0006 0,0009 0,0021	- 0,003 -	- - 0,32
8	Лак НЦ-218		Розчин нітроцелюлози з домішками алкідної смоли	PbCrO ₄ ZnO	0,05 23,0	- -	- -	0,0013 0,0018	10 ⁻⁴ 0,003	- -
3	Лак ПЕ-265		Поліефірна смола	-	-	150,0	-	0,0185	0,07	-
4	Шпаклівка НЦ-00-38		Розчин нітроцелюлози з домішками алкідної смоли	Fe ₂ O ₃ Fe(OH) ₃ PbCrO ₄	- - 0,5	26,0 26,0 -	- - -	0,0028 0,0026 0,0036	- 0,018 10 ⁻⁴	- - -
11	Ґрунтовка ВЛ-023		Полівініл-бутіраль	4ZnO×CrO ₃ ×H ₂ O Тальк Сажа Комп. 1	0,05 - - -	- - - 2200	- 4,0 4,0 -	0,0032 0,0022 0,0024 0,0055	0,0057 - - 0,04	- - - 0,14
12	Емаль ХС-413		Сополімер вінілхлориду з вінілацетатом	TiO ₂ Fe ₂ O ₃ ×H ₂ O Комп. 1 Комп. 2	- - - -	- 26,0 - -	10,0 - 30,0 10,0	0,0057 0,0067 0,0038 0,0046	- - - 0,03	- - 0,35 0,15

Продовження таблиці Д1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	13	Емаль ХВ-5243	Перхлорвінілова смола	Fe ₃ O ₄ TiO ₂ Cu ₂ O PbCrO ₄	- - 3,0 0,05	26,0 - - -	- 10,0 - -	0,0028 0,0022 0,0018 0,0032	- - - -	- - - -
	14	Ґрунтовка ФЛ-03К	Фенолформаль- дегідна смола	Fe ₂ O ₃ ZnO Комп. 1	- 23,0 -	26,0 - 1300	- - -	0,0006 0,0016 0,0011	- 0,003 -	- - 0,27
6	15	Ґрунтовка ГФ-0119	Гліфталева смола	Fe ₂ O ₃ ZnO Тальк Комп. 1	- 23,0 - -	26,0 - - -	- - 4,0 6,0	0,0004 0,0008 0,0007 0,0011	- 0,003 - -	- - - 0,42
	16	Ґрунтовка ВЛ-02	Полівініл- бутіраль	3ZnO×CrO ₃ ×H ₂ O Тальк Сажа Комп. 1	0,05 - - -	- - - 2200	- 4,0 4,0 -	0,0004 0,0009 0,0014 0,0011	0,0057 - - 0,04	- - - 0,14
7	17	Шпаклівка ХВ-005	Перхлорвінілова смола	Олово-органічні похідні Fe ₃ O ₄	- - -	- 26,0 -	10,0 - -	0,0010 0,0007 -	0,0024 - -	- - -
	18	Емаль КО-813	Кремнійорганічні полімери	Алом. пудра Цинк. порошок CdS×nCdSe	- - -	- - 117,0	2,0 2,0 -	0,0007 0,0004 0,0014	- - 2,1×10 ⁻⁸	- - -
	19	Емаль ПФ-218	Пентафталева смола	Cr ₂ O ₃ Комп. 1	- -	- -	0,03 5,0	0,0013 0,0011	- -	- 0,16
	20	Емаль ПФ-115	Пентафталева смола	ZnO Комп. 1	23,0 -	- -	- 5000	0,0013 0,0021	0,003 -	- 0,18

Продовження таблиці Д1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	21	Емаль ЕП-1236	Елоксидна смола	CrPO ₄ ×3H ₂ O Cr ₂ O ₃ Комп. 1	0,05 - -	- - 150,0	- 0,03 -	0,0007 0,0017 0,0011	0,0063 - 0,07	- - 0,22
9	22	Емаль ПФ-133	Пентафталева смола	ZnO Fe ₂ O ₃ Комп. 1	23,0 - -	- 26,0 -	- - 5,0	0,0018 0,0015 0,0024	0,003 - -	- - 0,53
	23	Емаль ПФ-167	Пентафталева смола	Fe ₂ O ₃ Cr ₂ O ₃ Комп. 1	- - -	2,0 - -	- 0,03 5,0	0,0012 0,0015 0,0024	- - -	- - 0,11
	24	Шпаклівка ЕП-00-10	Елоксидна смола	Cr ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ Комп. 1	- - -	- 26,0 150,0	0,03 - -	0,0018 0,0015 0,0029	- - -	- - 0,13
10	25	Шпаклівка ПФ-002	Пентафталева смола	Fe ₂ O ₃ Комп. 1	- -	26,0 -	- 5,0	0,0022 0,0023	- -	- -
	26	Грунтовка ФЛ-03К	Фенолформаль- дегідна смола	Fe ₂ O ₃ ZnO Комп. 1	- 23,0 -	26,0 - 1300	- - -	0,0024 0,0015 0,0028	- 0,003 -	- - 0,30
	27	Грунтовка ФЛ-03К	Фенолформаль- дегідна смола	Fe ₂ O ₃ ZnO 4ZnO×CrO ₃ ×3H ₂ O	- 23,0 0,05	26,0 - -	- - -	0,0010 0,0008 0,0012	- 0,003 0,0057	- - -
	28	Шпаклівка МС-006	Алкіднопраль- ний лак	Fe ₂ O ₃ Комп. 1	- -	26,0 -	- 5,0	0,0029 0,0024	- -	- 0,19
11	29	Емаль ПФ-837	Пентафталева смола	CdS×nCdSe TiO ₂ PbCrO ₄	- - 0,05	117,0 - -	- 10,0 -	0,0010 0,0013 0,0009	2,1×10 ⁻⁸ - 10 ⁻⁴	- - -

Закінчення таблиці Д1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	30	Емаль КО-42	Кремнійорганічні полімери	Цинк. порошок CdS×nCdSe	-	-	2,0	0,0015 0,0018	- 2,1×10 ⁻⁸	- -
	31	Емаль КЛ-815	Кремнійорганічні полімери	Алюм. порошок CdS×nCdSe	-	-	2,0	0,0016 0,0014	- 2,1×10 ⁻⁸	- -
	32	Ґрунтовка	Епоксифірна смола	Fe ₂ O ₃ Комп. 1	-	26,0	-	0,0029 0,0024	- 0,07	- -
	33	Латекс ДВБ	Дівінілхлорид	Комп. 1 Комп. 2	-	-	30,0	0,0053 0,0022	- -	- 0,48

Таблиця Д1.7 – Номенклатура відходів, що створюються на підприємстві

№№ відходу	Найменування відходів	Технологічний процес, де створюються відходи	Агрегатний стан, клас небезпечності	Утворилося відходів, т/рік	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	Стальний брухт і сталева стружка	Основне виробництво	Тверда речовина, IV клас	1180	
2	Брухт і відходи кольорових металів	Основне виробництво	Тверда речовина, II клас	764	
3	Нафтопродукти (відпрацьовані моторні мастила, суміш відпрацьованих нафтопродуктів)	Основне виробництво	Рідина, III клас	270	60 % відходів пере-дається підприємству, що переробляє ПММ
4	Емульсії, мастильно-охолоджуючі рідини (укренол, емульсор, сульфозрезол)	Експлуатація обладнання	Водний розчин, III клас	98	
5	Відпрацьовані рідини, органічні розчинники (бензол, ацетон, метилпіромід)	Миття деталей і вузлів	Рідина, III клас	35	

Продовження таблиці Д1.7

1	2	3	4	5	6
6	Шлаки легованих сталей	Ливарне виробництво	Тверда речовина, IV клас	5	100 % відходів передається підприємству будівельного комплексу
7	Стержньові суміші (формувальні)	Вироблення стержнів	Тверда речовина, II клас	3	
8	Шлами ванн сульфидування	Термічне виробництво	Тверда речовина, II клас	0,8	
9	Шлаки сплавів алюмінію	Ливарне виробництво	Тверда речовина, II клас	16	
10	Шлаки сплавів міді	Ливарне виробництво	Тверда речовина, II клас	7	
11	Відходи пластмас	Лиття під тиском	Тверда речовина, III клас	2,5	40 % відходів передається спеціалізованим підприємствам
12	Відходи гуми	Пресування	Тверда речовина, IV клас	2	
13	Шлами соляних ванн	Термічне виробництво	Пастоподібні, II клас	16	
14	Відпрацьовані лампи денного світла	Освітлення виробничих приміщень	Тверда речовина, I клас	2800 шт.	
15	Лужні шлами, що містять хром	Гальванічне виробництво	Рідка речовина, III клас	0,4	
16	Сильнодіючі отруйні речовини	Допоміжне виробництво	Пастоподібні, I клас	1,6	Водорозчинні
17	Відходи малярного виробництва	Фарбувальна ділянка, очищення камер і тари	Підставити дані попередніх розрахунків	240	8 % відходів використовується у вигляді шпаклівки, другосортних ЛКМ, мастик

Додаток 2

Таблиця Д2.1 – Карточка завдань

Номер варіанта	Визначення класу небезпеки (додаток 1, табл. Д1.3)	Вибір методів переробки відходів (додаток 1, табл. Д1.6)	Глибина залягання грунтових вод, м
1	1	1, 3, 8, 9, 16, 17	4,0
2	2	2, 4, 10, 13, 16, 17	4,8
3	3	3, 5, 8, 10, 16, 17	5,0
4	4	4, 6, 7, 14, 16, 17	5,4
5	5	5, 6, 7, 8, 16, 17	5,7
6	6	6, 8, 11, 15, 16, 17	6,0
7	7	7, 12, 13, 15, 16, 17	6,2
8	8	2, 7, 10, 14, 16, 17	6,5
9	5	1, 5, 8, 11, 16, 17	6,8
10	7	1, 11, 14, 15, 16, 17	7,0
11	1	3, 4, 8, 10, 16, 17	5,5
12	3	7, 10, 11, 14, 16, 17	4,5
13	8	2, 5, 10, 13, 16, 17	6,7
14	6	1, 5, 8, 15, 16, 17	5,8
15	2	2, 5, 13, 15, 16, 17	6,4
16	4	6, 11, 13, 14, 16, 17	7,4

КАРТКИ ЗАВДАНЬ

Варіант 1

Назва забруднюючих речовин	Ліміт викидів (скидів) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Фактична маса річного викиду (скиду) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Клас небезпеки (токсичності) відходів	Середньодобова ГДК, мг/куб. м, (ГДК у воді, мг/л)
1	2	3	4	5
Викиди у атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами				
Пил деревна	0,210	0,210		0,01–0,1 (вкл.)
Пил абразивна	3,981	4,016		0,01–0,1 (вкл.)
Пил металева	1,314	1,417	I	
Пил фарб	0,0013	0,0013	I	
Заліза хлорид	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$		
Сполуки марганцю	0,008	0,0084		
Кремнію двоокис	0,095	0,095	III	
Сажа	0,102	0,113		
Свинець	0,003	0,003		
Цинку окис	0,500	0,500		0,01–0,1 (вкл.)
Азоту двоокис	1,139	1,150		0,01–0,1 (вкл.)
Акролеїн	0,184	0,184		0,01–0,1 (вкл.)
Аміак	0,285	0,285		
Сірчаний газ	0,525	0,525		0,01–0,1 (вкл.)
Барію хлорид	0,0064	0,0064	II	
Інші забруднюючі речовини	0,017	0,017		не встановлено
Скиди забруднюючих речовин у воду				
Жири, масла	0,122	0,122		
Нафта	0,108	0,112		
Нікелю окиси	0,048	0,048		
Сірковуглець	0,814	0,826		
Цинк-іон двовалентний	0,030	0,036		
Магній-катіон	0,096	0,096		
Інші речовини	0,025	0,025		не встановлено
Інші речовини	0,206	0,211		0,1–1,0
Інші речовини	0,415	0,415		більш 10,0

1	2	3	4	5
Розміщення відходів у навколишньому природному середовищі				
Шлаки легованих сталей	5,000	5,000	IV	
Стержневі суміші (формовані)	2,120	3,000	II	
Відходи процесу шліфування	12,700	12,900	IV	
Тверді відходи пилогазоочисних установок	45,000	45,000	IV	
Шлами пральні	25,000	25,000	IV	
Дрантя промаслене	112,43	112,43	IV	
Лампи люмінесцентні	4000 шт.	4000 шт.		
Відходи пластмас	2,500	2,500	III	
Відпрацьовані автопокришки	7,000	7,000	інертні	

В а р і а н т 2

Назва забруднюючих речовин	Ліміт викидів (скидів) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Фактична маса річного викиду (скиду) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Клас небезпеки (токсичності) відходів	Середньодобова ГДК, мг/куб. м, (ГДК у воді, мг/л)
1	2	3	4	5
Викиди у атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами				
Бензол	0,543	0,543		0,01–0,1 (вкл.)
Водень хлористий	0,028	0,028		0,01–0,1 (вкл.)
Азотна кислота	0,056	0,056		0,1 – більш 10,0
Сірчана кислота	0,058	0,058		0,01–0,1 (вкл.)
Метилметакрилат	0,837	0,852		0,001–0,01
Натрію гідроокис	0,042	0,042		
Скипидар	0,0122	0,0122		0,1 – більш 10,0
Стирол	0,0231	0,0231		
Аерозоль масляна	8,661	8,824	III	
Трихлоретилен	0,602	0,602		0,1 – більш 10,0

1	2	3	4	5
Вуглецю двоокис	121,613	130,103		0,1 – більш 10,0
Фториди добре розчинені	0,00042	0,00042		0,001–0,01
Уайт-спірит	0,0932	0,100	IV	
Керосин	0,145	0,168	IV	
Хромовий ангідрид	0,001	0,001		
Інші забруднюючі речовини	0,028	0,028		не встановлено
Скиди забруднюючих речовин у воду				
Аміак	0,612	0,625		
Залізо загальне	0,450	0,450		
Зважені речовини	2,420	2,540		
Миш'як	0,0082	0,0082		
Феноли	0,0012	0,0012		
Ціаніди	0,263	0,275		
Інші речовини	0,016	0,016		не встановлено
Інші речовини	0,101	0,101		0,001–0,009
Інші речовини	0,617	0,617		1,0–10,0
Розміщення відходів у навколишньому природному середовищі				
Ртутьвмісне обладнання	5 шт.	5 шт.		
Відходи малярного виробництва	126,000	126,000	III	
Відходи гуми	1,700	1,920	II	
Люмінесцентні лампи	2800 шт.	2800 шт.		
Шлаки мідних сплавів	7,000	7,000	II	
Шлаки алюмінієвих сплавів	12,500	12,500	II	
Відпрацьовані автопокришки	4,200	4,200	інертні	
Тверді відходи пилогазоочисних установок	28,000	28,000	IV	
Шлами ванн сульфидування	0,500	0,500	II	

Варіант 3

Назва забруднюючих речовин	Ліміт викидів (скидів) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Фактична маса річного викиду (скиду) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Клас небезпеки (токсичності) відходів	Середньодобова ГДК, мг/куб. м, (ГДК у воді, мг/л)
1	2	3	4	5
Викиди у атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами				
Заліза сульфат	0,0004	0,0006		
Кадмій та його сполуки	0,007	0,007		
Кислота плавикова	0,015	0,018		
Міді окиси	0,076	0,076		
Нафталін	0,104	0,118		
Сірка елементарна	0,241	0,241		
Пил металева	0,876	0,924	I	
Цинку окис	0,365	0,365		0,01–0,1 (вкл.)
Сірчаний газ	0,421	0,542		0,01–0,1 (вкл.)
Кремнію двоокис	0,412	0,412	III	
Сольвент	0,768	0,768		
Скипидар	0,024	0,024		0,1 – не більш 10
Азоту двоокис	1,160	1,160		0,01–0,1 (вкл.)
Етилацетат	0,078	0,078		
Уайт-спірит	0,136	0,136	IV	
Інші забруднюючі речовини	0,054	0,054		не встановлено
Скиди забруднюючих речовин у воду				
Формальдегід	0,012	0,012		
Фосфати	0,203	0,246		
Нафтопродукти в емульсійному стані	0,218	0,420		
Синтетичні поверхнево-активні речовини	0,657	0,761		
Фтор-іон	0,054	0,054		

1	2	3	4	5
Нітрит-іон	0,0022	0,0022		
Інші речовини	0,043	0,043		не встановлено
Інші речовини	0,026	0,026		до 0,001
Розміщення відходів у навколишньому природному середовищі				
Шлами з очисної споруди промислової каналізації	30,000	30,000		інертні
Лампи люмінесцентні	3650 шт.	3650 шт.		
Шлам пральні	18,000	19,200	IV	
Відходи пластмас	2,400	2,580	III	
Відпрацьовані автопокришки	5,600	5,600	інертні	
Шлаки мідних сплавів	4,200	4,200	II	
Дрантя промаслене	84,000	87,600	IV	
Шлаки алюмінієвих сплавів	9,000	9,000	II	

В а р і а н т 4

Назва забруднюючих речовин	Ліміт викидів (скидів) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Фактична маса річного викиду (скиду) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Клас небезпеки (токсичності) відходів	Середньодобова ГДК, мг/куб. м, (ГДК у воді, мг/л)
1	2	3	4	5
Викиди у атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами				
Пил деревна	0,210	0,210		0,01–0,1 (вкл.)
Бензол	0,543	0,565		0,1 – більш 10,0
Хромовий ангідрид	0,0009	0,0009		
Заліза сульфат	0,0004	0,0006		
Пил металева	1,218	1,316	I	
Метилметакрилат	0,738	0,825		0,001–0,01 (вкл.)
Кислота плавикова	0,017	0,017		

1	2	3	4	5
Сірчана кислота	0,062	0,062		0,01–0,1 (вкл.)
Фурфурол	0,076	0,076		
Аерозоль масляна	7,743	7,834	III	
Уайт-спірит	0,216	0,308	IV	
Свинець	0,002	0,002		
Вуглецю оксид	11,612	12,116		0,1 – більш 10,0
Етилацетат	0,067	0,067		
Стирол	0,0116	0,0205		
Інші забруднюючі речовини	0,016	0,016		не встановлено
Скиди забруднюючих речовин у воду				
Залізо загальне	0,587	0,603		
Фосфати	0,312	0,400		
Нікелю окиси	0,062	0,062		
Зважені речовини	3,012	3,103		
Сірководень	0,456	0,456		
Фтор-іон	0,045	0,045		
Інші речовини	0,022	0,022		не встановлено
Інші речовини	0,106	0,106		0,001–0,09
Інші речовини	0,716	0,716		1,0–10,0
Розміщення відходів у навколишньому природному середовищі				
Шлаки легованих сталей	4,800	4,800	IV	
Лампи люмінесцентні	3220 шт.	3220 шт.		
Відходи резини	1,240	1,308	II	
Відпрацьовані автопокришки	6,100	6,100	інертні	
Відходи пластмас	1,600	1,820	III	
Ртутьвмісне обладнання	7 шт.	7 шт.		
Шлам пральні	18,10	18,10	IV	
Відходи малярного виробництва	112,000	121,000	III	
Шлаки алюмінієвих сплавів	6,000	6,000	II	

В а р і а н т 5

Назва забруднюючих речовин	Ліміт викидів (скидів) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Фактична маса річного викиду (скиду) забруднюючих речовин, розміщення відходів, т	Клас небезпеки (токсичності) відходів	Середньодобова ГДК, мг/куб. м, (ГДК у воді, мг/л)
1	2	3	4	5
Викиди у атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами				
Хромовий ангідрид	0,0009	0,0009		
Барій хлористий	0,078	0,088	II	
Уайт-спірит	0,106	0,124		
Сірчаний газ	0,614	0,720		0,01–0,1 (вкл.)
Вуглецю окис	8,542	9,060		0,1 – більш 10,0
Аміак	0,342	0,342		
Трихлоретилен	0,754	0,754		0,1 – більш 10,0
Свинець	0,005	0,005		
Селену окис	0,0001	0,0001		
Фурфурол	0,088	0,088		
Пил деревна	0,540	0,620		0,01–0,1 (вкл.)
Кремнію двоокис	0,067	0,072	III	
Метилметакрилат	0,333	0,333		0,001–0,01
Бенз(о)сирен	0,0002	0,0002		
Азотна кислота	0,066	0,066		0,1 – більш 10,0
Інші забруднюючі речовини	0,011	0,011		не встановлено
Скиди забруднюючих речовин у воду				
Магній-катіон	0,055	0,076		
Сірководень	0,654	0,765		
Ціаніди	0,265	0,312		
Феноли	0,0015	0,0015		
Зважені речовини	1,800	1,920		
Кальцій-катіон	0,850	0,850		
Інші речовини	0,0008	0,0008		не встановлено
Інші речовини	0,312	0,312		до 0,001
Інші речовини	0,077	0,077		0,1–1,0

1	2	3	4	5
Розміщення відходів у навколишньому природному середовищі				
Шлаки легованих сталей	6,500	6,500	IV	
Відходи гуми	2,000	2,000	II	
Відходи малярного виробництва	63,000	63,000	III	
Тверді відходи пилогазоочисних установок	28,000	31,000	IV	
Люмінесцентні лампи	3500 шт.	3600 шт.		
Відпрацьовані автопокришки	3,800	3,800	інертні	
Відходи пластмас	1,850	1,850	III	
Шлами ванн сульфидування	0,440	0,440	II	
Шлам пральні	14,000	14,000	IV	

ІНСТРУКЦІЯ ПРО ПОРЯДОК ОБЧИСЛЕННЯ ТА СПЛАТИ ЗБОРУ ЗА ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

1. Основні положення (із скороченнями)

1.1. Ця Інструкція розроблена на основі Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про підприємництво», «Про місцеве самоврядування в Україні», «Про систему оподаткування», «Про державну податкову службу в Україні», «Про відходи», «Про порядок погашення зобов'язань платників податків перед бюджетами та державними цільовими фондами», на виконання постанови Кабінету Міністрів України від 1 березня 1999 року № 303 «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» (із змінами і доповненнями).

1.2. Інструкція визначає єдиний на території України порядок обчислення і сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища (далі – збір), а також відповідальність платників за достовірність даних про обсяги викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин, скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти, розміщені відходи та за правильність обчислення, повноту і своєчасність сплати збору.

1.3. Сплата збору не звільняє його платників від сплати інших обов'язкових платежів, якщо інше не встановлено законодавчими актами України та міжнародними угодами.

1.4. За цією Інструкцією обчислюються суми збору, який справляється за:

- викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин (далі – викиди) стаціонарними і пересувними джерелами забруднення;
- скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти (далі – скиди) (Установлення та стягнення плати, яка справляється за скиди промислових та інших стічних вод у системи кана-

лізації, регулюється нормативно-правовими актами Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України);

- розміщення відходів.

2. Платники збору

2.1. Платниками збору є суб'єкти господарювання, незалежно від форм власності, включаючи їх об'єднання, філії, відділення та інші відокремлені підрозділи, що не мають статусу юридичної особи, розташовані на території іншої територіальної громади; бюджетні, громадські та інші підприємства, установи і організації; постійні представництва нерезидентів, які отримують доходи в Україні; громадяни, які здійснюють на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони викиди і скиди забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище та розміщення відходів.

2.2. Якщо до складу підприємств (установ, організацій) – платників збору входять філії, відділення та інші відокремлені підрозділи (далі філії), які не мають банківських рахунків, не ведуть окремого бухгалтерського обліку своєї діяльності, не складають окремого балансу, то збір за здійснені цими філіями викиди, скиди і розміщені відходи сплачується цими підприємствами (установами, організаціями).

2.3. Якщо платник перестає функціонувати як самостійна юридична особа, то платником збору стає його правонаступник.

2.4. Територіальні органи Мінприроди України до 1 грудня року, що передує звітному, подають до органів державної податкової служби перелік підприємств, установ, організацій, громадян – суб'єктів господарювання, яким в установленому порядку видано дозволи на викиди, спеціальне водокористування та розміщення відходів, а також направляють зміни до переліку до 30 числа місяця, наступного за кварталом, у якому вони виникли.

Невключення підприємства, установи, організації, громадянина – суб'єкта господарювання до переліку не звільняє їх від сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища.

3. Об'єкти обчислення збору

Об'єктами обчислення збору є:

- для стаціонарних джерел забруднення – обсяги забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря або скидаються безпосередньо у водний об'єкт, та обсяги відходів, що розміщуються у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах;
- для пересувних джерел забруднення – обсяги фактично використаних видів пального, в результаті спалення яких утворюються забруднюючі речовини.

4. Нормативи збору

4.1. Нормативи збору за забруднення навколишнього природного середовища встановлюються як фіксовані суми в гривнях за одиницю основних забруднюючих речовин та розміщених відходів наведені нижче в методичних вказівках та у додатку 1 Постанови Кабінету Міністрів України від 1 березня 1999 року № 303 «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору».

4.2. За викиди забруднюючих речовин, які не ввійшли до таблиці, слід застосовувати нормативи збору залежно від установленого класу небезпечності даної забруднюючої речовини; за викиди, на які не встановлено класів небезпечності слід застосовувати нормативи збору як за викид забруднюючої речовини I класу небезпечності.

У разі скидання забруднюючих речовин в озера, ставки та інші непроточні водні об'єкти норматив збору, який справляється за скид забруднюючих речовин у ці водні об'єкти, збільшується у 1,5 рази.

У разі захоронення забруднюючих рідинних речовин, відходів виробництва та стічних вод у глибокі підземні водоносні горизонти, що не містять прісних вод, слід застосовувати норматив збору як за скид забруднюючих речовин відповідно до таблиць з коефіцієнтом 10.

4.3. За розміщення відходів, на які не встановлено класів небезпечності, застосовується норматив збору як за розміщення відходів першого класу небезпечності.

4.4. Нормативи збору, який справляється за викиди пересувними джерелами забруднення, встановлюються в залежності від виду пального та транспорту (автомобільного, залізничного, морського та річкового).

5. Ліміти скидів забруднюючих речовин та розміщення відходів

5.1. Щорічні ліміти скидів у водні об'єкти загальнодержавного значення для первинних водокористувачів визначаються у дозволах на спеціальне водокористування, які видають органи Мінприроди України.

Щорічні ліміти скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти місцевого значення для первинних водокористувачів визначаються у дозволах на спеціальне водокористування, які видаються місцевими державними адміністраціями, а в містах обласного значення – виконавчими органами рад за погодженням з органами Мінприроди України.

Обсяги скидів, пов'язаних з проведенням планового ремонту каналізаційних мереж і споруд, включаються до загального ліміту скидів. Обсяги та умови проведення таких скидів погоджуються з органами Мінприроди України. Збір, який справляється за ці скиди, нараховується як за скиди, що проводяться в межах установлених лімітів.

У разі перевищення погодженого обсягу скидів та порушення умов їх проведення, пов'язаних з плановим ремонтом каналізаційних мереж і споруд, плата обчислюється як за понадлімітні скиди, а збитки, заподіяні навколишньому природному середовищу, відшкодовуються в установленому законодавством порядку.

5.2. Установлення та стягнення плати, яка справляється за скиди промислових та інших стічних вод у системи каналізації, регулюється нормативно-правовими актами Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики.

5.3. Ліміти на розміщення відходів встановлюються терміном на один рік і після затвердження місцевою державною адміністрацією доводяться до власників відходів до першого жовтня поточного року. Ліміти на утворення та розміщення відходів розробляються, затверджуються і переглядаються в порядку, затвердже-

ному постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 року № 1218.

5.4. За понадлімітні обсяги скидів забруднюючих речовин та розміщення відходів збір обчислюється і сплачується в п'ятикратному розмірі.

5.5. У разі відсутності в платника затверджених у встановленому порядку лімітів скидів і розміщення відходів збір обчислюється і сплачується в п'ятикратному розмірі.

6. Суми збору, який справляється за викиди в атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення

6.1. Плата за викиди в атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення впроваджується з метою економічного стимулювання здійснення атмосфероохоронних заходів, упорядкування джерел їх фінансування й кредитування та відшкодування народногосподарських збитків, завданих забрудненням атмосферного повітря стаціонарними об'єктами.

6.2. Платежі за викиди в атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення компенсують економічні збитки від негативного впливу забруднюючого атмосферного повітря на здоров'я людей, об'єкти житлово-комунального господарства (житловий фонд, міський транспорт, зелені насадження тощо), сільськогосподарські угіддя, водні, лісові, рибні й рекреаційні ресурси, основні фонди промисловості та транспорту.

6.3. Сума збору, який справляється за викиди в атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення ($\Pi_{\text{вс}}$) визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{вс}} = \sum_{i=1}^n \left[(H_{\text{бі}} \cdot M_{\text{лі}}) + (H_{\text{бі}} \cdot M_{\text{пі}} \cdot K_{\text{п}}) \right] \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{інд}}, \quad (1)$$

де $H_{\text{бі}}$ – норматив збору за тонну i -ї забруднюючої речовини, у гривнях (грн/т); $M_{\text{лі}}$ – фактичний обсяг викиду i -ї забруднюючої речовини в тонах у межах ліміту, (т); $M_{\text{пі}}$ – обсяг понадлімітного викиду (різниця між обсягом фактичного викиду і ліміту) i -ї забруднюючої речовини в тонах (т); $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт кратності плати за понадлімітний викид забруднюючих речовин – 5; $K_{\text{т}}$ – коефіці-

єнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості; $K_{\text{інд}}$ – коефіцієнт індексації.

6.4. Коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості (K_T), залежить від чисельності жителів населеного пункту, його народногосподарського значення і розраховується за формулою:

$$K_T = K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ф}}, \quad (2)$$

де $K_{\text{нас}}$ – коригуючий коефіцієнт, який встановлюється залежно від чисельності жителів населеного пункту і визначається за табл. 1; $K_{\text{ф}}$ – коригуючий коефіцієнт, який встановлюється залежно від народногосподарського значення населеного пункту і визначається за табл. 2.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта $K_{\text{нас}}$ у залежності від чисельності жителів населеного пункту

Чисельність населення, тис. чоловік	$K_{\text{нас}}$
До 100	1,00
100,1–250	1,20
250,1–500	1,35
500,1–1000	1,55
більше 1000	1,80

Таблиця 2 – Значення коефіцієнту народногосподарського значення населеного пункту

Тип населеного пункту	$K_{\text{ф}}$
Організаційно-господарські та культурно-побутові центри місцевого значення з перевагою аграрно-промислових функцій (районні центри, міста, селища районного підпорядкування) та села	1,00
Багатофункціональні центри, центри з перевагою промислових і транспортних функцій (обласні центри, міста обласного підпорядкування, великі промислові та транспортні вузли)	1,25
Центри з перевагою рекреаційних функцій*	1,65

* Якщо населений пункт одночасно має промислове та рекреаційне значення, застосовується коефіцієнт $K_{\text{ф}} = 1,65$.

6.5. Базові нормативи плати за викиди в атмосферу i -ї забруднюючої речовини стаціонарними джерелами забруднення ($H_{\text{бі}}$) устанавлюється на підставі гранично допустимої концентрації, відносної агресивності та оцінки економічного збитку від шкідливої

дії викидів і затверджується Мінприроди України за погодженням із Міністерством економіки України та Міністерством фінансів України.

6.6. Якщо забруднююча речовина не має затвердженої середньодобової гранично допустимої концентрації, базові нормативи плати визначаються в залежності від її класу небезпечності і затверджуються в порядку, визначеному п. 4.3 даної методики.

6.7. Для забруднюючих речовин, на які не встановлені класи небезпечності, за норматив плати приймається ставка, рівна базовому нормативу плати за викид забруднюючої речовини I класу небезпечності.

7. Сума збору, який справляється за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення

7.1. Сума збору, який справляється за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення впроваджується з метою економічного стимулювання атмосфероохоронних заходів, упорядкування джерел їх фінансування й кредитування та відшкодування народногосподарських збитків, завданих забрудненням атмосферного повітря пересувними транспортними засобами.

7.2. Платежі за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення компенсують економічні збитки від негативного впливу забрудненого атмосферного повітря на здоров'я людей, лісові, водні, рибні й рекреаційні ресурси, основні фонди промисловості та транспорту.

7.3. Розмір платежу за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення встановлюється на підставі базових нормативів плати за ці викиди та кількості використаного пального.

7.4. Сума збору, який справляється за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення (Пвп) визначається за формулою:

$$P_{\text{вп}} = \sum_{i=1}^n [(M_i \cdot H_{\text{oi}})] \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{інд}}, \quad (3)$$

де M_i – кількість використаного пального i -го виду, у тонах (т); $H_{\text{б}i}$ – норматив збору за тону i -го виду пального, у гривнях (грн/т); $K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості; $K_{\text{інд}}$ – коефіцієнт індексації.

7.5. Базові нормативи плати за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення ($H_{\text{б}i}$) затверджуються Мінприроди України за погодженням із Міністерством економіки України та Міністерством фінансів України.

8. Сума збору, який справляється за скиди забруднюючих речовин у поверхневі води, територіальні та внутрішні морські води, а також підземні горизонти

8.1. Плата за скиди забруднюючих речовин у поверхневі води, територіальні та внутрішні води, а також підземні горизонти впроваджується з метою економічного стимулювання водоохоронних заходів, упорядкування джерел їх фінансування і кредитування та відшкодування народногосподарських збитків, завданих забрудненням поверхневих вод, територіальних і внутрішніх морських вод та підземних горизонтів.

8.2. Платежі за скиди забруднюючих речовин у поверхневі води, територіальні та внутрішні морські води, а також підземні горизонти компенсують економічні збитки від негативного впливу забруднених вод на здоров'я людей, об'єкти житлово-комунального господарства, сільськогосподарські угіддя, водні, лісові, рибні й рекреаційні ресурси.

8.3. Розмір платежу за скиди забруднюючих речовин у поверхневі води, територіальні та внутрішні морські води, а також підземні горизонти включає дві складові:

– плату в межах установлених лімітів (тимчасово погоджених) скидів забруднюючих речовин;

– плату за перевищення лімітів скидів забруднюючих речовин.

8.4. Розмір платежу за скиди забруднюючих речовин у поверхневі води, територіальні та внутрішні морські води, а також підземні горизонти ($\Pi_{\text{с}}$) визначається за формулою:

$$\Pi_{\text{с}} = \sum_{i=1}^n [(M_{\text{л}i} \cdot H_{\text{б}i}) + (M_{\text{п}i} \cdot H_{\text{б}i} \cdot K_{\text{п}})] \cdot K_{\text{рб}} \cdot K_{\text{інд}}, \quad (4)$$

де $M_{ли}$ – обсяг скиду i -ї забруднюючої речовини в межах ліміту в тонах (т); $H_{\delta i}$ – норматив збору за тону i -ї забруднюючої речовини у гривнях (грн/т); $M_{пи}$ – обсяг понадлімітного скиду (різниця між обсягом фактичного скиду і ліміту) i -ї забруднюючої речовини у тонах (т); $K_{п}$ – коефіцієнт кратності плати за понадлімітні скиди забруднюючих речовин – 5; $K_{рб}$ – регіональний (басейновий) коригуючий коефіцієнт, який враховує територіальні екологічні особливості, а також екологічно-економічні умови функціонування водного господарства; $K_{інд}$ – коефіцієнт індексації.

8.5. Базові нормативи плати за скидання i -ї забруднюючої речовини у поверхневі води, територіальні та внутрішні морські води, а також підземні горизонти ($H_{\delta i}$) устанавлюються на підставі їх гранично допустимих концентрацій, відносної агресивності та оцінки економічного збитку від шкідливої дії скидів і затверджуються Мінприроди України за погодженням із Міністерством економіки України та Міністерством фінансів України.

8.6. Значення показника $M_{ли}$ приймається рівним річному обсягу скиду i -ї забруднюючої речовини в межах ліміту, а показника $M_{пи}$ – річному обсягу понадлімітного скиду (фактичний скид мінус ліміт).

8.7. Регіональні (басейнові) коефіцієнти $K_{рб}$, які враховують територіальні соціально-екологічні умови функціонування водного господарства, наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Значення регіональних (басейнових) коефіцієнтів

Басейни морів і рік	$K_{рб}$
Азовське море	2,0
Чорне море	2,0
Дунай	2,2
Тиса	3,0
Прут	3,0
Дністер	2,8
Дніпро (кордон України – до м. Києва)	2,5
Дніпро (м. Київ включно – до Каховського г/в)	2,2
Дніпро (Каховський г/в включно – до Чорного моря)	1,8
Прип'ять	2,5
Західний Буг та ріки басейну Вісли	2,5
Десна	2,5
Південний Буг та Інгул	2,2
Ріки Кримського півострова	2,8
Сіверський Донець	2,2
Міус	2,2
Кальміус	2,2

9. Сума збору, який справляється за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі

9.1. Плата за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі впроваджується з метою економічного стимулювання заходів по зниженню відходності виробничих процесів та безпечному захороненню відходів, упорядкування джерел їх фінансування й кредитування та відшкодування народногосподарських збитків, завданих розміщенням відходів у навколишньому природному середовищі.

9.2. Платежі за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі компенсують економічні збитки від негативного впливу відходів на здоров'я людей, об'єкти житлово-комунального господарства, сільськогосподарські угіддя, водні, лісові, рибні й рекреаційні ресурси, основні фонди промисловості та транспорту.

9.3. Розмір платежів за розміщення відходів у навколишньому природному середовищу включає дві складові:

– плату в межах установлених лімітів (згідно з дозволами на розміщення) відходів у навколишньому природному середовищі;

– плату за перевищення лімітів відходів у навколишньому природному середовищі.

9.4. Розмір платежу за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі ($P_{рв}$) визначається за формулою:

$$P_{рв} = \sum_{i=1}^n ((M_{ли} \cdot H_{би} \cdot K_m \cdot K_o) + (M_{пи} \cdot H_{би} \cdot K_o \cdot K_{п} \cdot K_m)) \cdot K_{инд}, \quad (5)$$

де $M_{ли}$ – обсяг відходів i -го виду в межах ліміту (згідно з дозволами на розміщення), у тонах (т); $H_{би}$ – норматив збору за тонну відходів i -го виду в межах ліміту (згідно з дозволами на розміщення), у гривнях за тонну (грн/т); K_m – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця (зони) розміщення відходів; K_o – коригуючий коефіцієнт, який враховує характер обладнання місця розміщення відходів; $M_{пи}$ – обсяг понадлімітного розміщення відходів (різниця між обсягом фактичного розміщення відходів і лімітом) i -го виду, у тонах (т); $K_{п}$ – коефіцієнт кратності збору за понадлімітне розміщення відходів у навколишньому природному середовищі – 5, $K_{инд}$ – коефіцієнт індексації.

9.5. Базові нормативи плати за розміщення 1 тонни відходів i -го виду у навколишньому природному середовищі ($H_{\delta i}$) встановлюються з урахуванням їх небезпечності для навколишнього природного середовища й оцінки економічних збитків від розміщення відходів у природному середовищі та затверджуються Мінприроди України за погодженням із Міністерством економіки України та Міністерством фінансів України.

9.6. Значення показника M_{Π} приймається рівним річному обсягу розміщення відходів i -го виду у навколишньому природному середовищі в межах ліміту (згідно з дозволами на розміщення), а показника M_{Π} – річному обсягу понадлімітного розміщення відходів i -го виду у навколишньому природному середовищі (фактичний обсяг мінус ліміт).

9.7. Коефіцієнт K_M , який враховує розташування місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі, визначається за табл. 4.

Таблиця 4 – Значення коефіцієнту розташування місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі

Місце (зона) розміщення відходів	K_M
В адміністративних межах населених пунктів або на відстані менше 3 км від них	3,0
За межами населених пунктів (на відстані більш 3 км від їх меж)	1,0

9.8. Коефіцієнт K_o , який враховує характер обладнання місця розміщення відходів у навколишньому природному середовищі, визначається за табл. 5.

Таблиця 5 – Значення коефіцієнта обладнання місця розміщення відходів у навколишньому природному середовищі

Характер обладнання місця розміщення відходів	K_o
Спеціально створені місця складування (полігони), які забезпечують захист атмосферного повітря та водних джерел від забруднення	1,0
Звалища, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних джерел	3,0
Місця неорганізованого складування (без відповідного дозволу)	10,0

10. Платники збору

10.1. Платники збору складають податковий розрахунок збору за забруднення навколишнього природного середовища і подають його до органу державної податкової служби за місцем податкової реєстрації (місцеперебуванням на податковому обліку в органах державної податкової служби).

10.2. Базовий податковий (звітний) період збору за забруднення навколишнього природного середовища дорівнює календарному кварталу.

Податкові розрахунки збору подаються платниками органам державної податкової служби протягом 40 календарних днів, наступних за останнім календарним днем звітного (податкового) кварталу, за місцем податкової реєстрації платника (місцем перебування на податковому обліку в органах державної податкової служби).

Якщо останній день строку подання податкового розрахунку збору припадає на вихідний або святковий день, то останнім днем строку вважається наступний за вихідним або святковим робочий день. У разі коли у майбутніх податкових періодах платник збору самостійно виявляє помилки, що містяться у раніше поданому ним податкового розрахунку збору, такий платник зобов'язаний подати уточнювальний податковий розрахунок збору, що містить виправлені показники.

Підприємства (установи, організації), які сплачують збір за включені до їх складу філії, визначені в пункті 2.2 Інструкції, подають податковий розрахунок збору за здійснені такими філіями викиди, скиди і розміщені відходи за своїм місцем податкової реєстрації (місцем перебування на податковому обліку в органах державної податкової служби).

Форма податкового розрахунку збору за забруднення навколишнього природного середовища встановлюється центральним податковим органом відповідно до законодавства. Платники збору за забруднення навколишнього природного середовища до затвердження Державною податковою адміністрацією України форми податкового розрахунку збору за забруднення навколишнього при-

родного середовища подають податкові розрахунки за формою, наведеною у додатку 1 до цього пункту Інструкції.

10.3. Збір сплачується платниками за місцем податкової реєстрації (місцем перебування на податковому обліку в органах державної податкової служби) протягом 10 календарних днів, наступних за останнім днем граничного строку подання податкового розрахунку збору, тобто протягом 50 календарних днів, наступних за останнім календарним днем звітного (податкового) кварталу.

10.4. Підприємства (установи, організації), до складу яких входять філії, визначені в пункті 2.2 Інструкції, сплачують збір за здійснені такими філіями викиди, скиди і розміщені відходи за своїм місцем податкової реєстрації (місцем перебування на податковому обліку в органах державної податкової служби).

10.5. Платники перераховують суми збору одним платіжним дорученням на рахунки, відкриті в територіальних органах Державного казначейства, які здійснюють розподіл цих коштів у співвідношенні, визначеному Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». Сплата розстрочених та відстрочених податкових зобов'язань платників за збором за забруднення навколишнього природного середовища здійснюється одним платіжним дорученням згідно з Порядком розстрочення та відстрочення податкових зобов'язань платників податків, затвердженим наказом Державної податкової адміністрації України.

10.6. Збір, який справляється за скиди та розміщені відходи в межах лімітів, відноситься на валові витрати виробництва та обігу, а за перевищення цих лімітів – не включається до складу валових витрат платників збору

Фізичні особи – суб'єкти господарювання включають збір до складу витрат виробництва (обігу). Збір, який справляється за викиди стаціонарними та пересувними джерелами забруднення, відноситься на валові витрати виробництва та обігу відповідно до Закону України «Про оподаткування прибутку підприємств»

Для платників – бюджетних організацій збір за забруднення відноситься на видатки і передбачається в кошторисі доходів і видатків.

11. Контроль за обчисленням, своєчасністю та повнотою сплати збору, дотриманням лімітів скидів і розміщенням відходів

11.1. Контроль за дотриманням лімітів скидів та розміщення відходів здійснюється органами Мінприроди України.

11.2. Контроль за правильністю обчислення, повнотою та своєчасністю сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища до бюджету, а також своєчасністю подання податкових розрахунків цього збору здійснюється органами державної податкової служби.

11.3. Органи державної податкової служби залучають за попереднім узгодженням територіальні органи Мінприроди України для перевірки правильності визначення платниками фактичних обсягів викидів стаціонарними джерелами забруднення, скидів та розміщення відходів.

11.4. Повернення платникам помилково та/або надміру сплачених сум збору здійснюється відповідно до законодавства.

11.5. Органи державної податкової служби ведуть облік платників збору відповідно до Інструкції, затвердженої наказом Державної податкової адміністрації України від 17.11.98 №552.

11.6. Органи державної податкової служби ведуть облік нарахованих і сплачених сум збору відповідно до Інструкції, затвердженої наказом Державної податкової адміністрації України від 03.09.01 №342.

12. Відповідальність і права платників

12.1. Сплата збору не звільняє платників від відшкодування збитків, заподіяних через порушення природоохоронного законодавства.

12.2. Платники несуть відповідальність за правильність обчислення, повноту та своєчасність сплати, а також за правильність складання і своєчасність подання розрахунків органам державної

податкової служби та органам Мінприроди України згідно з законодавством.

Штрафні санкції та пеня застосовуються в порядку, встановленому чинним законодавством України.

12.3. Платники мають право оскаржити дії посадових осіб органів державної податкової служби в порядку, встановленому законодавством України.

Розрахунки збору за забруднення навколишнього природного середовища за перший квартал, півріччя, дев'ять місяців та рік складають усі платники в розрізі забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення або скидалися безпосередньо у водний об'єкт, а також у розрізі всіх відходів за класами небезпеки, що розміщувалися у спеціально відведених для цього місцях чи об'єктах; для пересувних джерел забруднення – у розрізі використаних видів пального.

Назви вказаних показників розміщуються у відповідних комірках колонки 1 (к.1), за винятком рядків з назвами «Усього».

У відповідних комірках колонки 2 (к.2) проставляються ліміти викидів стаціонарними джерелами, скидів забруднюючих речовин, розміщення відходів на рік (у тонах), за винятком рядків з назвою «Усього». Для викидів в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами ліміти не встановлюються і у відповідних комірках не проставляються.

У відповідних комірках колонки 3 (к.3) проставляються фактичні обсяги викидів, скидів забруднюючих речовин, розміщення відходів, використаного пального (у тонах), за винятком рядків з назвою «Усього».

Фактичні обсяги визначаються:

- за викидами – на основі форм первинної документації;
- за скидами – на основі форм первинної документації;
- за розміщення відходів – на основі матеріально-сировинних балансів виробництва;
- за використаним паливом – на основі бухгалтерського обліку.

У комірках колонки 4 (к.4) проставляються відповідні нормативи збору (H_{6i}) за викиди, скиди забруднюючих речовин, розміщення відходів, за винятком рядків з назвою «Усього».

У комірках колонки 5 (к.5) проставляються відповідні коригуючі коефіцієнти, в тому числі:

– за викиди стаціонарними і пересувними джерелами указується добуток коригуючих коефіцієнтів ($K_{нас} \cdot K_{ф}$);

– за скиди вказується коригуючий коефіцієнт ($K_{рб}$);

– розміщення відходів вказується добуток ($K_{м} \cdot K_{о}$).

У відповідних комірках рядків з назвами «Усього» коригуючі коефіцієнти не проставляються.

У комірках колонки 6 (к.6) проставляються суми збору в межах ліміту (у гривнях). Якщо фактичні обсяги викидів, скидів, розміщення відходів не перевищують ліміт, то суми збору в межах ліміту розраховуються – (к.3 · к.4 · к.5 (де «к» – колонка)), а якщо перевищує ліміт, то суми збору в межах ліміту розраховуються – (к.2 · к.4 · к.5). Суми збору для пересувних джерел розраховуються – (к.3 · к.4 · к.5). Для пересувних джерел суми збору в к.6 дорівнює наведеним у к.9.

У відповідних комірках рядків з назвами «Усього» проставляються суми збору за всіма забруднюючими речовинами, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, скидалися безпосередньо у водний об'єкт, і за розміщеними відходами за всіма класами небезпеки; для пересувних джерел забруднення – за всіма видами пального.

У комірках колонки 7 (к.7) проставляється коефіцієнт кратності збору за понадлімітні викиди стаціонарними джерелами, скиди, розміщення відходів, який дорівнює 5. Для пересувних джерел коефіцієнт кратності збору не проставляється. У відповідних комірках рядків з назвами «Усього» коефіцієнти кратності збору за понадлімітні викиди стаціонарними джерелами, скиди, розміщення відходів не проставляються.

У комірках колонки 8 (к.8) проставляються суми збору, який справляється за понадлімітні викиди, скиди, розміщення відходів

((к.3 – к.2) · к.4 × × к.5 · к.7), в гривнях. У відповідних комірках рядків з назвами «Усього» проставляються суми збору за всіма забруднюючими речовинами, які викидалися в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, скидалися безпосередньо у водний об'єкт, і за розміщеними відходами за всіма класами небезпеки. Для пересувних джерел суми збору, який справляється за понадлімітні викиди, не проставляються.

У комірках колонки 9 (к.9) проставляються загальні суми збору (к.6 + к.8) в гривнях. У відповідних комірках рядків з назвами «Усього» проставляються загальні суми збору за всіма забруднюючими речовинами, які викидалися в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, скидалися безпосередньо у водний об'єкт, і за розміщеними відходами за всіма класами небезпеки; для пересувних джерел забруднення – за всіма видами пального.

У рядках «Усього нараховано збору на початок року», «Нараховано за попередній звітний період», «Підлягає сплаті всього», «Державного бюджету», «Місцевих бюджетів» (Автономної Республіки Крим, обласних, Київського та Севастопольського міських, сіл, селищ, міст) проставляються тільки суми збору в межах ліміту (к. 6) за понадлімітні викиди, скиди, розміщені відходи (к. 8) та загальні суми збору (к. 9).

У рядках «у т. ч. до» показники не проставляються.

НОРМАТИВИ ЗБОРУ ЗА ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

1. Нормативи збору, який справляється за викиди основних забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення

№ з/п	Назва забруднюючої речовини	Норматив збору (H_{6i}), гривень/тонну
1	Алюмінію окиси, глинозем	131,00
2	Аміак	15,00
3	Аміни аліфатичні C ₁₅ –C ₂₀	131,00
4	Ацетальдегід (оцтовий альдегід)	19,50
5	Ацетофенон	19,50
6	Бенз(о)пирен	101807,00
7	Білково-вітамінний концентрат (БВК)	2063,00
8	Бутилацетат	18,00
9	Гексаметилендіамін	131,00
10	Гексаметиленімін (пергідроазепін)	131,00
11	Гексахлорбензол	80,00
12	Гідразин та його похідні	2063,00
13	Гідроперекис ізопропіл бензолу	131,00
14	Дибромпропан (пропилен бромистий)	19,00
15	Діетиламін	4,50
16	Диметиламін	131,00
17	Диметиланілін	131,00
18	Диметилбензиламін	60,00
19	Диметилдиоксан	317,00
20	Диметилдисульфід	4,50
21	Диметилетаноламін	4,50
22	Диметилсульфід	4,50
23	Диніл	175,00
24	Діоксан (диетиленовий ефір)	80,00
25	Заліза сульфат	90,00
26	Заліза хлорид	131,00
27	Ізопропілбензол (кумол)	4,50
28	Кадмій та його сполуки	633,00
29	Капролактам	19,50
30	Кобальт та його сполуки	131,00
31	Кобальту сульфат	131,00
32	Кислота акрилова (пропанова)	19,50
33	Кислота валер'янова (пентанова)	19,50
34	Кислота капронова	19,50

№ з/п	Назва забруднюючої речовини	Норматив збору (H_{6i}), гривень/тонну
35	Кислота масляна (бутанова)	19,50
36	Кислота плавикова (водень фтористий)	198,00
37	Луг	285,00
38	Марганцю двоокис (піролюзит)	633,00
39	Інші сполуки марганцю	633,00
40	Масляний альдегід (бутаналь)	19,50
41	Меркаптани	572,00
42	Метальдегід	131,00
43	Метилацетат	4,50
44	Метилізобутилкетон	17,00
45	Мідь та її окиси	131,00
46	Інші неорганічні сполуки міді	131,00
47	Миш'як, сполуки миш'яку	131,00
48	Миш'яковистий водень (арсин)	317,00
49	Натрію біхромат	2147,00
50	Натрію гідроокис	285,00
51	Нафталін	4,50
52	Нафтоли	131,00
53	Нікелю розчинні солі	3225,00
54	Нікель металічний та його окиси	3225,00
55	Нітроанізоли	32,00
56	Нітроаніліни (амінонітробензоли)	538,00
57	Нітробензол	131,00
58	Нітротолуоли	290,00
59	Нітрохлорбензоли	131,00
60	Олова сполуки	19,50
61	Оцтовий ангідрид	19,50
62	Поліетилен	80,00
63	Ртуть та її сполуки	3390,00
64	Сажа	19,50
65	Свинець та його сполуки	3390,00
66	Селену діоксид (мкг/м ³)	572,00
67	Сірка елементарна	80,00
68	Сірководень	257,00
69	Сірковуглець	167,00
70	Сольвент	3,00
71	Спирт аліловий (пропенол)	80,00
72	Спирт аміловий (пентанол)	19,50
73	Спирт бутиловий (бутанол)	19,50
74	Спирт ізобутиловий (ізобутанол)	4,50
75	Стирол	584,00

№ з/п	Назва забруднюючої речовини	Норматив збору (H_{6i}), гривень/тонну
76	Тетрагідрофуран	4,50
77	Толуїлендіамін	55,00
78	Фенілендіаміни (діамінобензоли)	708,00
79	Фенол	363,00
80	Формальдегід	198,00
81	Фтористі газоподібні сполуки	198,00
82	Фурфурол	19,50
83	Хром металічний	2147,00
84	Хромовий ангідрид, окиси хрому	2147,00
85	Циклогексанол	19,50
86	Циклогексанон	19,50
87	Циклопентадієни	80,00
88	Етилацетат	4,50
89	Етилену окис	19,50
90	Етиленгликоля похідні	3,00
91	Етилендіамін (азіоїдин)	58,00
92	Етиленхлоргідрин (хлоретанол)	285,00
93	Інші сполуки з середньодобовими гранично допустимими концентраціями (мг/м^3): менше 0,0001	24078
	0,0001 – 0,001 (включно)	2063
	0,001 – 0,01 (включно)	285
	0,01 – 0,1 (включно)	80
	0,1 – більше 10,0	3

Для забруднюючих речовин, що не ввійшли до вищенаведеної таблиці та не мають затвердженої середньодобової гранично допустимої концентрації, нормативи збору в залежності від класу небезпечності забруднюючих речовин слід застосовувати рівними:

Клас небезпечності	Норматив збору (H_{6i}), гривень/тонну
I	572
II	131
III	19,5
IV	4,5

Для забруднюючих речовин, на які не встановлені класи небезпечності, за норматив збору приймається ставка, рівна нормативу збору за викид забруднюючої речовини 1 класу небезпечності.

2. Нормативи збору, який справляється за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення

Види пального	Норматив збору (H_{6i}), гривень/тонну
Дизельне	4,5
Бензин етильований	6
Бензин неетильований	4,5

3. Нормативи збору, який справляється за скиди основних забруднюючих речовин у водні об'єкти, в тому числі у морські води

№ з/п	Назва забруднюючої речовини	Норматив збору (H_{6i}), гривень/тонну
1	Аміак	52,00
2	Біохімічна потреба в кисні (БПК повн.)	21,00
3	Жири, масла	275,00
4	Залізо загальне	516,00
5	Зважені речовини	1,50
6	Кальцій-катіон	10,50
7	Магній-катіон	10,50
8	Марганець-двовалентний іон	2993,00
9	Масло солярне	309,00
10	Миш'як	2993,00
11	Нафта й нафтопродукти в розчинному і емульсійному стані	309,00
12	Нікель і сполуки в перерахунку на нікель	2993,00
13	Нітрат-іон	4,50
14	Нітрит-іон	258,00
15	Свинець-іон двовалентний	516,00
16	Сірковуглець	52,00
17	Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	516,00
18	Сульфат-аніон	1,50
19	Феноли	2993,00
20	Формальдегід	1651,00
21	Фосфати	42,00
22	Фосфор-трихлористий, п'ятихлористий	42,00
23	Фтор-іон	258,00
24	Хлориди-аніон	1,50
25	Хром-іон тривалентний	2993,00
26	Ціаніди	2993,00
27	Цинк-іон двовалентний	2993,00

№ з/п	Назва забруднюючої речовини	Норматив збору (H_{6i}), гривень/тонну
28	Інші речовини з гранично допустимими концентраціями у воді рибогосподарських, комунально-побутових і господарсько-питтєвих водойм (мг/л): до 0,001 або не встановлені	4128
	0,001–0,09	2993
	0,1–1,0 (включно)	516
	1,0–10,0	52,5
	вище 10,0	10,5

4. Норматив збору, який справляється за розміщення відходів у НС

Клас небезпеки відходів	Рівень небезпечності відходів	Норматив збору (H_{6i}), гривень/тонну
I	Надзвичайно небезпечні	82,50
	Ртуть вмісне в обладнання й прилади, (за 1 штуку)	83,00
	Люмінесцентні лампи (за одну штуку)	1,50
II	Високонебезпечні	3,00
III	Помірно небезпечні	0,75
IV	Малонебезпечні	0,3
	Малонебезпечні нетоксичні відходи гірничодобувної промисловості	0,03

Додаток 5

«Погоджую правильність застосування лімітів, коефіцієнтів, нормативів»
 Уповноважена особа місцевого органу
 Мінприроди України _____

До органу державної податкової служби _____

Ідентифікаційний код платника згідно з ЄДРПОУ _____

Назва та адреса підприємства _____

Відмітка про одержання:
 (вхідний №, дата, штамп ДП)

Прізвище відповідальної особи _____

Ідентифікаційний номер відповідальної особи _____

Телефон _____

Розрахунок збору за забруднення навколишнього природного середовища
за _____ р.

(перший квартал, півріччя, півріччя, дев'ять місяців, рік)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Назва забруднюючих речовин, видів пального, класів небезпеки відходів та інших показників	Ліміти викидів стаціонарними джерелами, викидів, розміщення відходів, т	Фактичні обсяги викидів, викидів, розміщення відходів, використаного пального, т	Нормативи збору (Н ₆₀) за викиди, скиди, розміщення відходів, т/т (грн./1 одиницю)	Коригуючі коефіцієнти	Суми збору в межах ліміту, грн.	Коефіцієнт кратності збору, за понадлімітні викиди стаціонарними джерелами, скиди, розміщення відходів	Суми збору, який справляється за понадлімітні викиди, скиди, розміщені відходи (к.3-к.2)·к.4·к.5·к.7), грн.	Загальні суми збору, (к.6+к.8), грн.
I. Викиди в атмосферу забруднюючих речовин стаціонарними джерелами								
1.								
2.								
Усього:	x	x	x	x		x		
II. Викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами								
1.	x					x	x	
2.	x					x	x	
Усього:	x	x	x	x		x	x	
III. Скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водний об'єкт								
1.								
2.								
Усього:	x	x	x	x		x		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV. Розміщення відходів								
1.								
2.								
Усього:	X	X	X	X		X		
Нараховано збору з початку року, усього	X	X	X	X		X		
у т. ч. до:	X	X	X	X	X	X	X	X
Державного бюджету*	X	X	X	X		X		
Місцевих бюджетів*	X	X	X	X		X		
Нараховано за попередній звітний період, усього	X	X	X	X		X		
у т. ч. до:	X	X	X	X	X	X	X	X
Державного бюджету*	X	X	X	X		X		
Місцевих бюджетів*	X	X	X	X		X		
Підлягає сплаті всього	X	X	X	X		X		
у т. ч. до:	X	X	X	X	X	X	X	X
Державного бюджету*	X	X	X	X		X		
Місцевих бюджетів*	X	X	X	X		X		

Керівник _____ (підпис) _____ (Прізвище та ініціали)

Головний бухгалтер _____ (підпис) _____ (Прізвище та ініціали)

141 * Збір розподіляється до фондів охорони навколишнього природного середовища в складі відповідних бюджетів.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Закон України від 1991.06.25, № 1264-ХІІ "Про охорону навколишнього природного середовища".
2. Закон України від 17.05.2012 № 4713-VI "Про внесення зміни до статті 15 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища".
3. Закон України від 2003.06.19, № 963-IV "Про державний контроль за використанням та охороною земель".
4. Закон України від 1992.10.16, № 2707-ХІІ "Про охорону атмосферного повітря".
5. Закон України від 2003.06.19, № 962-IV "Про охорону земель".
6. Закон України від 2000.07.13, № 1908-III "Про зону надзвичайної екологічної ситуації".
7. Закон України від 2000.09.14, № 1947-III "Про Загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами".
8. Закон України від 2005.09.06, № 2806-IV "Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності".
9. Закон України від 2007.04.05, № 877-V "Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності".
10. Закон України від 1998.03.05, № 187/98-ВР "Про відходи".
11. Закон України від 06.07.2012 № 5179-VI "Про внесення змін до Закону України "Про відходи".
12. Закон України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року".
13. Кодекс водний, від 1995.06.06, № 213/95-ВР "Водний кодекс України".
14. Закон України від 2001.01.18, № 2245-III "Про об'єкти підвищеної небезпеки".
15. Кодекс земельний, від 2001.10.25, № 2768-III "Земельний кодекс України".
16. Кодекс лісовий, від 1994.01.21, № 3852-ХІІ "Лісовий кодекс України".
17. Кодекс про надра, від 1994.07.27, № 132/94-ВР "Кодекс України про надра".

18. Закон України від 2004.06.24, № 1862-IV "Про екологічний аудит".
19. Постанова Верховної Ради, від 2003.11.20, № 1310-IV "Про стан дотримання вимог природоохоронного законодавства при здійсненні діяльності, пов'язаної з надрокористуванням в Україні".
20. Закон України від 1999.04.09, № 591-XIV "Про рослинний світ".
21. Закон України від 1995.02.09, № 45/95-ВР "Про екологічну експертизу".
22. Белявський Г.О. Основи загальної екології / Г.О. Белявський, М.М. Падун, Р.С.Фурдуй. – Київ : Либідь, 1995.
23. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища / В.С. Джигирей, В.М. Сторожук. – Л., 2001.
24. Кучеревський В.В. Екологія / В.В. Кучеревський. – Л., 2001.
25. Основи екології : конспект лекцій / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, и др. ; под ред. А.Н. Древалю. – Харків : НТУ «ХПИ», 2001.
26. Лабораторний практикум з курсу «Екологія» / за ред. В.В. Березуцького. – Х., 2010. – 239 с.
27. Практичні та ігрові заняття з курсу «Екологія» / за ред. В.В. Березуцького. – Харків, 2010. – 154 с.
28. Березуцький В.В. Екологія : навч. посіб. / В.В. Березуцький, Л.А. Васьковець, О.М. Древаль ; за ред. проф. В.В. Березуцького. - Х.: НТУ "ХПИ", 2016. - 420 с.

Зміст

Вступ	3
1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	4
Тема 1. Навколишнє середовище та науково-технічний прогрес. Біосфера, середовище та умови існування організмів.....	4
Довкілля та науково-технічний прогрес. Історія розвитку екології та об'єкт дослідження. Основи екологічні поняття та терміни	4
Загальна характеристика та структура біосфери. Еволюція біосфери. Роль живої речовини	13
Екологічні системи та процеси, що відбуваються в її середині	16
Середовище та умови існування організмів. Популяція та угруповання	23
Тема 2. Природні й антропогенні фактори впливу на біосферу. Захист навколишнього середовища від антропогенного забруднення. Управління якістю навколишнього середовища	42
Класифікація та загальна характеристика джерел забруднення навколишнього середовища.....	42
Класифікація методів захисту навколишнього середовища та їх характеристика	55
Управління якістю навколишнього середовища. Міжнародна співпраця в галузі охорони природи.....	68
Запитання для самоконтролю	76
2. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ	
«Проектування полігона із знешкоджування та поховання токсичних промислових відходів».....	78
2.1. Загальні відомості про проектування полігонів із знешкоджування та захоронення токсичних промислових відходів	78
2.2. Зміст і порядок проведення заняття.....	84
2.3. Визначення класу небезпечності відходів виробництв	85
2.4. Вибір методів переробки відходів	87
2.5. Вибір технологічного обладнання та розрахунок елементів полігону	88

3. ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ	91
3.1. Перелік теоретичних питань для виконання контрольної роботи	91
3.2. Завдання на виконання практичної частини контрольної роботи	93
3.3. Загальні вимоги щодо оформлення виконаної контрольної роботи	96
ДОДАТКИ	98
Додаток 1	98
Додаток 2	109
Додаток 3	110
Додаток 4	118
Додаток 5	139
Список джерел інформації	142

Навчальне видання

ДРЕВАЛЬ Олександр Миколайович
ЯНЧИК Олександр Григорович

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Навчально-методичний посібник
для студентів заочного навчання Центру дистанційної
та довузівської підготовки, бакалавр

Відповідальний за випуск *В. В. Березуцький*
Роботу до виконання рекомендував *М. А. Погребний*
В авторській редакції

План 2015 р., поз. 29.

Підп. до друку 11.11.2016 р. Формат 60 × 84 1/16. Папір офсетний.
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 8,5. Наклад 50 пр.
Зам № 19. Ціна договірна.

Видавець і виготовлювач
Видавничий центр «ХП»,
вул. Кирпичьова, 2, м. Харків-2, 61002.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3657 від 24.12.2009 р.