

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра Безпека життєдіяльності

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ

МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ

для виконання практичних занять
для здобувачів вищої освіти

освітньо-професійна програма Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

спеціальність 208 Агроінженерія

освітній ступінь бакалавр

ПОЛТАВА – 2021

МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ

для виконання практичних занять
з дисципліни «Інженерна екологія»

для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою:

Технології і засоби механізації сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія

Розробники:

Шпилька М.М., доцент, к.т.н.

Прасолов Є.Я., професор, к.т.н.

Рецензент

(підпис)

Сергій ЛЯШЕНКО

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено на засіданні кафедри Безпеки життєдіяльності

протокол від “26” серпня 2021 року № 1

Затверджено завідувачем кафедри

“26” серпня 2021 року

(підпис)

Тарас ЛАПЕНКО

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено головою НМР спеціальності Агроінженерія

« ____ » _____ 2021 року

(підпис)

Сергій ЛЯШЕНКО

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

ВСТУП

Промислове виробництво та інші види господарської діяльності людей супроводжуються виділенням в атмосферне повітря забруднюючих речовин. У повітря надходять аерозольні частки (пил, дим, туман), гази, пари, а також мікроорганізми й радіоактивні речовини. У рік на кожного жителя Землі приходить в середньому 300 кг викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

Надходження в повітряне середовище виробничих приміщень і викид в атмосферу пару, газів, аерозолів й інших шкідливих речовин – прямий результат недосконалості технологічного й транспортного устаткування, у першу чергу, його негерметичності, а також відсутності або недостатньої ефективності пристроїв, що збирають пил.

Забруднення атмосферного повітря має санітарно-гігієнічні, екологічні й економічні наслідки. Наявність у повітрі навіть невеликих концентрацій шкідливих речовин може несприятливо впливати на здоров'я, самопочуття та працездатність людини. Погіршення якості повітря внаслідок присутності в ньому різних забруднювачів приводить до загибелі лісів, посівів сільськогосподарських культур, трав'яного покриву, тварин, до забруднення водою, а також до ушкодження пам'яток культури.

Забруднення повітря викликає значні економічні втрати. Запиленість і загазованість повітря у виробничих приміщеннях приводить до зниження продуктивності праці, втрати робочого часу через збільшення захворюваності, погіршує якість продукції, прискорює спрацювання устаткування.

Господарська діяльність людей впливає негативно на водні ресурси Землі. Об'єм споживання прісної води у світі досягає 3900 млрд. куб. м на рік. Близько половини цієї кількості споживається безповоротно, а інша половина перетворюється в стічні води. Стічні води забруднені різними речовинами: органічними сполуками; неорганічними солями; нафтопродуктами; біогенними сполуками; речовинами зі специфічними токсичними властивостями, у т.ч. важкими металами, органічними синтетичними сполуками, що не розкладаються.

На промислових підприємствах України щорічно переробляється 1,5 млрд. т первинних ресурсів, що призводить до утворення великої кількості відходів. Проблема поводження з відходами найбільш актуальна для Полтавської області і України в цілому. Звалищами відходів, породними відвалами зайнято вже 2,3 % території області.

Викладання курсу «Інженерна екологія» здійснюється студентам спеціальності 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» у 8 семестрі; має метою ознайомити студентів з теоретичними основами процесів захисту навколишнього середовища від негативного антропогенного впливу; спрямоване на підготовку спеціалістів сучасного рівня у сфері агропромислового виробництва.

Мета вивчення навчальної дисципліни: «Інженерна екологія» поглиблене вивчення інженерних норм і засобів, що відповідають екологічним вимогам виробництва в АПК, а також щодо впливу екологічних факторів і різноманітних живих організмів на інженерні об'єкти.

Основні завдання навчальної дисципліни: вивчення системи інженерно-технічних заходів, спрямованих на збереження належної якості навколишнього середовища в умовах зростання обсягів промислового виробництва. Ця дисципліна знаходиться на перетині технічних, природничих та соціальних наук. Особливого значення набуває комплексний підхід до проблеми інженерно-екологічного забезпечення агропромислових і промислових підприємств на основі єдиної методології з урахуванням останніх досягнень у різних галузях знань.

Практичне заняття № 1

Тема 1. ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ ТА СУТЬ ІНЖЕНЕРНОЇ ЕКОЛОГІЇ

Навчальна мета заняття:

Розглянути сучасний стан правовідносин в сфері екології та уявити її суть.

Виховна мета заняття:

Ознайомлення з правовими нормами з екологічної безпеки..

Елементи заняття:

Проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів; виконання практичних завдань; постановка загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування контрольних завдань; їх перевірка, оцінювання.

Навчальні питання, що виносяться на обговорення

1. Поняття системи «природа – господарство – населення»
2. Екологічна культура, освіта і виховання
3. Агроекологічні проблеми розвитку і шляхи їх розв'язання
4. Екологічне право України
5. Інженерна охорона навколишнього середовища (основні поняття та екологічні нормативи)

Методи навчання: словесні методи, практичні методи, робота під керівництвом викладача.

Рекомендовані джерела інформації.

1. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.
2. Техноекологія : підручник / Мальований М. С. та ін. ; за ред. М. С. Мальованого. Херсон: ЛДІ-ПЛЮС, 2017. 616 с.
3. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекологія : підручник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.
4. Промислова екологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Швах Р.М., Козяр М. М. Київ : Кондор, 2018. 372 с.
5. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ : Кондор, 2018. 168 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2018. 315 с.

Теоретична частина

1. Поняття системи “природа – господарство – населення”

В основі раціонального природокористування знаходиться *концептуальне вчення про триєдність системи “природа – господарство – населення”*. Елементи цієї системи пов'язані між собою і зміни в кожному з них обумовлюють трансформації як окремих її складових, так і системи у цілому. Природа у цієї системі є першоосновою, у якій з'явилася людина, а потім сформований нею матеріальний світ. Людина є частиною природи і на неї розповсюджуються окремі закони природи. Зворотне співвідношення не є симетричним: людина діє на природу і змінює її, але соціальні закони не діють у природі (вони є вторинними по відношенню до неї). Взаємодія між іншими парами системи також не є рівноправними. Науково-технічний прогрес не є тотожним прогресу суспільства у цілому, а його сучасний рівень не відповідає інтересам людей, а й еволюції біосфери. Розвиток

техносфери (за В. Легасовим, 1987) підкоряється власним закономірностям. Аварії у техносфери вбивають у 3,5 рази більше людей, ніж стихійні природні явища. Техносфера – це частина біосфери, яка змінена під впливом господарської (техногенної) діяльності людства. Швидкість НТП і природних (біотичних) процесів не порівняльні. Так, для природного виникнення нового біологічного виду потрібне біля 10 тис. років. Інноваційний цикл у передових галузях виробництва становить 10 років. Таким чином, існування і розвиток триєдиної системи “природа – господарство – населення” є дуже складний і суперечливий процес.

2. Екологічна культура, освіта і виховання

Екологічна культура, освіта і виховання є триєдиною категорією поетапності формування людської особистості.

Екологічна освіта – система знань, спрямованих на засвоєння теорії і практики загальної екології, спеціальних екологічних знань у конкретних сферах професійної діяльності, включно, елементи географічних, біолого-медичних, геохімічних, соціально-економічних і технічних галузей знань.

Екологічне виховання – вплив на свідомість у процесі формування особистості з метою становлення соціально-психологічних установок і активної громадянської позиції.

Екологічна культура – складова загальноосвітньої культури, яка характеризується глибоким і узагальнюючим осмисленням важливості екологічних проблем для майбутнього розвитку людства.

Екологічна освіта озброює людину необхідними знаннями про особливості взаємодії суспільства і природи, а екологічне виховання формує навички поведінки людини у природному середовищі. Екологічна культура як цілісна система об'єднує: екологічні знання, екологічне мислення, культуру вчинків та екологічно виправданої поведінки. Остання характеризується ступенем перетворення екологічних знань, мислення, культури почуттів у щоденну норму вчинків.

3. Агроекологічні проблеми розвитку і шляхи їх розв'язання

Сільськогосподарське виробництво займає важливе значення – воно забезпечує людство продуктами харчування, а промисловість – легку і харчову – сировиною. Саме з розвитком сільського господарства було пов'язане виникнення перших екологічних локальних і регіональних змін природного середовища.

Головним ресурсом для розвитку галузі є ґрунти – поверхневий шар гірських порід, який утворився під дією тварин, рослин, мікроорганізмів, клімату, води та інших факторів. Найважливішою його властивістю є родючість – забезпечення рослин необхідними для їх росту і розвитку органічними і мінеральними компонентами, створення сприятливих умов для такого розвитку. Ґрунти складаються з твердої, рідкої, газоподібної і біологічної складових. Родючість ґрунтів визначається їх щільністю, ґрунтоутворюючою породою, вмістом гумусу, концентрацією біогенних елементів, вмістом забруднюючих речовин.

Найбільшою екологічною проблемою сільськогосподарського освоєння територій є втрати ґрунту. Причинами цього, як зазначають Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко та В. М. Навроцький є такі:

- **розорювання** – ґрунти стають беззахисними перед вітровою і водною ерозією, а також великої шкоди завдає культивування небезпечних з точки зору екологічності культур (цукрових буряків, картоплі з якими з полів вивозиться велика кількість родючого шару);
- **перевипасання** – знищення трав'яного покриву породжує подальшу ерозію;
- **зрошення** – у посушливих місцях воно сприяє вимиванню солей з глибин у верхні горизонти і засолення внаслідок швидкого випаровування;
- **ерозія** – процес руйнування ґрунтового покриву і знесення його часток потоками води (водна ерозія, буває глибинний і площинний змив) або вітром (вітрова ерозія), яка посилюється внаслідок господарської діяльності людини;
- **підкислення** – зниження рН, спричинене забрудненням їх хімічними речовинами, які мають кислотний характер;

- заболочування;
- опустелювання;
- забруднення ґрунтів.

Основними забрудниками ґрунтів є мінеральні добрива (азотні, фосфорні, калійні), пестициди, викиди металургійних заводів, відкритий видобуток корисних копалин, сміттєспалювальних фабрик, ТЕС, звалища відходів, атмосферні опади. Нафта і нафтопродукти потрапляють у ґрунт під час видобутку нафти, при аваріях нафтопроводів, зі стічними водами різних виробництв, під час роботи техніки на полях, змивання нафтопродуктів з автомагістралей, АТП, тощо.

Основними шляхами виходу з кризи у сільському господарстві і збереження родючості ґрунтів слід зважати на необхідності проведення ряд заходів. Важливим заходом є інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, виведення нових високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур і порід свійських тварин.

Важливою проблемою, яка носить глобальний характер, є боротьба з ерозією ґрунтів, яка охоплює комплекс таких заходів:

- **ґрунтозахисна сівозміна** – виключення просапних культур і збільшення частки багаторічних трав, підсівних культур, правильне визначення складу оброблюваних культур, їх чергування і агротехнічні прийоми. Збільшення частки багаторічних трав, з метою захисту ґрунту від руйнування в ерозійні небезпечні періоди;
- **агротехнічні протиерозійні заходи** – заміна відвальної оранки обробкою ґрунту без обороту пласта, оранка, культивування і рядовий посів сільськогосподарських культур упоперек схилу, по можливості паралельно основному напрямку горизонталей;
- **лісомеліоративні протиерозійні заходи і створення водорегулюючих лісосмуг** – створення водорегулюючих лісосмуг, створення водозахисних лісових насаджень навколо ставків і водоймищ, насадження протиерозійних лісопосадок на сильноерозованих землях;
- **гідротехнічні споруди** – будівництво з метою затримання стічних вод з ярів на прибалкових смугах; здійснення безпечного скидання поверхневих вод в яри; зміцнення дна і схилів ярів від подальшого розмиву і руйнування.

Сільське господарство слід орієнтувати на вирощування екологічно чистої продукції. Для цього актуальне впровадження біологічних методів боротьби зі шкідниками, охорона підземних і поверхневих вод, створення парку легких сільськогосподарських машин, що в сукупності з перерахованими вище заходами у перспективі дасть відчутний економічний і екологічний ефект.

4. Екологічне право України

Захист навколишнього середовища, забезпечення екологічної безпеки країни, регулювання природокористування здійснюється **правовими (юридичними), організаційно-адміністративними й економічними методами**.

Правовий механізм є основою організаційного управління екологічною безпекою, основою проведення державної екологічної політики. Він повинен забезпечувати реалізацію науково – обґрунтованих принципів охорони навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів і екологічну безпеку життєдіяльності людей; встановлювати науково обґрунтовані правила поведінки людей, підприємств і організації стосовно екологічного аспекту діяльності.

Екологічне право включає:

- складання і затвердження основних законів, у тому числі: Конституції, державних законів, урядових підзаконних актів, відомчих нормативних актів, нормативних актів місцевих органів влади та інших документів, які є обов'язковими до виконання і які регулюють проведення організаційно-адміністративних заходів, права й обов'язки, відповідальність та інші норми діяльності в сфері вирішення екологічних питань;
- формулювання і затвердження екологічних норм природокористування й охорони навколишнього середовища – стандарти і нормативи використання надр, ґрунтів, води, повітря, рослинного і тваринного світу, рекреаційних ресурсів;
- складання і затвердження еколого-економічних, еколого-соціальних показників

державного контролю за станом навколишнього середовища та діяльністю об'єктів господарства.

1.3 Інженерна охорона навколишнього середовища (основні поняття та екологічні нормативи)

Якість навколишнього природного середовища – ступінь відповідності її характеристик потребам людини і технологічним вимогам.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – являє собою кількість забруднювача в ґрунті, повітряному або водному середовищі, яке при постійному або тимчасовому впливі на людину не впливає на здоров'я і не викликає несприятливих наслідків у потомства.

Гранично допустимий рівень (ГДР) – рівень фізичного радіаційного впливу, шуму, вібрації, магнітних полів, який не представляє небезпеки для здоров'я людини та потомства.

Гранично допустимий викид (ГДВ) або скидання (ГДС) – максимальна кількість забруднюючих речовин, яке може бути викинуто даним конкретним підприємством в атмосферу (ПДВ) або скинуто у водоймище (ПДС), не викликаючи при цьому перевищення в них ГДК забруднюючих речовин і несприятливих екологічних наслідків.

Гранично допустиме навантаження на природне середовище (ГДН) – максимально можливі антропогенні впливи на природні ресурси або комплекси, не призводять до порушення стійкості екологічних систем.

Екологічна ємність території – потенційна здатність природного середовища перенести якийсь антропогенне навантаження без порушення основних функцій екосистем.

Екологічний моніторинг – комплексна система спостережень, оцінки і прогнозу змін стану біосфери або окремих її елементів під впливом антропогенних впливів.

Санітарно-захисна зона – це смуга, що відокремлює джерела промислового забруднення від житлових або громадських будівель для захисту населення від впливу шкідливих факторів виробництва. Ширина санітарно-захисної зони встановлюється залежно від класу виробництва, ступеня шкідливості та кількості виділених в атмосферу речовин (50-1000 м).

Архітектурно-планувальні рішення – правильне взаємне розміщення джерел викидів та населених місць з урахуванням напрямку вітрів, спорудження автомобільних доріг в обхід населених пунктів.

Якість навколишнього природного середовища оцінюється за допомогою екологічних нормативів (ГДК, ГДР).

ГДК встановлюються на основі комплексних досліджень і постійно контролюються відповідними органами. У нашій країні діє понад 1900 ГДК шкідливих речовин для водойм, більше 500 – для атмосферного повітря і більше 130 – для ґрунтів.

Для нормування вмісту шкідливих речовин в атмосферному повітрі встановлено два додаткових нормативи – разова і середньодобова ГДК.

Максимально разова ГДК (ГДК_{мр}) – концентрація шкідливої речовини в повітрі, яка не повинна викликати при вдиханні його протягом 30 хвилин рефлекторних реакцій в організмі людини (відчуття запаху, зміна світлової чутливості очей).

Середньодобова ГДК (ГДК_{сд}) – концентрація шкідливої речовини в повітрі, яка не створює на людину прямого або непрямого шкідливого впливу при невизначено тривалому вдиханні (роки).

Для шкідливих речовин безпечна концентрація в навколишньому середовищі визначається наступним виразом:

$$C_i \leq ГДК - C_\phi \quad (1.1)$$

де C_i – фактична концентрація шкідливої речовини;

C_ϕ – фонові концентрації шкідливої речовини у воді, повітрі чи ґрунті.

При вмісті в повітрі, воді або ґрунті декількох забруднюючих речовин, що мають сумарну дію, наприклад у повітрі SO₂, NO₂, O₃ і формальдегід, загальне забруднення навколишнього середовища не повинно бути більшим одиниці:

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1 \quad (1.2)$$

m – кількість забруднюючих речовин.

Контрольні питання

1. Перерахуйте основні природні джерела пилу в атмосфері
2. Які особливості є в процесах техногенного накопичення пилу в атмосфері?
3. Які є екологічні наслідки дії запилення?

Практичне заняття № 2

Тема 2. ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ДОВКІЛЛЯ ТА ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ ПО ЗНИЖЕННЮ ЙОГО ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ

Навчальна мета заняття:

Розглянути основні поняття та забруднювачі повітря та методи контролю забруднення.

Виховна мета заняття:

Доведення до сумління актуальності збереження чистоти атмосферного повітря.

Елементи заняття:

Проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів; виконання практичних завдань; постановка загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування контрольних завдань; їх перевірка, оцінювання.

Навчальні питання, що виносяться на обговорення

1. Захист атмосферного повітря від забруднення: основні поняття та забруднювачі
2. Визначення показників забруднення атмосферного повітря
3. Аерозольне забруднення атмосферного повітря
4. Методи кількісної характеристики запиленості повітря

Методи навчання: словесні методи, практичні методи, робота під керівництвом викладача.

Рекомендовані джерела інформації.

1. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.
2. Техноекологія : підручник / Мальований М. С. та ін. ; за ред. М. С. Мальованого. Херсон: ЛДІ-ПЛЮС, 2017. 616 с.
3. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекологія : підручник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.
4. Промислова екологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Швах Р. М., Козяр М. М. Київ : Кондор, 2018. 372 с.
5. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ : Кондор, 2018. 168 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2018. 315 с.

Теоретична частина

1. Захист атмосферного повітря від забруднення: основні поняття та забруднювачі

Атмосфера – газова оболонка Землі, що складається з суміші різних газів, водяної пари і пилу.

Забруднення атмосферного повітря – будь-яка зміна його складу і властивостей, яке робить негативний вплив на здоров'я людини і тварин, стан рослин і екосистем.

Кислотний дощ – опади, що мають $\text{pH}=3-5$.

Парникові гази – пари води, CO_2 , CH_4 , хлорфторвуглеці.

Парниковий ефект – збільшення вмісту парникових газів в атмосфері і як наслідок нагрів нижніх шарів атмосфери і поверхні Землі.

Озонова діра – простір в озоновому шарі атмосфери з помітно зниженим (до 50%) вмістом озону.

Циклон – пристрій для очищення викидів в атмосферу від аеролей (пилу, золи), принцип дії якого заснований на осіданні частинок під дією сили тяжіння.

Скрубер – пристрій для очищення викидів в атмосферу від аерозолів (пилу, золи), принцип дії якого заснований на осіданні частинок пилу на поверхні крапель під дією сил інерції або броунівського руху.

Фільтр – пристрій для очищення викидів в атмосферу від аерозолів (пилу, золи), принцип дії якого заснований на осадженні частинок пилу на тонких фільтруючих перегородках.

Електрофільтр – пристрій для очищення викидів в атмосферу від аерозолів (пилу, золи), принцип дії якого заснований на іонізації і осадженні частинок в електричному полі.

Абсорбційний метод – метод вилучення шкідливих компонентів із промислових викидів за допомогою рідких поглиначів (абсорбентів).

Адсорбційний метод – метод вилучення шкідливих компонентів із промислових викидів за допомогою адсорбентів – твердих тіл з ультрамікроскопічною структурою (активоване вугілля, цеоліти, Al_2O_3).

Основними забруднювачами атмосферного повітря, що утворюються в процесі господарської діяльності людини, природних процесів, є діоксид сірки SO_2 , діоксид вуглецю CO_2 , оксиди азоту NO_x , тверді частинки – аерозолі. Їх частка складає 98% у загальному обсязі викидів шкідливих речовин. Крім основних забруднювачів, в атмосфері спостерігається більше 70 найменувань шкідливих речовин: формальдегід, фенол, бензол, сполуки свинцю та інших важких металів, аміак, сірковуглець та ін.

ГДК шкідливих речовин в атмосферному повітрі населених місць наведено в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі населених місць

Назва речовини	Клас небезпеки	ГДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	
		максимально-разова ГДК _{мр}	средньодобова ГДК _{с.д.}
Азота диоксид NO_2	2	0,085	0,04
Азота оксид NO	3	0,4	0,06
Аміак	4	0,2	0,04
Ацетон	3	0,35	-
Бензин	4	5,0	1,5
Ртуть	1	-	0,0003
Сажа	3	0,15	0,05
Сірководень H_2S	2	0,008	-
Діоксид сірки SO_2	3	0,5	0,05
Діоксид вуглецю CO	4	5,0	3,0
Фенол	2	0,01	0,003
Формальдегід	2	0,035	0,003

2. Визначення показників забруднення атмосферного повітря

Нерідко в сучасних умовах атмосферне повітря одночасно забруднене декількома забруднюючими речовинами. В такому випадку треба враховувати ефект сумації речовин односпрямованої дії. У Переліку ГДК є 51 сполучення речовин, що мають ефект сумації. При цьому слід дотримуватися співвідношення (2.1)

При одночасній присутності в повітрі декількох речовин з ефектом сумації шкідливої дії, для кожної групи речовин односпрямованої шкідливої дії може бути слід розраховувати приведену концентрацію, коли концентрація кожної з речовин приводиться умовно до значення концентрації однієї з них:

$$C = C_1 + C_2 \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + C_n \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_n} \quad (2.1)$$

де C – приведена концентрація, мг/м³;

C_1 – концентрація речовини, до якої здійснюється приведення;

$ГДК_1$ – максимальна разова ГДК речовини, до якої здійснюється приведення;

$ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – ГДК інших речовин, що входять у розглянуту групу сумації;

$C_2, \dots, C_n$ – їхні фактичні концентрації, мг/м³.

Для оцінки якості атмосферного повітря використовують різноманітні комплексні показники. Деякі з них наведені нижче.

Інтегральний індекс забруднення атмосфери

У нормативному документі РД52.04.186-89 «Керівництво по контролю забруднення атмосфери» запропонований наступний показник оцінки стану атмосфери. Спочатку розраховують індекс забруднення атмосфери окремою домішкою, який є характеристикою вкладу окремих домішок у загальний рівень забруднення атмосфери за даний період на даній території та використовується для співставлення ступеню забруднення атмосфери різними речовинами:

$$I_i = \left(\frac{Q}{ГДК_{с.д.}_i} \right)^{C_i}, \quad (2.2)$$

де Q – середньорічна концентрація домішки, мг/м³;

C_i – константа, яка має значення 1,7, 1,3, 1,0, 0,9 для відповідно 1, 2, 3, 4 класів небезпеки речовин і дозволяє привести ступінь небезпеки речовини до ступеню шкідливості діоксиду сірки;

i – порядковий номер домішки.

Потім розраховують **комплексний індекс забруднення** атмосфери міста:

$$I_k = \sum_{i=1}^n I_i, \quad (2.3)$$

n – кількість домішок.

3. Аерозольне забруднення атмосферного повітря

Важливим фактором моніторингу навколишнього середовища є атмосферне повітря. Стійкість біосфери залежить від його чистоти. Забруднення повітря негативно впливає на рослини, тварини, людей, будівлі тощо.

Одним із основних забруднювачів повітря є аерозолі. Аерозоль – це частинки речовини (тверді і рідкі) у зваженому стані в газовому (повітряному) середовищі. Вони широко розповсюджені, а час їх життя коливається від декількох годин до багатьох років. Частинки можуть потрапляти в атмосферу в готовому вигляді, але більшість із них утворюються в результаті хімічних реакцій між газоподібними, рідкими і твердими речовинами, включаючи пари води.

В залежності від розмірів частинок розрізняють три класи аерозольних систем% високо-середні і грубо дисперсні. Системи частинок розміром більше 0,001 мкм і менше 0,1 мкм відносяться до високодисперсних. Вони знаходяться в атмосфері місяцями і, навіть

роками. Око людини сприймає частинки розміром більше 10 мкм, які відносяться до грубо дисперсних. Час знаходження таких частинок в повітрі визначається секундами та хвилинами. Між високо і грубо дисперсними знаходяться середньо дисперсні системи, з розміром частинок від 0,1 до 10 мкм. Такі частинки здатні годинами висіти в повітрі.

Основний вклад в масову концентрацію атмосферних аерозолів вносять грубо дисперсні і середньо дисперсні системи. Крім розмірів частинки, важливим параметром аерозольних систем є концентрація. В середньому над океаном і в горах на висоті 1000 – 2000 м розрахована концентрація складає 10^3 , в сільській місцевості – 10^4 , а великих містах – до 10^5 см³.

Велика кількість аерозолів утворюються в результаті природних процесів. В середньому ґрунт і рослинний світ дають понад 40%, водна поверхня – 10...20% від атмосферних аерозолів. Промислові підприємства вносять 20%, а транспорт до 10% аерозолів. По деяким оцінкам кількість частинок, які кожного року потрапляють в повітряний басейн Землі в результаті діяльності людини досягає близько 1 млрд. тон в рік, що складає 10% від маси забруднюючих речовин. Хімічний склад частинок, це діоксин кремнію (пісок), токсичні метали, пестициди, вуглеводні. Максимальний антропогенний вклад приходить на сульфати.

Основне джерело антропогенних аерозолів – процес горіння. Енергетика і транспорт дають 2/3 загальної кількості антропогенних аерозолів. Серед інших джерел аерозолів – металургійні підприємства, виробництво будівельних матеріалів і хімічне виробництво.

Аерозолі здатні змінювати клімат Землі. Високодисперсні частинки промислових викидів є ядрами конденсації в містах, що сприяє підвищенню інтенсивності опадів на 5...10% в порівнянні із сільською місцевістю.

Аерозолі, осідаючи в альвеолах легень, здатні викликати важке захворювання у людини – пневмоконіози. Аерозолі можуть нести на собі радіоактивність, віруси, мікроби, грибки, викликати смог і кислотні дощі, тобто створювати загрозу для життя людини і може стати причиною руйнівних вибухів.

Вибухонебезпечними в аерозольному стані є чай, крохмаль, мука, які не є вибуховими матеріалами, але у визначених умовах можуть горіти настільки інтенсивно, що порою процес закінчується вибухом. Чим пояснюється підвищена активність речовин, які знаходяться в аерозольному стані?

Приклад. Зовнішня поверхня пачки спресованого чаю масою 100 г дорівнює 150 см², але в аерозольному стані із цієї маси чаю сумарна поверхня складає 300 м², тобто збільшується в 20 тис. разів. Велика поверхня аерозольних частинок сприяє активному окисленню, в результаті проходить швидко і одночасне samozapalювання аерозолів, що призводить до вибуху. Особливо, в цьому відношенні небезпечний викид палива.

4. Методи кількісної характеристики запиленості повітря

Для кількісної характеристики запиленості повітря в даний час використовується переважно ваговий метод (гравіметрія). Також існує лічильний метод. Вагові показники визначають масу пилу в одиниці об'єму повітря. Це прямі методи виміру запиленості.

Є група непрямих методів виміру запиленості, під яким розуміють методи виділення пилу із повітря, які засновані на визначенні її маси шляхом використання різних фізичних явищ (інтенсивності вимірювання, електричного поля, оптичної щільності).

Найбільш розповсюдженим є гравітаційний метод визначення вагової концентрації пилу. Через аналітичний фільтр проходить визначений об'єм запиленого повітря. Масу пилу без розділу на фракції розраховують по доданій вазі фільтру. Метод використовується для визначення разових і середньодобових концентрацій пилу в повітрі населених пунктів і санітарно-захисних зон в діапазоні 0,04...10 мг/м³.

Фільтр із тканини ФПП зважують, вкладають у фільтр тримач, який міцно загвинчують. Відбір проб проводиться зі швидкістю 250...400 л/хв., щоб наважка пилу на фільтрі була не менше 4 мг. Відбір проводиться протягом 30 хв. Потім фільтр пінцетом витягують із тримача, витримують протягом 40...60 хв. При кімнатній температурі і доводять до постійної маси.

При відборі пилу при вологості 100%, фільтр кладуть в ексикатор на 30...50 хв., а потім уже витримують при кімнатній температурі 40...50 хв. Концентрацію пилу C (мг/м³) вираховують за формулою:

$$C = \frac{M}{V} \quad (2.4)$$

де M – наважка пилу на фільтрі, яка дорівнює різниці мас запиленого і чистого фільтру, мг;

V_0 – об'єм аспірованого повітря, який приведений до нормативних умов, м³.

Нормальні умови це температура 0°C і атмосферний тиск 760 мм. рт. ст. (1013 ГПа):

$$V_0 = \frac{V_t \cdot p \cdot 273}{(273 + t) \cdot 1013} \quad (2.5)$$

де V_t – об'єм аспірованого повітря при температурі t і атмосферному тиску p (ГПа), м³; 273 – коефіцієнт розширення газів; 1013 ГПа (760 мм. рт. ст.) нормальний тиск.

Приклад. Наважка пилу на фільтрові складає 7 мг. Об'єм аспірованого повітря при температурі 10°C дорівнює 5 м³. Тиск 1015 ГПа.

Спочатку розраховується об'єм аспірованого повітря:

$$V_0 = \frac{10 \cdot 5 \cdot 1013 \text{ ГПа} \cdot 273}{(273 + 10) \cdot 1013 \text{ ГПа}} = 50 \text{ м}^3$$

Потім розраховується концентрація пилу:

$$C = \frac{7}{50} = 0,14 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

Перелік задач

2.5.1. Визначте, чи відповідає нормативним вимогам стан атмосферного повітря міста при наступних концентраціях забруднюючих речовин: пилу – 0,2 мг/м³, діоксиду сірки – 0,25 мг/м³, діоксиду азоту – 0,034 мг/м³, оксиду вуглецю – 0,5 мг/м³, фенолу – 0,001 мг/м³. ГДК забруднюючих речовин наведені в таблиці 1. Вплив діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду вуглецю, фенолу підпадає під дію ефекту сумачії.

2.5.2. Визначте, чи відповідає нормативним вимогам стан атмосферного повітря міста при наступних концентраціях забруднюючих речовин: діоксиду сірки – 0,25 мг/м³, діоксиду азоту – 0,034 мг/м³, оксиду вуглецю – 0,5 мг/м³, фенолу – 0,001 мг/м³, вплив яких підпадає під дію ефекту сумачії. ГДК забруднюючих речовин наведені в таблиці 2.1.

2.5.3. Визначте, чи відповідає нормативним вимогам стан атмосферного повітря міста при наступних концентраціях забруднюючих речовин: діоксиду сірки – 0,25 мг/м³, діоксиду азоту – 0,02 мг/м³, оксиду вуглецю – 0,5 мг/м³, фенолу – 0,001 мг/м³, бензолу – 0,15 мг/м³. Бензол не підпадає під дію ефекту сумачії разом з діоксидом сірки, діоксидом азоту, оксидом вуглецю, фенолом. ГДК забруднюючих речовин наведені в таблиці 2.1.

2.5.4. Визначте відповідність нормативним вимогам стану атмосферного повітря при наступних концентраціях забруднюючих речовин: пилу – 0,2 мг/м³, діоксиду сірки – 0,25 мг/м³, діоксиду азоту – 0,02 мг/м³, оксиду вуглецю – 0,5 мг/м³, аміаку – 0,1 мг/м³, фенолу – 0,001 мг/м³, бензолу – 0,15 мг/м³. Бензол, аміак і пил не підпадають під дію ефекту сумачії разом із діоксидом сірки, діоксидом азоту, оксидом вуглецю і фенолом. ГДК забруднюючих речовин наведені в таблиці 2.1.

2.5.5. Розрахувати комплексний індекс забруднення атмосферного повітря міста, якщо відомо, що середньорічні концентрації забруднюючих речовин у повітрі складають: пилу – 0,17 мг/м³, діоксиду сірки – 0,02 мг/м³, діоксиду азоту – 0,06 мг/м³, оксиду вуглецю – 2 мг/м³, аміаку – 0,08 мг/м³, фенолу – 0,001 мг/м³. ГДК забруднюючих речовин наведені в таблиці 2.1.

2.5.6. Розрахувати комплексний індекс забруднення атмосферного повітря міста. Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у повітрі (за даними спостережень постів Держкомгідромету) складають: пилу – 0,14 мг/м³, діоксиду сірки – 0,04 мг/м³,

діоксиду азоту – 0,13 мг/м³, оксиду вуглецю – 2,2 мг/м³, фенолу – 0,001 мг/м³ . ГДК забруднюючих речовин наведені в таблиці 2.1.

Практичне заняття № 3

ТЕМА 3. ВПЛИВ ШУМОВОГО, ВІБРАЦІЙНОГО ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ

Навчальна мета заняття:

Розглянути вплив шуму, вібрації, електромагнітного випромінювання на організм людини та навколишнє середовище.

Виховна мета заняття:

Виховати навички безпечного поводження з небезпечними чинниками техногенного середовища.

Елементи заняття:

Проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів; виконання практичних завдань; постановка загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування контрольних завдань; їх перевірка, оцінювання.

Навчальні питання, що виносяться на обговорення

1. Характеристика шуму як фізичного явища
2. Вплив шуму на людину та оточуюче середовище
3. Приклади розрахунку показників шумового забруднення
4. Вплив вібрації на організм людини та навколишнє середовище
5. Заходи по зниженню впливу вібрації на організм людини
6. Вплив електромагнітного випромінювання на людину та навколишнє середовище
7. Приклади визначення біологічної дії електромагнітних полів

Методи навчання: словесні методи, практичні методи, робота під керівництвом викладача.

Рекомендовані джерела інформації.

1. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і комп'ютерного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.
2. Техноекологія : підручник / Мальований М. С. та ін. ; за ред. М. С. Мальованого. Херсон: ЛДІ-ПЛЮС, 2017. 616 с.
3. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекологія : підручник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.
4. Промислова екологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Швах Р. М., Козяр М. М. Київ : Кондор, 2018. 372 с.
5. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ : Кондор, 2018. 168 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2018. 315 с.

Теоретична частина

1. Характеристика шуму як фізичного явища

Шум – це будь-які небажані, неприємні, настирливі або шкідливі механічні коливання

пружного середовища, що впливають при посередництві повітря на орган слуху і інші органи чуття і частини організму людини.

Класифікація шуму

Шум поділяється на: промисловий; транспортний; шум вуличного руху; побутовий.

Основними джерелами промислового шуму служать підприємства, серед яких особливо виділяються енергетичні установки, компресорні станції. Значний шум в містах і селищах створюють транспортні засоби: шум від вантажних та легкових автомашин і автобусів. Залізничний транспорт є найвищим джерелом створення антропогенного (екологічного) шуму.

Джерелами шуму в житлових і громадських будівлях є шум вулиці з його безперервним і монотонним характером. Особливо непокоїть цей шум тих мешканців, квартири або будинки, яких виходять на вулицю.

Якщо будівля розташована на головній вулиці (магістралі) з великим рухом, який майже не зменшується протягом доби, то в цьому випадку воно знаходиться в найбільш не вигідних умовах. У будинках, що виходять на великі вулиці з інтенсивним рухом, рівні гучності шуму взимку досягають 38...44 фонів (від гр. Phone – звук, голос), а влітку при відкритих вікнах шумовий фон сягає 64 ... 80 фонів.

У приміщеннях, що знаходяться в будівлях, розташованих на площі, що мають сквери з великими деревами, шум значно нижче, особливо це спостерігається влітку, коли дерева вкриті листям.

Крім вуличних шумів, джерелами шуму в будівлі можуть бути побутові шуми: включення радіо та іншої апаратури на великі потужності, гучні розмови або ремонтні роботи в квартирі. Але, можуть бути і шуми від обслуговуючих механізмів, наприклад, робота ліфта, електромотора, несправності в системі водопостачання. Справа в тому, що в містах збудовано велику кількість панельних і каркасно-панельних будинків, які дуже добре передають по поверхах і приміщеннях будь шумовий ефект. На малюнку показано поширення шуму в будівлі.

У природі також існує шум у вигляді природних звуків, до яких людина звикла, і без них він би багато чого втратив у своєму світовідчутті, наприклад: шерех листя, спів птахів, морський прибіт або рівномірний шум водоспаду, дощу.

За характером спектра шуми поділяються на:

1. Широкопasmові (мають безперервний спектр шириною більше однієї октави).
2. Тональні (в спектрі яких є чутні дискретні тони)

За часовими характеристиками шуми поділяються на:

1. Постійні
2. Непостійні: хиткі; переривчасті; імпульсні

Постійні. Їх рівень звуку за час дії джерела шуму змінюється не більше, ніж на 5 дБА.

Непостійні. Для них це зміна перевищує 5 дБА.

Непостійні, коливні – рівень звуку безперервно змінюється у часі;

Непостійні, переривчасті – рівень звуку кілька разів за час спостереження різко падає до рівня фонового шуму, якщо джерело шуму працює з перервами, паузами.

Непостійні, імпульсні – що складаються з одного або декількох звукових імпульсів (сигналів), при цьому тривалість кожного менше однієї секунди, а рівні. Звуку відрізняються не менш ніж на 10 дБА.

У залежності від частоти коливань розрізняють:

- дозвуковий шум – нечутний, але відчувається
- чутний шум
- ультразвуковий шум – нечутний

Розглянемо основні фізичні характеристики шуму, вібрації, ультра-та інфразвуку.

Звукові коливання, що сприймаються органами слуху людини, є механічними коливаннями, що поширюються в пружному середовищі (твердому, рідкому чи газоподібному).

Основною ознакою механічних коливань є повторність процесу руху через певний

проміжок часу. Мінімальний інтервал часу, через який відбувається повторення руху тіла, називають періодом коливань (T), а зворотний йому величину – частотою коливань (f). Ці величини пов'язані між собою простим співвідношенням:

$$f = \frac{1}{T} \quad (3.1)$$

Таким чином, частота коливань визначає число коливань, що сталися за 1 секунду. Одиниця виміру частоти – герц (Гц), $1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$.

Для характеристики коливань використовують також циклічну частоту (ω , с^{-1}), яка визначається як число коливань, що відбуваються за 2π секунд. Між звичайною і циклічною частотами існує наступний зв'язок:

$$\omega = 2\pi f \quad (3.2)$$

Коливання в пружному середовищі не обмежуються центром збудження цих коливань. Коливні частинки середовища передають енергію сусіднім частинкам. Процес поширення коливань у пружному середовищі називається *хвилею*. Кожна з часток середовища при цьому коливається біля положення стійкої рівноваги. Поверхня, яка відділяє коливні частинки від частинок, поки ще не прийшли в коливальний рух, називають *фронтом хвилі*. Сукупність точок, що коливаються в однакових фазах, утворює хвильову поверхню. Всі точки фронту хвилі мають нульову фазу. Звідси випливає, що фронт хвилі являє собою одну з хвильових поверхонь. Фронт хвилі розташований перпендикулярно до напрямку поширення хвилі. За формою фронту хвилі розрізняють плоскі і сферичні (рис. 3.1). Відстань між двома сусідніми частинками, що знаходяться в однаковому режимі руху або в однаковій фазі, називається довжиною хвилі λ . На рис. 3.2 представлено графічне зображення гармонічних коливань та довжину хвилі.

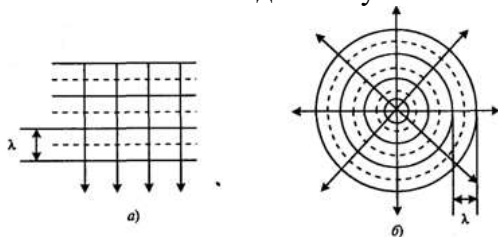


Рис. 3.1. Види хвиль:
а) плоска; б) сферична

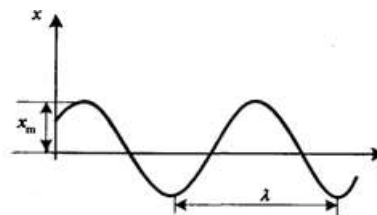


Рис. 3.2. Гармонійні коливання

Джерело звукових коливань, збуджене плоскою хвилею, являє собою плоску поверхню, розмір якої істотно більше довжини хвилі. Фронти цих хвиль розташовані паралельно площині збудження.

Сферична хвиля створюється маленьким в порівнянні з довжиною хвилі збудником коливань – точковим джерелом звукових коливань. При дуже великому (нескінченному) віддаленні джерела звукових коливань сферичні хвилі можуть частково ставати плоскими.

Тип розповсюдження в звукопровідних матеріалах хвилі залежить від його виду і розмірів, а також від довжини хвилі.

Розглянемо важливий з практичної точки зору випадок поширення звукових хвиль в необмежених середовищах, розміри яких значно більше довжини хвилі. У цих середовищах поширюються поздовжні і поперечні хвилі. У поздовжньої хвилі міняються місцями зони стиснення (області з підвищеним тиском) і зони розтягування (області з пониженим тиском). Тому, інша назва цих хвиль – хвилі стиснення (хвилі тиску). Для цих хвиль напрямок коливання частинок збігається з напрямком поширення хвилі. У природі цей тип хвиль поширюється в твердих, рідких і газоподібних середовищах, наприклад чутний звук у повітрі.

Для поперечних хвиль напрямок алгоритму коливання частинок перпендикулярно напрямку поширення хвилі. Ці хвилі носять назву зсувних хвиль, так як викликають у звукопровідного матеріалу зрушення, яка поширюється тільки в твердому стані.

Швидкість V поширення коливань у просторі називається швидкістю хвилі. Зв'язок

між довжиною хвилі λ , швидкістю хвилі V і періодом коливання T дається виразом:

$$\lambda = VT \quad (3.3)$$

Швидкість поширення звукових хвиль в газоподібному середовищі (ідеальний газ) визначається виразом:

$$C_{\text{газ}} = \sqrt{X \frac{P}{\rho}} \quad (3.4)$$

де X – постійна величина для повітря, яка дорівнює 1,41;

P – тиск газу;

ρ – щільність газу.

За сучасними вимірами швидкість звуку в повітрі за нормальних умов дорівнює 331 м/с. У табл. 3.1 наведено швидкості поширення звукових хвиль в різних речовинах при кімнатній температурі.

Таблиця 3.1. – Швидкість розповсюдження звукових хвиль в різних речовинах

Речовина	Швидкість розповсюдження хвиль, м/с	
	Повздовжніх	Поперечних
Алюмій		
Свинець	6320	3130
Залізо	2160	700
Мідь	5900	3230
Нікель	4730	2300
Цинк	5894	3219
Вода	4120	2350
Кварцове скло	5570	3520
Вода	1481	-
Повітря	331	-

Звукові хвилі переносять енергію. Для характеристики середнього потоку енергії в будь-якій точці середовища вводять поняття інтенсивності звуку – це кількість енергії, перенесений звуковою хвилею за одиницю часу через одиницю площі поверхні, нормальної (розташованої під кутом 90°) до напрямку поширення хвилі.

Інтенсивність звуку виражається наступним чином:

$$I = \frac{P^2}{\rho C} \quad (3.5)$$

де I – інтенсивність звуку, Вт/м²;

P – звуковий тиску (різниця між миттєвим значенням повного тиску і середнім значенням тиску, яке спостерігається в середовищі при відсутності звукового поля), Па;

ρ – щільність середовища, кг/м³;

C – швидкість звуку в середовищі, м/с.

Сила впливу звукової хвилі на барабанну перетинку людського вуха і викликається нею відчуття гучності залежать від звукового тиску. Звуковий тиск – це додатковий тиск, що виникає в газі або рідині при знаходженні там звукової хвилі.

У природі величини звукового тиску і інтенсивності звуку, що генеруються різними джерелами шуму, міняються в широких межах: по тиску – до 108 разів, а по інтенсивності – до 1016 разів. Відповідно до закону Вебера–Фехнера приріст сили відчуття аналізатора людини, в тому числі і слухового, пропорційний логарифму відносини енергій двох порівнюваних подразнень. Тому, для характеристики рівня шуму використовують не безпосередньо значення інтенсивності звуку і звукового тиску, якими незручно оперувати, а їх логарифмічні значення, звані рівнем інтенсивності звуку або рівнем звукового тиску.

Рівень інтенсивності звуку визначають за формулою:

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad (3.6)$$

де L_I – рівень інтенсивності звуку в децибелах (дБ);

I – інтенсивність звуку, Вт/м²;

I_0 – інтенсивність звуку, що відповідає порогу чутності людського вуха (I_0 – постійна величина;

$I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² на частоті 1000 Гц).

Людське вухо та багато акустичних приладів не сприймають інтенсивність звуку, а на звуковий тиск, рівень якого визначається за формулою:

$$L_p = 20 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (3.7)$$

де P – звуковий тиск, Па;

P_0 – поріг звуковий тиску (P_0 – постійна величини, $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па на частоті 1000 Гц).

Зв'язок між рівнем інтенсивності та рівнем звукового тиску визначається наступним виразом:

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \left[\frac{P^2 \rho_0 C_0}{P_0^2 \rho C} \right] = 10 \lg \left(\frac{P^2}{P_0^2} \right) + 10 \lg \left[\frac{\rho_0 C_0}{\rho C} \right] = L_p + 10 \lg \left[\frac{\rho_0 C_0}{\rho C} \right] \quad (3.8)$$

де ρ_0 і C_0 – відповідно щільність середовища і швидкість звуку при нормальних атмосферних умовах, тобто при $t = 20$ °C і $P_0 = 105$ Па;

ρ і C – щільність середовища і швидкість звуку в умовах вимірювання. При поширенні звуку в нормальних атмосферних умовах $L_I = L_p$.

При розрахунках рівня шуму використовують величину інтенсивності звуку, а для оцінки впливу шуму на людину – рівень звукового тиску.

Людське вухо сприймає як чутні коливання, що лежать в межах від 20 до 20000 Гц. Звуковий діапазон прийнято поділяти на низькочастотний (20...400 Гц), середньочастотний (400...1000 Гц) і високочастотний (понад 1000 Гц). Звукові хвилі з частотою менше 20 Гц називаються інфразвуковими, а з частотами понад 20 000 Гц – ультразвуковими.

Інфразвукові й ультразвукові коливання органами слуху людини не сприймаються.

Ультразвуковий діапазон частот ділиться на два під діапазони – низькочастотний (20-100 кГц) і високочастотний (100 кГц-1000 МГц). Ультразвуки сильно поглинаються газами і у багато разів слабкіше – рідинами. Так, наприклад, коефіцієнт поглинання ультразвуку в повітрі приблизно в 1000 разів більше, ніж у воді. Ультразвуки застосовуються в промисловості для контрольно-вимірювальних цілей (дефектоскопія, вимір товщини стінок трубопроводів та ін.), а також для здійснення та інтенсифікації різних технологічних процесів (очищення деталей, зварювання, паяння, дроблення і т.д.). Ультразвуки прискорюють протікання процесів дифузії, розчинення і хімічних реакцій.

Інфразвук – це область акустичних коливань в діапазоні нижче 20 Гц. У виробничих умовах інфразвук, як правило, поєднується з низькочастотним шумом, а в ряді випадків і з низькочастотною вібрацією. Джерелами інфразвуку в промисловості є компресори, дизельні двигуни, вентилятори, реактивні двигуни, транспортні засоби.

Характеристиками ультразвукових і інфразвукових коливань є рівень інтенсивності (Вт/м²), рівень звукового тиску (Па) і частота (Гц).

2. Вплив шуму на людину та оточуюче середовище

Звуки дуже великої сили, рівень яких перевищує 120-130 дБ, викликають болюче відчуття і пошкодження в слуховому апараті (акустична травма). У табл. 3.2 представлені рівні різних звуків.

Таблиця 3.2 Рівні шуму різних джерел залежно від відстані

Джерело шуму	Відстань, м	Рівень шуму, дБ
Жила кімната	-	36
Мовлення середньої гучності	1	60
Металоріжучі верстати	На робочому місті	90...96
Дизельний двигун	7	90
Пневмперфоратор	1	100
Реактивний двигун	25	140

Постріл з артилерійського знаряддя	1...2	160...170
------------------------------------	-------	-----------

Розрив барабаних перетинок в органах слуху людини відбувається під впливом шуму, рівень звукового тиску якого становить ≈ 186 дБ. Вплив на організм людини шуму, рівень якого близько 196 дБ, призведе до пошкодження легеневої тканини (поріг легеневого ушкодження).

Однак, не тільки сильні шуми, що призводять до миттєвої глухоти або ушкодженню органів слуху людини, шкідливо відбиваються на здоров'ї і працездатності людей. Шуми невеликої інтенсивності, близько 50...60 дБА (в дБА виражається рівень шуму, заміряний за шкалою А шумоміра), негативно впливають на нервову систему людини, викликають безсоння, нездатність зосередитися, що веде до зниження продуктивності праці і підвищує ймовірність виникнення нещасних випадків на виробництві. Якщо шум постійно діє на людину в процесі праці, то можуть виникнути різні психічні порушення, серцево-судинні, шлунково-кишкові та шкірні захворювання, туговухість.

Наслідки впливу шуму невеликої інтенсивності на організм людини залежать від ряду факторів, у тому числі віку та стану здоров'я працюючого, виду трудової діяльності, психологічного та фізичного стану людини в момент дії шуму. Шум, вироблений самою людиною, зазвичай не турбує його. На відміну від цього сторонні шуми часто викликають сильний дратівливий ефект. Якщо порівнювати шуми з однаковим рівнем звукового тиску, то високочастотні шуми ($f > 1000$ Гц) більш неприємні для людини, ніж низькочастотні ($f < 400$ Гц). У нічний час шум з рівнем 30...40 дБА є серйозним подразнюючим фактором. При постійному впливі шуму на організм людини можуть виникнути патологічні зміни, звані шумовий хворобою, яка є професійним захворюванням.

Інфразвук також негативно впливає на органи слуху, викликаючи стомлення, почуття страху, головні болі і запаморочення, а також знижує гостроту зору. Особливо несприятливо діє на організм людини інфразвукові коливання з частотою 4...12 Гц.

Шкідливий вплив ультразвуку на організм людини виявляється у порушенні діяльності нервової системи, зниження больової чутливості, зміні судинного тиску, а також складу і властивостей крові. Ультразвук передається або через повітряне середовище, або контактним шляхом через рідке і тверде середовище (дія на руки працюючих). Контактний шлях передачі ультразвуку найбільш небезпечний для організму людини.

3. Приклади розрахунку показників шумового забруднення

3.3.1 Рівень звукового тиску $L_1 = 40$ дБ. Визначити амплітуду звукового тиску та інтенсивність звуку.

З формули: $L_1 = 20 \cdot \lg \frac{p_1}{p_0}$, отримаємо $\lg \frac{p_1}{p_0} = 2$, звідки $\frac{p_1}{p_0} = 100$, $p_1 = 10^2 \cdot p_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ Па.

Рівень гучності в фонах $L_2 = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}$, але по визначенню $L_1 = L_2 = 40$ фон. Тоді

$$\lg \frac{I}{I_0} = 4; I = 10^{-8} \text{ Вт/м}^2.$$

3.3.2 Два звуки відрізняються по рівню гучності на 1 фон. Знайти відношення інтенсивностей цих звуків.

$$L_2 = 10 \cdot \lg \frac{I_1}{I_2};$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 10^{\frac{L_2}{10}} = 10^{0.1} = 1.26.$$

3.3.3 Два звуки відрізняються по рівню звукового тиску на 1 дБ. Знайдіть відношення амплітуд їх звукового тиску.

$$L_1 = 20 \cdot \lg \frac{p_1}{p_2};$$

$$\frac{p_1}{p_2} = 10^{\frac{L_1}{20}} = 10^{0.05} = 1.12$$

3.3.4 Шум на вулиці гучністю 70 фон чути в кімнаті як 40 фон. У скільки разів стіни будинку знижують інтенсивність звуку.

4. Вплив вібрації на організм людини та навколишнє середовище

В залежності від джерела виникнення виділяють три категорії вібрації:

- транспортна;
- транспортно-технологічна;
- технологічна.

Вібрація – це сукупність механічних коливань, найпростішим видом яких є гармонійні. У ГОСТі 24346-80 «Вібрація. Терміни та визначення» вібрація визначається як рух точки або механічної системи, при якому відбувається почергове зростання й убування в часі значень принаймні однієї координати. Вібрацію викликають невірноважені силові впливи, що виникають при роботі різних машин і механізмів. Прикладом таких пристроїв можуть служити ручні перфоратори, кривошипно-шатунні механізми та інші, деталі яких здійснюють зворотно-поступальні рухи. Вібрацію також створюють невірноважені обертові механізми (електродрилі, ручні шліфувальні машини, металообробні верстати, вентилятори і т.д.), а також пристрої, в яких рухомі деталі роблять ударні впливи (зубчасті передачі, підшипники і т.д.). У промисловості також використовуються спеціальні вібраційні установки, зокрема, при ущільненні бетонних сумішей, при подрібненні і сортування сипучих матеріалів, при розвантаженні транспортних засобів.

Якщо вібруюча система здійснює гармонійні коливання, то для її опису використовують наступні характеристики:

- амплітуду вібропереміщення, тобто найбільше відхилення коливної точки від положення рівноваги, X_m , м;
- коливальну швидкість, або віброшвидкість, a_m , м / с;
- прискорення коливань, або віброприскорення, V_m , м/с²;
- період коливань, T , с;
- частоту коливань, f , гц.

Якщо вібрації мають несинусоїдальний характер, то їх можна представити у вигляді суми синусоїдальних (гармонічних) складових за допомогою розкладу в ряд Фур'є.

Значення віброшвидкості і віброприскорення для різних джерел змінюються в широких межах, тому, як і для шуму, зручніше користуватися їх логарифмічними характеристиками. Так, логарифмічний рівень віброшвидкості (або просто рівень віброшвидкості) визначається за формулою:

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0} \quad (3.9)$$

де L_v – рівень віброшвидкості, дБ;

V – коливальна швидкість, м/с;

V_0 – граничне значення коливальної швидкості, стандартизоване в міжнародному масштабі ($V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с).

За аналогією логарифмічний рівень віброприскорення може бути визначений таким чином:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0} \quad (3.10)$$

L_a – рівень віброприскорення, дБ

a – прискорення коливань, м/с²;

a_0 – граничне значення прискорення коливань, стандартизоване в міжнародному масштабі ($a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с²).

Необхідно розрізняти загальну і місцеву вібрації. Загальна вібрація діє на весь організм в цілому, а місцева – тільки на окремі частини його (верхні кінцівки, плечовий пояс, судини серця).

При дії загальної вібрації спостерігаються порушення серцевої діяльності, розлад нервової системи, спазми судин, зміни в суглобах, що призводять до обмеження рухливості.

Якщо частоти коливання робочих місць збігаються з власними частотами коливань внутрішніх органів людини (явище резонансу), то можливе механічне пошкодження даних органів аж до розриву.

При дії на руки працюючих місцевої вібрації (віброуючий інструмент) відбувається порушення чутливості шкіри, окостеніння сухожиль, втрата пружності кровоносних судин і чутливості нервових волокон, відкладення солей у суглобах кистей рук і пальців. Тривалий вплив вібрації призводить до професійного захворювання – вібраційної хвороби, ефективне лікування якої можливо лише на початковій стадії її розвитку.

Дія вібрації на людину стає особливо неприємним і небезпечним явищем, якщо частота коливань наближаються до власної частоти коливань людського тіла (5 Гц).

Погіршення зорового сприйняття відбувається під дією вібрацій в двочастотних діапазонах – від 25 до 40 Гц і від 60 до 90 Гц.

Треба відзначити, що вплив вібрацій на людину може бути двох видів: а) безпосередній вплив – при коливаннях тіла чи окремих його частин; б) непряме (візуальне) – при коливанні різних предметів, що знаходяться в полі зору. Нормуються тільки вібрації першого виду впливу. Непрямі ж коливання здатні більше чинити психологічний вплив на людину і досить просто переборні. Крім того, безпосередня дія вібрації на людину може бути як місцевою, коли коливання передаються на окремі частини або органи тіла, так і об'ємною, коли коливання передаються на людину від навколишнього (пульсуючою) середовища, наприклад коливання водного середовища на занурене тіло людини.

Допустимі рівні вібрації приведені в таблицях 3.3, 3.4

Таблиця 3.3. – Допустимі рівні вібрацій категорії 1

Середньо-геометрична частота, f	Допустимі значення віброшвидкості				Допустимі значення віброприскорення			
	м/с $\cdot 10^{-2}$		дБ		м/с 2		дБ	
	Z	X,Z	Z	X,Z	Z	X,Z	Z	X,Z
1,0	20,0	6,3	132	122	1,12	0,4	71	62
2,0	7,1	3,5	123	117	0,8	0,4	68	62
4,0	2,5	3,2	114	116	0,56	0,8	65	68
8,0	1,3	3,2	108	116	0,56	1,6	65	74
16	1,1	3,2	107	116	1,12	3,15	71	80
.....								
63	1,1	3,2	107	116	4,50	12,50	83	92

Таблиця 3.4. – Допустимі рівні локальної вібрації

Середньо-геометрична частота, Гц	Допустимі значення по осям Z, X, Y			
	Віброприскорення		Віброшвидкості	
	м/с 2	дБ	м/с	дБ
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109

5.Заходи по зниженню впливу вібрації на організм людини

3.5.1 У процесі роботи повинні використовуватися інструменти та механізми, обладнані пристосуваннями, що гасять вібрацію або змінюють її частотну характеристику.

3.5.2 З діапазону частот в першу чергу необхідно виключити частоти від 35 до 250 Гц, як найбільш небезпечні.

3.5.3 Правильна організація режиму роботи:

а) через кожну годину роботи – 10-хвилинну перерву. Перерва має проводитись в

приміщенні з температурою не нижче 18 ° С. Під час перерви - елементи самомасажу кінцівок.

б) якщо у діапазоні частот переважає високочастотна вібрація, час роботи з генераторами вібрації повинно складати 35% від загальної тривалості робочого дня. Решту часу – на суміжних операціях, не пов'язаних з впливом вібрації. При низьких частотах – 45% від тривалості робочого дня.

3.5.4 Індивідуальні засоби захисту: спеціальне взуття та рукавиці з віброгасильною прокладкою.

3.5.6 В залежності від діапазону частотної характеристики, виду вібрації встановлені гранично допустимі рівні віброшвидкості

3.5.7 В кінці кожної робочої зміни загальні теплові процедури (теплі душ), якщо немає можливості – місцеві теплові ванни з самомасажем.

3.5.8 Введення в раціон харчування додаткових кількостей (50% від добової норми) вітаміну В1, що регулює діяльність периферичної нервової системи, і вітаміну С, що підтримує резистентність судинної стінки і, зокрема, капілярів.

3.5.9 Обов'язкове опромінення робітників в осінньо-зимовий і зимово-весняний періоди УФ-випромінюванням (зона А і В у межах 0,3 до 0,7 біодози), два цикли опроміненнь по 15 сеансів.

3.5.10 Обов'язковий лікарсько-профілактичний відбір при прийомі на роботу (враховується перелік протипоказань, визначений наказом Міністерства охорони здоров'я).

3.5.11 Обов'язкові професійні щорічні огляди за участю невропатолога і ЛОР-спеціаліста та обов'язковим проведенням капіляроскопії.

6.Вплив електромагнітного випромінювання на людину та навколишнє середовище

Електромагнітне випромінювання. В даний час значний вплив на здоров'я населення та навколишнє природне середовище чинить електромагнітні випромінювання (ЕМВ). Найбільш потужними джерелами є теле- і радіостанції, радіолокаційні та установки, лінії електропередачі над- і ультрависокого напруження.

З кожним роком кількість джерел електромагнітних випромінювань зростає. Людина з моменту народження вже знаходиться під впливом електромагнітних випромінювань, перебуваючи в одній кімнаті або квартирі з телевізором, комп'ютером та іншими сильно діючими джерелами випромінювання.

Щільність потоку електромагнітних полів радіорелейних ліній зв'язку досягає 1 мВт/см², а військових об'єктів часто перевищує 10 мВт/см². Електромагнітні випромінювання теле- і радіостанцій доходять до сотень Ват на 1 метр, а ліній електропередачі – до 30 кВ/м.

Наведені показники значно перевищують допустимі рівні впливу на людину і живі організми. Вимірювання напруженості поля в районах проходження високовольтних ліній електропередачі (ЛЕП) показали, що під лінією електромагнітні випромінювання можуть досягати декількох тисяч і навіть десятків тисяч вольт на 1 метр. Хвилі цього діапазону сильно поглинаються ґрунтом, тому в межах 50...100 м від ЛЕП напруженість поля падає до декількох сотень і навіть декількох десятків вольт на 1 метр. Високовольтні лінії електропередачі проходять поруч з житловою забудовою і нерідко перетинають її, крім дотримання нормативних вимог при прокладці ЛЕП, то слід поблизу житлових будинків мати великі дерева, високі чагарники, які суттєво змінюють картину електромагнітних випромінювань (полів). Рельєф місцевості, де проходить ЛЕП, також впливає на інтенсивність електромагнітного поля.

Підвищення рівня місцевості по відношенню до умовної прямої, що сполучає підставу двох сусідніх опор, призводить до наближення до поверхні землі струмопровідних проводів і збільшенню напруженості поля і, навпаки, зниження рівня місцевості призводить до зниження напруженості поля. Необхідно відзначити, що напруженість поля під лінією ЛЕП та поблизу її залежить від напруги на ній (330, 500, 750 кВ) і від відстані між проводами.

Експериментальне вивчення біологічної дії електромагнітного поля ЛЕП показало, що

його несприятливій дії на організм людини може проявитися при напруженості електричного струму в 1000 В/м.

Найбільш чутлива до такого впливу нервова система, яка впливає на зміну інших систем організму людини, зокрема, ендокринного апарату та обмінних процесів. Електромагнітні випромінювання промислового характеру, особливо в умовах населених місць, як біологічно діючий фактор підлягають всебічному гігієнічному нормуванню з розробкою відповідних рекомендацій щодо захисту населення від його впливу.

З метою захисту населення від впливу електричного поля, створюваного високовольтної ЛЕП, встановлюється санітарно-захисна зона для ліній напругою, м: 330 кВ - 20, 500 кВ- 30, 750 кВ -40, 1150 кВ -55. Межі санітарно-захисних зон встановлені вздовж трас ЛЕП з горизонтальним розташуванням проводів по обидві сторони від проекції на землю крайніх фазних проводів у напрямку, перпендикулярному до ЛЕП. Найближча відстань від осі проєктованих ЛЕП напругою 750... 1150 кВ до межі населених пунктів, як правило, повинно бути не менше 300 м.

До природних електромагнітних випромінювань (ЕМВ) відноситься магнітне поле Землі, яке характеризується напруженістю і вимірюється А/м. Причому напруженість магнітного поля Землі зростає з широтою і має глобальні, регіональні та локальні особливості (аномалії). Деякі аномалії використовуються в якості ознак для пошуку корисних копалин, насамперед залізної руди.

Встановлено, що магнітне поле Землі утримує величезне число заряджених частинок космічного походження. Їх енергія і концентрація залежать від відстані до Землі і геомагнітної широти. Частки заповнюють навколоземний простір. Область, заповнену такими частками, що рухаються в магнітному полі Землі, називають магнітосферою. Вона відокремлена від міжпланетного простору магнітопаузою.

Це явище називається магнітною бурею. Зміни в геомагнітному полі пов'язані з сонячною активністю. Однак, цей зв'язок не являє собою суворої функціональної залежності, бо є наслідком накладання процесів різного масштабу і різної фізичної природи, тобто процесів, що протікають на Сонці, в міжпланетному просторі і атмосфері Землі.

Припустимо, що на Сонці стався спалах, тоді у бік Землі направляється швидкий потік сонячної плазми (енергії). Сонячний вітер, проникаючи в магнітосферу, різко підвищує температуру частинок. У верхніх шарах атмосфери частинки корпускулярних потоків (сонячного вітру) створюють додаткову іонізацію (яка змінює умови поширення радіохвиль), викликають світіння (спостережувані у вигляді полярних сяйв) і магнітні бурі. Слід зазначити, що геомагнітне поле Землі, як і гравітаційне, володіє всепроникною і всеохоплюючої фізичною здатністю, тому воно впливає на процеси, що відбуваються на Землі і в навколишньому її просторі, впливає на все живе, в тому числі і на людину. Так, в періоді магнітних бурь збільшується кількість серцево-судинних захворювань, погіршується стан людей, що страждають гіпертонією.

Вивчення характеру дії магнітного поля на живі організми представляє одне з нових і перспективних напрямків науки не тільки в біології, але і в екології.

7. Приклади визначення біологічної дії електромагнітних полів

3.7.1 Якій довжині хвилі відповідає максимум людського тіла. Порівняйте із Землею.

$$\lambda_m \cdot T = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{град}, \text{ звідки } t = 27^\circ \lambda_m = 9,3 \text{ мкм}$$

3.7.2 При яких довжинах хвиль ЕМВ починає помітно впливати на біологічні об'єкти при кімнатній температурі?

$$h\nu \geq kT; \quad \nu = \frac{c}{\lambda}; \quad \lambda = \frac{hc}{kT};$$

$$\text{Де: } h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}, \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{град}$$

3.7.3 Яке співвідношення товщини шкіни-шару міді на частотах 1 кГц і 100 МГц?

$$\delta = \frac{c}{\sqrt{2\pi\mu\sigma}}, \quad \frac{\delta_1}{\delta_2} = \sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} = \sqrt{\frac{v_2}{v_1}} = 316$$

Контрольні запитання

1. Інтенсивність звуку збільшилась в 1000 разів. Визначте:
 - а) на скільки дБ збільшився рівень звукового тиску?
 - б) у скільки разів збільшилась амплітуда звукового тиску?
2. Інтенсивність звуку дорівнює 0,02 Вт/м³. Знайдіть:
 - а) рівень гучності;
 - б) амплітуду звукового тиску.
3. Що таке вібрація?
4. Які види вібрації ви знаєте?
5. Якими показниками характеризується вібрація?
6. Який вплив чинить вібрація на живі організми?
7. Який рівень вібрації є найбільш небезпечним для людини?
8. Які заходи забезпечують зниження впливу вібрації?
9. Який механізм дії електромагнітних полів на біологічні організми?
10. Приведіть приклади негативного впливу електромагнітного випромінювання та захисту від нього?

Практичне заняття № 4

ТЕМА 4. ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ ТА ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Навчальна мета заняття:

Розглянути сучасний стан екології водних і земельних ресурсів та способи його покращення.

Виховна мета заняття:

Виховання бережного ставлення до природних ресурсів.

Елементи заняття:

Проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів; виконання практичних завдань; постановка загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування контрольних завдань; їх перевірка, оцінювання.

Навчальні питання, що виносяться на обговорення

1. Основні поняття захисту водних ресурсів
2. Забруднення стічних вод
3. Методи очистки промислових стічних вод
4. Розрахунки гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водоймищі
5. Визначення класу небезпеки відходів
6. Оцінка ступеню забруднення ґрунтів

Методи навчання: словесні методи, практичні методи, робота під керівництвом викладача.

Рекомендовані джерела інформації.

1. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і комп'ютерного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.
2. Техноекологія : підручник / Мальований М. С. та ін. ; за ред. М. С. Мальованого. Херсон: ЛДІ-ПЛЮС, 2017. 616 с.

3. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекологія : підручник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.

4. Промислова екологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Швах Р. М., Козяр М. М. Київ : Кондор, 2018. 372 с.

5. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ : Кондор, 2018. 168 с.

6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2018. 315 с.

Теоретична частина

1. Основні поняття захисту водних ресурсів

Гідросфера – водна оболонка Землі; сукупність океанів, морів, озер, ставків, річок, боліт, підземних вод.

Забруднення вод – зміна фізичних і органолептичних властивостей, збільшення вмісту сульфатів, хлоридів, нітратів, токсичних важких металів, скорочення розчиненого у воді кисню, поява радіоактивних елементів, хвороботворних бактерій і інших забруднювачів.

Флотація – фізико-хімічний метод очищення води, що полягає в обволіканні часток домішок (маслопродуктів, дрібнодисперсних суспензій) дрібними бульбашками повітря, що подається в стічну воду, і піднятті на поверхню, де утворюється шар піни. У разі електрофлотації бульбашки газу утворюються в результаті електролізу води при пропусканні електричного струму (водень, кисень).

Коагуляція – фізико-хімічний процес укрупнення дрібних колоїдних і дисперсних частинок під дією сил молекулярного тяжіння.

Реагентний – це метод обробки стічних вод хімічними речовинами – реагентами, які, вступаючи в хімічну реакцію з розчиненими токсичними домішками, утворюють нетоксичні сполуки або нерозчинні осади.

Нейтралізація – різновид реагентного методу, призначений для зниження концентрації вільних H^+ або OH^- іонів до установлених значень, що відповідають $pH = 6,5-8,5$.

Екстракція – фізико-хімічний метод очищення води, заснований на перерозподілі домішок стічних вод у суміші двох взаємонерозчинних рідин (стічної води та органічної рідини).

Іонообмінний метод - очищення полягає в пропусканні стічної води через іонообмінні смоли, які містять рухомі і здатні до обміну іони - катіони (частіше H^+) або аніони (частіше OH^-). При проходженні стічної води через смоли рухливі іони смоли замінюються на іони токсичних домішок відповідного знака.

Біологічне очищення стічних вод заснована на здатності мікроорганізмів використовувати розчинені і колоїдні органічні і деякі неорганічні сполуки (H_2S , NH_3 , нітриди та ін.) в якості джерела живлення в процесах життєдіяльності. При цьому органічні сполуки окислюються до води і вуглекислого газу.

2. Забруднення стічних вод

Стічні води, що відводяться з території промислових підприємств, за складом можуть бути розділені на три види:

1) виробничі – використані в технологічному процесі виробництва або виходять при видобуванні корисних копалин (вугілля, нафти, руд);

2) побутові – від санітарних вузлів виробничих і невиробничих корпусів і будівель, а також від душових установок, наявних на території промислових підприємств;

3) атмосферні – дощові і від танення снігу.

Виробничі стічні води діляться на дві основні категорії: забруднені і незабруднені (умовно чисті).

Забруднені виробничі стічні води містять різні домішки і поділяються на три групи:

1) забруднені переважно мінеральними домішками (підприємства металургійної,

машинобудівної, рудо- і вуглевидобувної промисловості; заводи з виробництва мінеральних добрив, кислот, будівельних матеріалів);

2) забруднені переважно органічними домішками (підприємства м'ясної, рибної, молочної, харчової, целюлозно-паперової, хімічної, мікробіологічної промисловості; заводи з виробництва пластмас, каучуку);

3) забруднені мінеральними і органічними домішками (підприємства нафтовидобувної, нафтопереробної, нафтохімічної, текстильної, легкої, фармацевтичної промисловості; заводи з виробництва консервів, цукру, продуктів органічного синтезу, паперу, вітамінів та ін.)

За концентрацією забруднюючих речовин виробничі стічні води поділяються на чотири групи: 1...500, 500...5000, 5000...30000 і більше мг/л.

Виробничі стічні води можуть різнитися за фізичним властивостям забруднюючих їх органічних продуктів (наприклад, по температурі кипіння: менше 120, 120-250 і більше 250 °C).

За ступенем агресивності ці води поділяють на слабо агресивні (слабокислі з $pH=6...6,5$ і слаболужні з $pH=8...9$), сильноагресивні (сильно кислі з $pH<6$ і сильнолужні з $pH>9$) та неагресивні (з $pH=6,5...8$).

Незабруднені виробничі стічні води надходять від холодильних, компресорних, теплообмінних апаратів. Крім того, вони утворюються при охолодженні основного виробничого обладнання та продуктів виробництва.

На різних підприємствах, навіть при однакових технологічних процесах, склад виробничих стічних вод, режим водовідведення та питома витрата на одиницю продукції, що випускається досить різноманітні.

Найбільш часто зустрічаються наступні забруднення промислових стічних вод: неорганічні кислоти та їх солі (в стічних водах процесів травлення металів), луги, поверхнево-активні речовини (при знежирюванні) і неорганічні солі важких металів (при гальванотехнічних процесах).

Для очищення промислових стічних вод від шкідливих забруднювачів потрібні спеціальні технологічні методи.

Велике значення у формуванні складу виробничих стічних вод має вигляд сировини, що переробляється. Так, наприклад, основним забруднюючим компонентом стічних вод на нафтопереробних і нафтовидобувних підприємствах є нафта; на рудозбагачувальних фабриках – руда; на м'ясокомбінатах – відходи м'яса, неперетравлені їжа тварин; на паперових фабриках – целюлозні волокна; на фабриках первинної обробки вовни (ПОВ) – жир, шерсть. Склад стічних вод залежить також від технологічного процесу виробництва, застосовуваних компонентів, проміжних виробів і продуктів, що випускається продукції, складу вихідної свіжої води, місцевих умов і ін.

Машинобудівні заводи характеризуються наявністю низки водоемних виробничих процесів, а отже, і освітленням значної кількості виробничих стічних вод, які в основному забруднюються відходами травильних і гальванічних цехів і нафтопродуктами.

У гальванічних цехах деталі з металів і сплавів піддаються різним видам хімічної або електрохімічної обробки з метою нанесення на поверхню захисних або декоративних покриттів. Перед нанесенням покриттів поверхня виробів піддається попередній обробці – очищенню: знежирення і травлення із застосуванням різних розчинів, кислот, лугів, солей металів.

Відпрацьовані розчини травильних ванн утворюють кислі та лужні стічні води. Після травлення завжди застосовують промивання водою для видалення з поверхні металу, залишків кислоти і продуктів травлення, які можуть бути причиною точкової корозії. Виходячи з технологічних операцій, пов'язаних з хімічною очищенням поверхні металевих заготовок, в кожному травильному відділенні існує два види стічних вод: концентровані і розбавлені. Перші є відходами травильних ванн (відпрацьовані розчини), другі – промивними водами. Промивні води в значних кількостях утворюються в хімічній технології, технології обробки металів, при промиванні опадів, покриттів. Промивання виступає як завершальна стадія в технологічних процесах і безпосередньо призводить до

утворення стічних вод.

У металургійній і машинобудівній промисловостях стічні води травильних ванн, особливо брудні і в неочищеному стані, не можуть бути скинуті в міську каналізаційну мережу або в водосховища. Вибір відповідного методу очищення стічних вод травильних відділень залежить, насамперед, від кількості і категорії стічних вод, а також від локальних умов їх відведення до збірного резервуару.

3. Методи очистки промислових стічних вод

У промислових стічних водах міститься велика кількість органічних і неорганічних сполук, які надають дуже шкідливу дію на навколишнє середовище.

Очищення стічних вод – складне завдання, у вирішенні якої потребують багато виробництв. Існують різні методи очищення: механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та термічні. Зважаючи безлічі домішок і їх складу методи очищення стічних вод застосовують комплексно.

Існують також рекупераційні і деструктивні методи очищення стічних вод. Рекупераційні методи передбачають вилучення з стічних вод і подальшу переробку цінних речовин. При деструктивних методах речовини, що забруднюють воду, піддають руйнування шляхом окислення або відновлення. Продукти руйнування видаляють з води у вигляді газів або опадів.

Механічні методи – найбільш доступні прийоми очищення від крупнодисперсних суспензій, застосовуються як перша стадія в загальній схемі очищення стічних вод. Призначення механічного очищення полягає в підготовці виробничих стічних вод при необхідності до біологічного, фізико-хімічного або іншого методу більш глибокої очистки. Механічне очищення на сучасних очисних станціях складається з проціджування через сітку, піскоуловлювання, відстоювання і фільтрування. Типи і розміри цих споруд залежить в основному від складу, властивостей і витрати виробничих стічних вод, а також від методів їх подальшої обробки.

Механічне очищення забезпечує виділення зважених речовин виробничих стічних вод до 90...95% і зниження органічних забруднень (за показником БПК_{повн}) до 20...25%.

Високий ефект очищення стічних вод досягається різними способами інтенсифікації гравітаційного відстоювання – преаерацією, біокоагуляцією, освітленням у зваженому шарі (відстійники-освітлювачі) або в тонкому шарі (тонкошарові відстійники), а також з допомогою гідроциклонів.

Процес більш повного висвітлення стічних вод здійснюється фільтруванням - пропусканням води через шар різного зернистого матеріалу (кварцового піску, гранітного щебеню, дробленого антрациту і керамзиту, горілих порід, чавуноливарного шлаку) або через сігчасті барабанні фільтри і мікрофільтри, через високопродуктивні напірні фільтри і фільтри з плаваючою завантаженням – пінополіуретаном або пінополістиролом.

Перевага зазначених процесів полягає в можливості застосування без додавання хімічних реагентів. Вибір механічного методу очищення здійснюється з урахуванням розмірів зважених часток. Якщо частинки досить великі (діаметром більш 30-50 мкм), то вони можуть легко виділятися відстоюванням або проціджуванням. Колоїдні частинки (діаметром 0,1...1 мкм) можуть бути видалені фільтруванням, однак через органічні ємності фільтруючого шару більш підходящим методом при концентраціях завислих часток більше 50 мг/л є ортокінетична коагуляція з подальшим осадженням або освітленням у зваженому шарі.

Типове обладнання для механічного очищення – решітки, пісколовки, відстійники, фільтри, гідроциклони, центрифуги, рідинні сепаратори.

Фізико-хімічні методи відіграють значну роль при очищенні виробничих стічних вод. Вони застосовуються як самостійно, так і в поєднанні з механічними, хімічними та біологічними методами. Фізико-хімічні методи дозволяють повністю автоматизувати процес очищення, а сучасний рівень знань в області кінетики фізико-хімічних процесів створює основи для їх математичного моделювання та оптимізації і, як наслідок, правильного вибору та розрахунку параметрів апаратури. У більшості випадків використання фізико-хімічних

методів виділення забруднюючих речовин із стічних вод дозволяє в подальшому їх рекуперацію.

Флотація – процес молекулярного прилипання частинок матеріалу до поверхні розділу двох фаз, зазвичай газу (частіше повітря) і рідини, обумовлений надлишком вільної енергії поверхневих прикордонних шарів, а також поверхневими явищами змочування.

Процес очищення виробничих стічних вод, що містять ПАР, нафту, нафтопродукти, масла, волокнисті матеріали, методом флотації полягає в утворенні комплексів "частинки-бульбашки", Спливання комплексів і видаленні утвореного пінного шару з поверхні оброблюваної рідини. Прилипання частинки, що знаходиться в ній, до поверхні бульбашки можливо тільки тоді, коли спостерігається незмочування або погане змочування частинки рідиною. Зовнішнім проявом здатності рідини до змочування є величина поверхневого натягу її по кордону з газовою фазою, а також різниця полярностей на кордоні рідкої і твердої фаз. Процес флотації йде ефективно при поверхневому натягу води не більше $(60-65) \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$.

Велике значення при флотації мають розмір, кількість і рівномірність розподілу повітряних бульбашок в стічній воді. Оптимальні розміри повітряних бульбашок 15-30 мкм, а максимальні – 100 – 200 мкм.

У практиці очищення виробничих стічних вод вироблені різні конструктивні схеми, прийоми і методи флотації. Метод пінної флотації застосовують для вилучення нерозчинених і часткового зниження концентрації деяких розчинених речовин, метод пінної сепарації – для видалення розчинених речовин.

Найбільш істотні принципові відмінності способів флотації пов'язані з насиченням рідини бульбашками повітря певної крупності. За цим принципом можна виділити наступні способи флотаційної обробки виробничих стічних вод:

1) флотація з виділенням повітря з розчину (вакуумні, напірні і флотаційні установки); 2) флотація з механічним диспергуванням повітря (безнапірні і пневматичні флотаційні установки); 3) флотація з подачею повітря через пористі матеріали; 4) електрофлотація; 5) біологічна і хімічна флотація.

Флотаційні установки можуть складатися з одного або двох відділень (камер). В однокамерних установках в одному і тому ж відділенні відбувається одночасно насичення рідини бульбашками повітря і спливання флотуючих забруднень. У двокамерних установках, складаються з приймального та відстійного відділень, в першому відділенні відбувається утворення пухирців повітря і агрегатів "бульбашка-частинка", а у другому – спливання шламу (піни) і освітлення рідини.

Адсорбційний метод – один з найбільш доступних і ефективних методів глибокого очищення від розчинених органічних речовин стічних вод підприємств целюлозно-паперової, хімічної, нафтохімічної, текстильної та інших галузей промисловості.

Сорбція – це процес поглинання речовини з навколишнього середовища твердим тілом або рідиною. Перевагами цього методу є можливість адсорбції речовин багатокомпонентних сумішей і висока ефективність очищення, особливо слабо концентрованих стічних вод.

Сорбційні методи дуже ефективні для вилучення із стічних вод цінних розчинених речовин з їх подальшою утилізацією та використання очищених стічних вод у системі оборотного водопостачання промислових підприємств.

У якості сорбентів застосовують різні штучні і природні пористі матеріали: золу, тирсу, торф, дрібний кокс, силікатгелі, активні глини. Ефективними сорбентами є активовані вугілля різних марок. Активність сорбенту характеризується кількістю, що поглинається речовиною на одиницю об'єму або маси сорбенту (кг/м^3 , кг/кг).

Зворотний осмос (гіперфільтрація) – процес молекулярного поділу розчинів шляхом їх фільтрування під тиском через напівпроникні мембрани, що затримують повністю або частково молекули або іони розчиненої речовини. При створенні тиску вище осмотичного (рівноважного) здійснюється перенесення розчинника в зворотному напрямку (від розчину до чистого розчинника через мембрану) і забезпечується достатня селективність очищення.

Необхідний тиск, що перевищує осмотичний тиск розчиненої речовини в розчині,

становить при концентрації солей 2...5 г/л – 0,1...1 МПа і при концентрації солей 20...30 г/л – 5...10 МПа.

Ультрафільтрація – мембранний процес поділу розчинів, осмотичний тиск яких низький. Цей метод використовується при відділенні порівняно високомолекулярних речовин, завислих часток, колоїдів. Ультрафільтрація в порівнянні з зворотним осмосом – більш високопродуктивний процес, так як висока проникність мембран досягається при тиску 0,2...1 МПа.

Коагуляція. Для очищення стоків від дрібнодисперсних і колоїдних домішок використовують коагулянти і флокулянти.

Коагуляцію здійснюють безпосередньо після видалення великих суспензій. При очищенні питних і стічних вод коагулянтами служать солі алюмінію, солі заліза та суміші в різних пропорціях. Рідше застосовують солі магнію, цинку і титану. На станціях у спеціальних баках, захищених від корозії, готують робочі розчини коагулянтів певної концентрації і дозують їх в оброблювану воду.

Одним з видів очищення стічних вод є *флокуляція*, при якій дрібні частки, які у зваженому стані, під впливом спеціально доданих речовин (флокулянтів) утворюють інтенсивно осідаючі пухкі скупчення. Флокулянти підвищують пропускну спроможність очисних споруд, знижують витрату коагулянтів, підвищують міцність і щільність і утворюються пластівці.

Іонообмінний метод – процес обміну іонами, які у розчині, і іонами, присутніми на поверхні твердої фази - іоніту.

Очищення виробничих стічних вод методом іонного обміну дозволяє витягувати і утилізувати цінні домішки (сполуки миш'яку, фосфору, а також хром, цинк, свинець, мідь, ртуть та інші метали), ПАР і радіоактивні речовини, очищати стічну воду до гранично допустимих концентрацій з подальшим її використанням у технологічних процесах або в системах оборотного водопостачання.

Радіаційно-хімічний метод очищення стічних вод перебуває в стадії розробки і впровадження. Метод заснований на радіолізу води при її опроміненні за допомогою потужних і ефективних джерел опромінення – прискорених електронів. Продукти радіолізу води – іони, пероксиди, водень, вільні електрони – володіють високою реакційною здатністю по відношенню до багатьох органічних сполук шкідливих домішок. При певному рівні поглиненої енергії можлива або повна деструкція органічних сполук до діоксину вуглецю і води, або трансформація в нетоксичні або малотоксичні речовини.

Електрохімічні методи. Для очищення стічних вод застосовують електрохімічне окислення або відновлення, електрофлотації, електрофорез, електродіаліз і електрокоагуляцію. Загальним для методів є здійснення електролізу стічних вод, при якому має місце спрямований рух іонів і заряджених дисперсних частинок і протікання реакцій окислення на аноді і відновлення на катоді.

Хімічні методи обробки стічних вод засновані на застосуванні хімічних реакцій, в результаті яких забруднення перетворюються в з'єднання, безпечні для споживача, або легко виділяються у вигляді опадів.

В особливу групу хімічних методів слід виділити хлорування і озонування стічних вод, що містять органічні домішки, а також ціаніди й інші, що пахнуть неорганічні речовини. Хлорування і озонування найбільш часто застосовують для доочистки та знешкодження питної води на міських водопровідних станціях.

Біологічне очищення – широко застосовуваний метод очищення виробничих стічних вод, що дозволяє очистити від багатьох органічних домішок. Біологічне окислення здійснюється мікроорганізмами (біоценозом), які мають масу різних бактерій, найпростіших і ряд більш високоорганізованих організмів – водоростей, грибів, пов'язаних між собою в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (метабіозу, симбіозу і антагонізму). Чільна роль в цьому співтоваристві належить бактеріям, число яких варіює від 10⁶ до 10¹⁴ клітин на 1 г сухої біологічної маси (біомаси). Число видів бактерій може досягати 5 – 10, число видів - декількох десятків і навіть сотень.

Суттєво впливає на розвиток мікроорганізмів концентрація водневих іонів. Значна

частина бактерій розвивається найкраще в середовищі нейтральному або близьким до нього, однак є види, що добре розвиваються в кислому середовищі $pH = 4 \dots 6$ (гриби, дріжджі) або, навпаки, в слаболужному середовищі (актиноміцети).

Для ефективного процесу біологічного очищення стічної води, для нормального процесу синтезу клітинної речовини в середовищі повинна бути достатня концентрація основних елементів живлення – органічного вуглецю, азоту, фосфору. При нестачі N і P їх додають штучно в вигляді суперфосфату, амофосу, ортофосфорної кислоти, хлориду амонію, сечовини.

Біологічне очищення стічних вод може здійснюватися в природних умовах (поля зрошення, поля фільтрації, біологічні ставки), і в спеціальних спорудах.

При термічному очищенні спалюють рідкі відходи нафтопродуктів та інших горючих в печах і пальниках різної конструкції. Підлягають спалюванню стічні води, які мають високий вміст нафтопродуктів, зазвичай не менше 30%. Для цього стічні води збирають в резервуар-накопичувач, відстоюють і шар нафтопродукту подають на спалювання. У зоні горіння підтримується температура $800-1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ і надлишок кисню. При повному згорянні утворюються продукти, не здатні до подальшого горіння: CO_2 , H_2O . При неповному згорянні утворюються H_2S ; HCN ; COCl_2 . Оптимальну температуру процесу, при якій виявляється мінімальна кількість забруднюючих речовин, визначають практичним шляхом.

4. Розрахунки гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти

Спочатку визначають допустимі концентрації забруднюючих речовин в стічних водах $C_{\text{доп}}$ при умові, що в контрольному створі концентрації скидних речовин не будуть перевищувати значень ГДК для даної категорії водокористування, використовуючи формулу:

$$C_{\text{доп}} = n ((C_{\text{доп}} - C_{\text{пр}}) e^{kt} - C_{\text{фон}} + C_{\text{пр}}) + C_{\text{фон}}, \quad (4.1)$$

де n – кратність загального розбавлення зворотних вод у контрольному створі водотоку;

$C_{\text{доп}}$ – значення гранично допустимої концентрації речовини, г/м^3 (мг/л);

$C_{\text{пр}}$ – розрахункова природна фоновая концентрація, г/м^3 ;

$C_{\text{фон}}$ – розрахункова фоновая концентрація речовини, г/м^3 (розрахункова фоновая якість і розрахункова природна фоновая якість води – характеристики якості води, які розраховані (визначені для прийнятих розрахункових умов);

k – коефіцієнт неконсервативності речовини, $1/\text{доба}$;

t – час переміщення води від місця випуску до розрахункового створа, доба.

Гранично допустимий скид забруднюючої речовини із стічними водами (г/год) визначають за формулою:

$$ГДС = C_{\text{ГДС}} q \quad (4.2)$$

де $C_{\text{ГДС}}$ – допустима концентрація забруднюючої речовини у стічних водах, мг/л (г/м^3); q – витрата стічних вод, г/год .

5 Інтегральна та комплексна оцінка якості води

При наявності результатів хімічних аналізів по достатній кількості показників можна визначити класи якості води, які є інтегральною характеристикою забрудненості поверхневих вод. Класи якості визначаються по індексу забрудненості води (ІЗВ), який розраховується як сума приведених ГДК фактичних значень 6 основних показників якості води за формулою:

$$ІЗВ = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ГДК_i}}{6} \quad (4.3)$$

де C_i – середнє значення показника за період спостережень (при гідрохімічному моніторингу це середнє значення за рік);

$ГДК_i$ – граничнодопустима концентрація даної забруднюючої речовини;

6 – кількість показників, що беруться до розрахунків.

Значення ІЗВ розраховують для кожного пункту відбору проб. Далі за даними

таблиці 4.1. в залежності від ІЗВ визначають клас якості води.

Таблиця 4.1. – Характеристика інтегральної оцінки якості води

ІЗВ	Клас якості води	Оцінка якості (характеристика води)
$\geq 0,2$	I	Дуже чисті
$< 0,2 \dots 1,0$	II	Чисті
$< 1 \dots 2$	III	Помірно забруднені
$< 2 \dots 4$	IV	Забруднені
$< 4 \dots 6$	V	Брудні
$< 6 \dots 10$	VI	Дуже брудні
< 10	VII	Надзвичайно брудні

У число 6 основних, так званих «лімітованих» показників, входять значення 4 інгредієнтів, які є для даного водоймища (води) найбільш неблагополучними, або які мають найбільші наведені концентрації (відношення С/ГДК). Такими показниками, по досвіду гідрохімічного моніторингу водойм, нерідко бувають наступні: вміст нітратів, нітритів, амонійного азоту, важких металів міді, марганцю, кадмію і др фенолів, пестицидів, нафтопродуктів, СПАР. Для кожного з чотирьох вибраних показників визначають індекс забрудненості води по формулою:

$$ІЗВ = \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (4.4)$$

При розрахунку ІЗВ, в обов'язковому порядку, входять також значення ще 2 показників – концентрація розчиненого кисню і значення БСК₅, для яких індекс забрудненості води розраховується за іншою формулою:

$$ІЗВ = \frac{ГДК_i}{C_i} \quad (4.5)$$

Приклад. Відомий хімічний склад води річки Дніпро за період з 2011 по 2013 роки (табл.4.2.). Розрахувати ІЗВ і визначити клас якості води водного об'єкта за досліджуваний період часу, заповнивши таблицю 4.3. Зробити висновки про екологічний стан річки за даний період часу.

Таблиця 4.2. – Середньорічні значення хімічного складу, р. Дніпро

Наименование ингредиентов	2011 год	2012 год	2013 год	ГДК, мг/л
Водний показник, од. рН	7,23	7,39	6,77	6,5 - 8,5
Розчинений кисень	5,01	5,8	5,65	6,0
Зважені речовини	9,46	9,68	15,9	9,5
БСК ₅	3,02	2,86	2,91	2,0
Іон амонія	0,149	0,255	0,424	0,5
Нітріти	0,071	0,102	0,157	0,08
Фосфати	0,587	0,575	0,418	0,6
Нафтопродукти	0,07	0,09	0,12	0,05
СПАР	0,035	0,03	0,053	0,1
Залізо (заг.)	0,166	0,168	0,169	0,1
Хром (заг.)	0,005	0,005	0,005	0,005
Мідь	0,0017	0,002	0,0024	0,001
Цинк	0,016	0,015	0,017	0,01
Нікель	0,004	0,004	0,004	0,01
Хлориди	137,5	122,8	73,1	300,0
Сульфати	60,7	58,7	22,8	100,0
Жири	0,10	0,20	0,8	0,08
Хром (VI)	0,005	0,005	0,005	0,02
Нітрати	32,4	38,2	28,3	40,0

Таблиця 4.3. – Розрахунок ІЗВ за період з 2011 по 2013 рр.

Роки	ІЗВ	Клас якості води	Оцінка якості (характеристика) води
2010			
2011			
2012			

6. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод

При скиданні стічних вод у водні об'єкти необхідно, щоб вода водного об'єкта задовольняла санітарним вимогам у відповідності із нерівністю:

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1 \quad (4.6)$$

де C_i – концентрація i -тої речовини у водоймі;

$ГДК_i$ – граничнодопустима концентрація i -тої речовини.

Температура води водного об'єкта не повинна підвищуватися більше величини, обумовленої «Правилами охорони поверхневих вод» в залежності від виду водокористування. Температура стічних вод $T_{ст}$, дозволених до скиду, повинна задовольняти умові:

$$T_{ст} \leq nT_{доп} + T_{\epsilon} \quad (4.7)$$

$T_{доп}$ – допустиме підвищення температури; T_{ϵ} – температура водного об'єкта до скиду стічних вод.

Для досягнення умови (24) необхідно розрахувати граничні концентрації забруднюючих речовин у стічних водах після очищення, з якими ця вода може бути скинута у водний об'єкт.

Концентрацію зважених речовин в очищеній стічній воді $C_{оч.взв.}$, дозволеної до скидання у водний об'єкт, визначають з виразу:

$$C_{оч.взв.} = K_{раз} \left(\frac{\gamma Q}{q} + 1 \right) + C_{ф.взв.} \quad (4.8)$$

де $C_{ф.взв.}$ – фонові концентрації зважених речовин у воді водного об'єкта до скиду стічних вод, мг/л;

$K_{раз}$ – дозволене санітарними нормами збільшення вмісту зважених речовин у воді водного об'єкта;

γ – коефіцієнт змішання, що показує, яка частина води водотоку бере участь в розбавленні; q – максимальна витрата стічних вод;

Q – розрахункова мінімальна витрата водотоку в контрольному створі, м³/с.

Розрахувавши необхідну концентрацію зважених речовин в очищеній стічній воді ($C_{оч.взв.}$) і знаючи концентрацію зважених речовин у стічній воді, що надходить на очистку ($C_{іс.взв.}$), визначають необхідну ефективність очищення стічних вод по зваженим речовинам за формулою:

$$E = \frac{C_{іс.взв.} - C_{оч.взв.}}{C_{іс.взв.}} 100\% \quad (4.9)$$

Концентрація розчиненого i -того забруднювача в очищених стічних водах повинна задовольняти умові:

$$C_{оч.і} \leq m(C_i - C_{ф.і}) - C_{ф.і} \quad (4.10)$$

де $C_{оч.і}$ – концентрації i -го забруднювача в очищених стічних водах;

$C_{ф.і}$ – фонові концентрації i -го забруднювача у водоймищі до скидання; n – кратність розведення стічних вод;

$C_{іс.і}$ – вихідна концентрація i -го забруднювача в стічних водах до очищення.

Ступінь очищення стічних вод визначається за рівнянням:

$$E_i = \frac{C_{ic,i} - C_{oc,i}}{C_{ic,i}} 100\% \quad (4.11)$$

Виразимо концентрацію і-ої речовини в очищеній воді з рівняння (11):

$$C_{oc,i} = C_{ic,i} \left(1 - \frac{E_i}{100} \right) \quad (4.12)$$

Прирівнюючи праві частини рівнянь (28) і (29) і виразивши концентрацію C , отримаємо співвідношення для визначення максимально допустимої концентрації у водоймі з урахуванням ступеня розбавлення і ефективності очищення:

$$C_i = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{E_i}{100} \right) C_{ic,i} + \frac{n-1}{n} C_{ф,i} \quad (4.13)$$

Підставивши (13) в (6) виразивши ефективність $\hat{A}_i$, отримаємо рівняння для розрахунку необхідного ступеня очищення стічних вод:

$$E_i = \left[1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{ф,i}}{ГДК_i}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{ic,i}}{ГДК_i}} \right] 100 \quad (4.14)$$

6.1. Завдання для виконання:

4.6.1.1. Визначте необхідну ступінь очищення виробничих стічних вод від шкідливих речовин, якщо в стічних водах містяться наступні забруднювачі: $C_{ic.Ni} = 1,15 \text{ мг/л}$; $C_{ic.Mo} = 1,11 \text{ мг/л}$; $C_{ic.As} = 0,6 \text{ мг/л}$. Кратність розведення стічних вод $n = 65$. Вода до місця скидання характеризується наступними показниками: $C_{ф.Ni} = 0,003 \text{ мг/л}$, $C_{ф.Mo} = 0,15 \text{ мг/л}$; $C_{ф.As} = 0,002 \text{ мг/л}$. ГДК зазначених речовин: $ГДК_{Ns} = 1,1 \text{ мг/л}$, $ГДК_{Mo} = 0,5 \text{ мг/л}$, $ГДК_{As} = 0,06 \text{ мг/л}$.

4.6.1.2. На заводі стічні води, що містять $C_{ic.Ni} = 1,35 \text{ мг/л}$; $C_{ic.Mo} = 1,1 \text{ мг/л}$; $C_{ic.As} = 0,7 \text{ мг/л}$ пропускають через очисні споруди, досягається 60% ступінь очистки. Після очищення стічні води скидають у водоймище. Кратність розведення $n = 65$. Фонові концентрації у воді цих речовин $C_{ф.Ni} = 0,001 \text{ мг/л}$, $C_{ф.Mo} = 0,2 \text{ мг/л}$; $C_{ф.As} = 0,002 \text{ мг/л}$. Гранично допустимі концентрації $ГДК_{Ns} = 0,1 \text{ мг/л}$, $ГДК_{Mo} = 0,5 \text{ мг/л}$, $ГДК_{As} = 0,05 \text{ мг/л}$.

Визначити чи відповідає санітарним нормам вода у водоймі після скидання очищених стічних вод.

6.2 Основні поняття захисту земельних ресурсів

Літосфера – верхня тверда оболонка Землі в межах 50 – 200 м.

Ерозія ґрунту – руйнування і знос верхніх найбільш родючих горизонтів і підстилаючих порід вітром (дефляція) або потоками води.

Пестициди – хімічні засоби боротьби з шкідливими або небажаними мікроорганізмами, рослинами і тваринами.

Гербіциди – отрутохімікати, що використовуються для боротьби з бур'янами.

Інсектициди – отрутохімікати, що використовуються проти комах.

Фунгіциди – отрутохімікати, що використовуються проти грибкових захворювань.

Зооциди – отрутохімікати, що використовуються проти гризунів.

Засолення – підвищення вмісту в ґрунті легкорозчинних солей, за рахунок ґрунтових та поверхневих вод (засолення первинне) або викликане нераціональним зрошенням (засолення вторинне).

Заболочування – ґрунтоутворюючий процес, що приводить до надмірного зволоження ґрунту. Починається зі зміни водно-повітряного режиму, накопичення вологи і виникнення анаеробних умов в ґрунті.

Опустелювання – процес незворотної зміни ґрунту і рослинності і зниження біологічної продуктивності, який в екстремальних випадках може призвести до повної руйнації

біосферного потенціалу і перетворенню території в пустелю.

Рекультивация – комплекс робіт, що проводяться з метою відновлення порушених територій (при відкритій розробці рудовищ корисних копалин, в процесі будівництва) і приведення земельних ділянок у безпечний стан.

Небезпечні відходи – відходи, що містять у своєму складі речовини, що мають хоча б одну з небезпечних властивостей (токсичність, інфекційність, вибухонебезпечність, пожежонебезпечність, висока реакційна здатність) і присутні в такій кількості і в такому вигляді, що становлять безпосередню небезпеку (як самотійно, так і при вступі в контакт з іншими речовинами) для здоров'я людей або захисту навколишнього середовища.

Утилізація являє собою переробку відходів, що має на меті використання корисних властивостей відходів або їх компонентів.

LD₅₀ – середня смертельна доза компонента в міліграмах діючої речовини на 1 кг живої ваги, що викликає загибель 50% піддослідних тварин при одноразовому пероральному введенні в уніфікованих умовах, мг / кг.

LD^{кожн}₅₀ – середня смертельна доза компонента в міліграмах діючої речовини на 1 кг живої ваги, що викликає загибель 50% піддослідних тварин при одноразовому нанесенні на шкіру в уніфікованих умовах, мг / кг.

7. Визначення класу небезпеки відходів

Клас небезпеки відходів визначається інструментальним і розрахунковим методами. Метод інструментального вимірювання полягає у визначенні показників екотоксичності відходу і водноміграційного показника. Якщо в складі відходу присутні органічні або біогенні речовини, то проводять тест на стійкість до біодеградації для визначення можливості віднесення відходу до класу меншої небезпеки. У табл. 4.4 наведено критерії віднесення небезпечних відходів до класів небезпеки.

Віднесення відходу до класу небезпеки виконується розрахунковим методом за обґрунтованим показником.

Таблиця 4.4. – Критерії віднесення небезпечних відходів до класів небезпеки для оточуючого середовища

Стан оточуючого середовища при дії на нього відходів	Рівень втрат екологічної якості навколишнього середовища	Клас небезпеки відходів для оточуючого середовища
1. Біопродуктивність природного середовища дорівнює нулю	Надзвичайно високий	I Клас, високо небезпечні
2. Природні сфері не обернено порушені, відновлення природного середовища практично неможливо – «абіотична пустеля»		
1. Неможливе існування природних біоценозів; штучні біоценози можуть існувати лише при постійній їх підтримці. 2. Природні сфери сильно порушені; відновлення природного середовища неможливе.	Високий	II Клас, небезпечні
1. Природні біоценози сильно пригнічені. 2. Природне середовище не здатне до самовідновлення при даних деградаційних навантаженнях	Середній	III клас, помірно небезпечні
1. Помітне пригнічення біоценозів. 2. Наявність обернених порушень природних сфер.	Низький	IV Клас, мало небезпечні
1. Відсутність пригнічення природних і	Умовно нульовий	V Клас, практично

антропогенних біоценозів. 2. Відсутність порушення природного середовища.		безпечні
--	--	----------

Віднесення відходу до класу небезпеки розрахунковим методом за показником екологічної небезпеки виконується у відповідності із таблицею 4.5.

Таблиця 4.5. – Визначення класу небезпеки відходу

Клас небезпеки відходу	Показник екологічної небезпеки відходу
I	$10^4 < K \leq 10^6$
II	$10^3 < K \leq 10^4$
III	$10^2 < K \leq 10^3$
IV	$10 < K \leq 10^2$
V	$K < 10$

Показник небезпеки компоненту відходу K_i – розраховується по формулі:

$$K_i = \frac{C_i}{W_i} \quad (4.15)$$

де C_i – концентрація і-того компоненту у відході, мг/кг; W_i – коефіцієнт екологічної небезпеки і-того компоненту відходу.

Показник екологічної небезпеки відходу K визначається як сума показників небезпеки окремих компонентів:

$$K = \sum_{i=1}^n K_i \quad (4.16)$$

де n – кількість окремих відходів компоненті у відходах.

Коефіцієнт W_i – розраховується по одній із формул:

$$\lg W_i = 4 - \frac{4}{Z_i}, \text{ при } 1 < Z_i < 2 \quad (4.17)$$

$$\lg W_i = Z_i \text{ при } 2 < Z_i < 4 \quad (4.18)$$

$$\lg W_i = 2 + \frac{4}{6 - Z_i} \text{ при } 4 < Z_i < 5 \quad (4.19)$$

$$\text{де } Z_i = \frac{4X_i}{3} - \frac{1}{3} \quad (4.20)$$

Відносний параметр екологічної небезпеки компоненту відходу (X_i) розраховують по установленим рівням технологічної небезпеки компонентів діленням суми балів по параметрам на кількість цих параметрів:

$$X_i = \frac{\text{сума балів}}{\text{кількість параметрів небезпеки}} \quad (4.21)$$

Приклад. Фермерське господарство дає 1 кг відходів, які складаються із суміші наступного складу: 200 г гербіцида – препарат «Аспітокс» (діюча речовина – 4,6 динітро фтор-бутилфенол) і 400 г інсектофунгіцида ДНЦ (діюча речовина 4,6-динітро-о-крезол), решта компонентів представляють собою природні органічні сполуки ($X=4$, $W=10^6$). Необхідно визначити клас небезпеки відходів.

Розв'язок. За довідником знаходимо показники небезпеки препаратів (Табл. 4.6)

Таблиця 4.6 Довідкові показники небезпеки компонентів

Препарат	LD ₅₀ , мг/кг	LD ₅₀ ^{кожн} , мг/кг	ГДК _{р.з.} , мг/м ³
Аспітокс	60	10	0,05
Клас небезпеки	II	I	II
ДНЦ	47	500	0,05
Клас небезпеки	II	II	II

Розраховуємо відносний параметр екологічної небезпеки компонента відходу (X) за формулою (38):

Для препарата «Аспітокс» $X_1=5/3=1,67$

Для препарату ДНЦ $X_2=6/3=2$.

За рівнянням 20 визначаємо показник Z для препарату «Аспітокс»

$$Z_1=(4 \cdot 1,67/3)-1/3=1,894$$

Для препарату ДНЦ

$$Z_2=(4 \cdot 2/3)-1/3=2,334.$$

Для препарату «Аспітокс» ($Z_1 < 2$) за рівнянням (17) $\lg W_1 = 4 - 4/1,984 = 1,984$.

Для препарату ДНЦ ($2 < Z_2 < 4$) за рівнянням (18) $\lg W_2 = 2,334$.

Звідси $W_1=93,38$ і $W_2=215,77$.

Концентрація розраховується як відношення маси компонента відходу до загальної маси відходу.

Для препарату «Аспітокс»:

$$C_1=200000/1=200000 \text{ мг/кг}$$

Для ДНЦ:

$$C_2=400000/1=400000 \text{ мг/кг.}$$

Визначаємо показник екологічної небезпеки відходу (K) за формулами (32) і (33).

$$K=(200000/96,38)+(400000/215,77)=3928,95.$$

За таблицею (5) визначаємо, що відходи відносяться до II класу небезпеки.

Перелік задач

4.8.1. Розрахуйте гранично допустимий скид нітратів із стічними водами підприємства у річку рыбо-господарчого використання, якщо фонові і природні фонові концентрації нітратів у воді водного об'єкту складають відповідно 15,0 мг/л і 10,0 мг/л, гранично допустима концентрація нітратів дорівнює 40,0 мг/л, фактична концентрація нітратів у скиді – 48,1 мг/л. Витрата стічної води – 0,280 м³/с. Кратність загального розбавлення стічної води у річці дорівнює 2,65. Відстань від місця випуску стічних вод до контрольного створу – 500 м. Середня швидкість течії річки 0,1 м/с. Коефіцієнт неконсервативності для нітратів 0,110.

4.8.2. Розрахуйте гранично допустимий скид азоту амонійного із стічними водами підприємства у річку рыбо-господарчого використання, якщо фонові і природні фонові концентрації азоту амонійного у воді водного об'єкту складають відповідно 0,37 мг/л і 0,25 мг/л, гранично допустима концентрація азоту амонійного дорівнює 0,39 мг/л, фактична концентрація азоту амонійного у скиді – 2,4 мг/л. Витрата стічної води – 0,20 м³/с. Кратність загального розбавлення стічної води у річці дорівнює 2,5. Відстань від місця випуску стічних вод до контрольного створу – 500 м. Середня швидкість течії річки 0,1 м/с. Коефіцієнт неконсервативності для азоту амонійного 0,090.

4.8.3. Розрахуйте гранично допустимий скид СПАВ із стічними водами підприємства у річку рыбо-господарчого використання, якщо фонові і природні фонові концентрації СПАВ у воді водного об'єкту складають відповідно 0,08 мг/л і 0,05 мг/л, гранично допустима концентрація СПАВ дорівнює 0,2 мг/л, фактична концентрація СПАВ у скиді – 0,22 мг/л. Витрата стічної води – 0,260 м³/с. Кратність загального розбавлення стічної води у річці дорівнює 2,3. Відстань від місця випуску стічних вод до контрольного створу – 500 м. Середня швидкість течії річки 0,15 м/с. Коефіцієнт неконсервативності для СПАВ 0,046.

4.8.4. Розрахуйте гранично допустимий скид нафтопродуктів із стічними водами підприємства у річку рыбо-господарчого використання, якщо фонові і природні фонові концентрації нафтопродуктів у воді водного об'єкту складають відповідно 0,04 мг/л і 0,03 мг/л, гранично допустима концентрація нафтопродуктів дорівнює 0,05 мг/л, фактична концентрація нітратів у скиді – 0,23 мг/л. Витрата стічної води – 0,18 м³/с. Кратність загального розбавлення стічної води у річці дорівнює 3,5. Відстань від місця випуску стічних вод до контрольного створу – 500 м. Середня швидкість течії річки 0,12 м/с. Коефіцієнт неконсервативності для нафтопродуктів 0,044.

4.8.5. На підприємстві кольорової металургії утворилася 1 т відходів, який містить у своєму складі наступні інгредієнти (%): хлорид миш'яку – 5, оксид миш'яку – 5, хлорид алюмінію – 15, оксид заліза – 50, оксид свинцю – 25. Необхідно визначити клас небезпеки

відходів за LD50 . Необхідні параметри для кожного інгредієнту наведені у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Фізико-хімічні та токсикологічні характеристики інгредієнтів відходів

Інгредієнт	Тиск насиченої пари, мм рт.ст.	Розчинність у воді, г/100 г	LD50, мг/кг	Клас небезпеки речовини	ГДК у ґрунті, мг/кг по металу
As ₂ O ₅	0	65,8	-	2	2
AsCl ₃	11,65	0	48	2	
AlCl ₃	0	45,1	150	-	
BaCO ₃	0	0	-	4	-
BaSO ₄	0	0,00022	-	4	-
Fe ₂ O ₃	0	0	-	3	-
Ca(OH) ₂	0	0,16	-	4	-
CaCO ₃	0	0	-	4	-
CoCl ₂	0	52,9	55	5	
CuO	0	0	43	2	3
CuSO ₄	0	20,5	43	2	3
MnCl ₂	0	73,9	120	1500	
PbO	0	0,2756	217	30	
Pb(NO ₃) ₂	0	52,2	-	1	30
SrCO ₃	0	0,0011	-	4	-
V ₂ O ₃	0	0	-	2	150
Cr ₂ O ₃	0	0	450	2	6
CrCl ₃	0	0	7,8	1	6
NiO	0	0	-	2	4
NiSO ₄	0	38,4	32	2	4

Практичне заняття № 5

Тема 5. ВПЛИВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ ТА ШЛЯХИ БОРОТЬБИ З НИМ

Навчальна мета заняття:

Розглянути вплив транспортних засобів на довкілля та шляхи боротьби з ним..

Виховна мета заняття:

Виховання сумлінного ставлення до дотримання екологічних норм на транспорті..

Елементи заняття:

Проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів; виконання практичних завдань; постановка загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування контрольних завдань; їх перевірка, оцінювання.

Навчальні питання, що виносяться на обговорення

1. Забруднення атмосфери викидами промисловості
2. Забруднення атмосфери транспортом
3. Вплив шкідливих газів на здоров'я людини та їх нормування
4. Розрахунок викидів від автомобільного транспорту
5. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу при неконтрольованому горінні нафти та нафтопродуктів.

Методи навчання: словесні методи, практичні методи, робота під керівництвом викладача.

Рекомендовані джерела інформації.

1. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.
2. Техноекологія : підручник / Мальований М. С. та ін. ; за ред. М. С. Мальованого. Херсон: ЛДІ-ПЛЮС, 2017. 616 с.
3. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекологія : підручник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.
4. Промислова екологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Швах Р. М., Козяр М. М. Київ : Кондор, 2018. 372 с.
5. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ : Кондор, 2018. 168 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2018. 315 с.

Теоретична частина

1. Забруднення атмосфери викидами промисловості

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є промислові підприємства, транспорт, енергетичні системи. Їх відносна участь у забрудненні атмосфери розподіляється: теплоенергетика – 27,0%; чорна металургія – 24,3%; кольорова металургія – 10,5%; нафтовидобуток і нафтохімія – 15,5%; транспорт – 13,3%; будівельна індустрія – 8,1%; хімічна промисловість – 1,3%.

Найбільшу питому вагу забруднень атмосферного повітря припадає на оксид вуглецю, сірки та азоту, вуглеводнів і промислового пилу. В атмосферу щорічно викидається 250 млн. т пилу, 200 млн. т оксиду вуглецю, 150 млн. т діоксиду сірки, 50 млн. т оксидів азоту, понад 50 млн. т різних вуглеводнів і 20 млрд. т діоксиду вуглецю.

Забруднення в атмосферу надходять безперервно або періодично, залпами або миттєво. У разі залпових викидів за короткий час у повітря виділяється велика кількість шкідливих речовин.

Залпові викиди можливі при аваріях або спалюванні швидко палаючих відходів виробництва на спеціальних майданчиках знищення. При *миттєвих викидах* забруднення викидаються в частки секунди іноді на значну висоту, що відбувається при вибухових роботах і аваріях.

Організований промисловий викид – це викид, який надходить у атмосферу через газовідводи, повітроводи, труби. *Неорганізований* – промисловий викид, який надходить в атмосферу в вигляді ненаправлених потоків газу в результаті порушень герметичності устаткування, відсутності або незадовільної роботи обладнання по відсмоктуванню газу в місцях завантаження, вивантаження і зберігання продукту. Організовані викиди на підприємствах можуть бути технологічними і вентиляційними.

До технологічних належать викиди при технологічних процесах, продувці обладнання, труб ТЕС, котельних. До вентиляційних відносяться викиди загальнообмінної і місцевої витяжної вентиляції.

В атмосферу з газами надходять тверді, рідкі, паро-і газоподібні неорганічні й органічні речовини.

Викиди газів промисловості, що містять зважені тверді або рідкі частинки, представляють собою двофазні системи. Суцільною фазою в системі є гази, а дисперсійної – тверді частинки або крапельки рідини.

Промислове виробництво – джерело різного виду забруднень навколишнього середовища. Вид, кількість та склад забруднень визначаються виробничим процесом, використовуваною сировиною, матеріалами та масштабами виробництва.

Машинобудівний комплекс включає ливарне, зварювальне, прокатне, електрохімічна і механічна обробка металів.

У ливарному виробництві атмосферне повітря забруднюється, головним чином, пилом, оксидом вуглецю і сірковуглецем. Крім того, до складу вентиляційних викидів можуть входити аміак, формальдегід, фенол, вуглеводні.

Застосування в термічних цехах хімічних речовин (CO , CO_2 , NH_3 , Pb , масла, горючі гази, ціаніди) створює можливість надходження в повітря перерахованих речовин, так і продуктів їх термічної деструкції.

Технологічні процеси в цехах металопокриттів є джерелами виділення в повітряне середовище шкідливих речовин. Нагріті травильні і гальванічні розчини інтенсивно випаровуються, виділяючи ціаніди, оксиди азоту, сірчаний ангідрид (SO_3), хлористий водень, хромовий ангідрид (CrO_3), пари кислот і лугів.

Різноманітні забруднення надходять в атмосферу при зварюванні і пайці. Зварювання електродами супроводжується виділенням парів оксидів заліза і цинку, аерозолів марганцю, кремнію і міді, фторидів і оксидів азоту.

При ручному і автоматичному плазмовому зварюванні в повітрі присутні оксиди міді, заліза, алюмінію, магнію, хромовий ангідрид, оксиди азоту, сполуки марганцю і фтору.

При пайці з використанням припоїв і флюсів в атмосферу надходять аерозолі свинцю, продукти згоряння ізоляції проводів і флюсів.

При роботі металорізального обладнання повітря забруднюється пилом, шкідливими газами, аерозолями масел і мастильно-охолоджуючих рідин. Пил являє собою конденсат оксидів металів, розмір частинок яких не перевищує 2 мкм. При різанні виділяються токсичні сполуки хрому та нікелю, марганцю, оксиди вуглецю, оксиди азоту, а при плазмовому різанні утворюється ще і озон.

3. Забруднення атмосфери транспортом

До числа основних забруднень навколишнього середовища відносяться викиди двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) і газотурбінних двигунів (ГТД). Дослідження складу відпрацьованих газів ДВЗ показують, що в них містяться кілька десятків компонентів, основні з яких наведено в табл. 5.1.

Діоксид сірки утворюється в тому випадку, коли сірка міститься у вихідному паливі.

Аналіз даних, наведених в табл. 5.1, показує, що найбільшою токсичністю володіє вихлоп карбюраторних ДВЗ за рахунок більшого викиду CO , NO_x , C_nH_m та інших речовин. Дизельні ДВЗ викидають у великих кількостях сажу, яка в чистому вигляді нетоксична. Однак частинки сажі, володіючи високою адсорбційною здатністю, несуть на своїй поверхні молекули і частинки токсичних речовин, у тому числі і канцерогенних.

Таблиця 5.1. – Склад відпрацьованих газів

Компонент и	Об'ємна для компонента, %		ГТД	
	Карбюраторні ДВС	Дизельні ДВС	0,56 $\rho_{\text{ном}}$ *	0,83 $\rho_{\text{ном}}$
N_2	74-77	76-78		
O_2	3,0-0,8	2,0-18,0		
H_2O	3,0-5,5	0,5-4,0		
CO_2	5,0-12,0	1,0-10,0		
CO	0,5-12,0	0,01-0,50	87,9**	2,3**
N_xO_y	До 0,8	0,0002-0,5	9,7**	1,5**
C_nH_m	0,2-3,0	0,009-0,5	9,8**	0,3**
Альдегіди	До 0,2 мг/л	0,001-0,9 мг/л		
Сажа	0,01-0,04	0,01-1,1		

		г/м ³		
Бензопирен	10-20 мкг/м ³	До 10 мкг/м ³		

* $n_{ном}$ – номінальне число обертів двигуна; ** – ε на кг палива.

Широке застосування етилованого бензину викликало забруднення повітря досить токсичними сполуками свинцю, що володіють здатністю до накопичення в організмі. Частка забруднень атмосфери відпрацьованими газами ДВЗ у загальному балансі домішок становить 15–50% і більше.

В останні роки істотно зросла частка ВМД в загальному викиді шкідливих домішок в атмосферу. Вихлопні гази ВМД містять у своєму складі токсичні компоненти, такі, як: CO, N_xO_y, вуглеводень, сажа, альдегіди та ін.

Вміст токсичних складових у продуктах згоряння істотно залежить від режиму роботи і конструкції двигунів, якості і способу подачі палива. Для зниження забруднення атмосфери промисловими викидами удосконалюють технологічні процеси, здійснюють герметизацію технологічного обладнання, застосовують пневмотранспорт, будують очисні споруди. Найбільш ефективним напрямком зниження викидів є створення безвідходних технологічних процесів.

4. Вплив шкідливих газів на здоров'я людини та їх нормування

Домішки, що надходять в атмосферу, чинять токсичний вплив на організм людини. Оксид вуглецю (CO) впливає на нервову і серцево-судинну системи, викликає задуху (з'єднується з гемоглобіном крові, який стає нездатним переносити кисень до тканин). Оскільки оксид вуглецю безбарвний газ, не має запаху, і є небезпечним. При наявності в повітрі оксидів азоту токсичність CO зростає. Первинні симптоми отруєння оксидом вуглецю – поява болю в голові, при великих концентраціях – відчуття пульсу в скронях, запаморочення.

Оксиди азоту (N_xO_y). Відомі такі сполуки азоту з киснем: N₂O, NO, N₂O₃, NO₂, N₂O₄, N₂O₅, NO₃, N₂O₆. В основному викидами промисловості є оксид NO₂ бурого кольору з різким запахом, дуже отруйний, подразнюючи діє на органи дихання людини. Перша ознака отруєння оксидами азоту – легкий кашель. При підвищенні їх концентрації виникає сильний кашель, блювота, іноді головний біль.

Діоксид сірки (SO₂). Безбарвний газ з гострим запахом; вже в малих дозах (концентраціях) створює неприємний смак у роті, подразнює слизові оболонки очей і дихальні шляхи, при концентраціях близько 50 мг/м³ утворює послідовно H₂SO₃ і H₂SO₄. Поріг запаху складає 3...6 мг/м³.

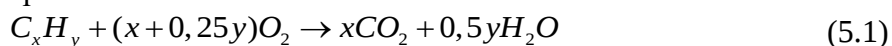
Вуглеводні. У малих концентраціях знижують активність, викликають головний біль, запаморочення, подразнюючи діють на слизові оболонки очей і дихальні шляхи. Дія вуглеводнів залежить від класу сполук. Особливу небезпеку становлять канцерогенні речовини, наприклад, бензопирен (C₂₀H₁₂).

а. Розрахунок викидів від автомобільного транспорту

Більша частина забруднення атмосферного повітря припадає на долю автомобільного транспорту. У великих містах вона складає понад 70% всіх шкідливих викидів в атмосферу.

Основна причина забруднення повітря різноманітними двигунами, що використовують в якості палива продукти нафтопереробки, полягає в неповному і нерівному згорянні палива. Камера згоряння двигуна – своєрідний хімічний реактор, синтезуючий забруднюючі речовини, що виділяються з вихлопними газами в атмосферу.

Основна хімічна реакція, яка відбувається в процесі згоряння палива, може бути представлена наступним рівнянням:



де C_xH_y – умовне позначення гами вуглеводнів, які входять в склад палива. Однак, ця реакція не відбувається повністю.

Основними забруднюючими речовинами, як входять в склад відпрацьованих газів

двигунів є CO , C_xH_y , NO_x . При визначених умовах у відпрацьованих газах міститься також SO_2 , сажа, бензопірен, сполуки свинцю (таблиця 5.1).

На основі великої кількості натурних вимірів викидів розроблена «Методика розрахунку валових викидів шкідливих речовин в атмосферу для підприємств нафтопереробки і нафтохімії» (РД-17-89). В одному з розділів цієї методики представлений розрахунок викидів шкідливих речовин від автомобілів з різними типами двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) (бензиновими, газовими, дизельними).

Викид i -тої шкідливої речовини P_i визначається за формулою:

$$P_i = q_i l k_1 k_2 \quad (5.2)$$

де q_i – питомий викид i -тої речовини автомобілем, залежно від типа ДВЗ з врахуванням викидів та випаровувань палива, визначається за таблицею 3, т/км; l – пробіг автомобіля з даним типом двигуна за розрахунковий період, км; k_1 – коефіцієнт, що враховує технічний стан автомобіля; k_2 – коефіцієнт, що враховує вік автомобіля. Значення k_1 , k_2 – визначаються з таблиці 5.2.

Загальний викид від автомобіля складається з викидів шкідливих речовин усіх груп:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i \quad (5.3)$$

Приклад. Розрахувати викиди оксиду вуглецю, вуглеводнів, і оксидів азоту від автобуса з дизельним двигуном 2000 року випуску і пробігом 80000км.

Розв'язок. Використовуючи дані таблиці 5.2, 5.3, отримаємо наступні вирази для розрахунку викидів:

$$P_{CO} = q_{CO} l k_1 k_2 = 15 \cdot 80000 \cdot 1,8 \cdot 1,27 = 2743200 \text{ г} = 2,743 \text{ т}$$

$$P_{C_xH_y} = q_{C_xH_y} l k_1 k_2 = 6,43 \cdot 80000 \cdot 2,0 \cdot 1,17 = 1198080 \text{ г} = 1,198 \text{ т}$$

$$P_{NO_x} = q_{NO_x} l k_1 k_2 = 8,5 \cdot 80000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 680000 \text{ г} = 0,680 \text{ т}$$

Таблиця 5.2 – Коефіцієнт впливу середнього віку автомобілів і рівня їх технічного стану на викиди шкідливих речовин для різних груп заводського автомобільного транспорту

Групи автомобілів	k_1			k_2		
	CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y	NO_x
Вантажні та спеціальні вантажні з бензиновими ДВЗ	1,69	1,86	0,8	1,33	1,2	1,0
Вантажні та спеціальні вантажні з дизельним ДВЗ	1,8	2,0	1,0	1,33	1,2	1,0
Автобуси з бензиновими ДВЗ	1,69	1,86	0,8	1,32	1,2	1,0
Автобуси з дизельними ДВЗ	1,8	2,0	1,0	1,27	1,1	1,0
Легкові службові та спеціальні	1,63	1,83	0,85	1,28	1,17	1,0
Легкові індивідуального користування	1,62	1,78	0,9	1,28	1,17	1,0

Таблиця 5.3 – Значення питомих викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом q_i , г/км

Групи автомобілів	Рік випуску											
	1997			1998			1999			2000		
	CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y	NO_x
Вантажні(спеціальні) з ДВЗ на бензині	60,3	13	7,7	58,7	12,7	7,4	57,1	12,3	7,1	55,5	12	6,8

або скрапленому газі												
Вантажні (спеціальні) з дизельним ДВЗ	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,6
Вантажні (спеціальні) з ДВЗ на стисненому газі	30	10	8	30	10	8	25	8	7,5	25	8	7,5
Автобуси з бензиновим ДВЗ	56	10,5	7,5	54,5	10,2	7,2	53	9,9	6,8	51,5	9,6	6,4
Автобуси з дизельним ДВЗ	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5
Легкові службові і стандартні	18,2	3,09	2,58	17,7	1,93	2,47	17,1	1,76	2,36	16,5	1,6	2
Легкові індивідуального користування	17,45	2,0	2,5	17	1,9	2,4	16,6	1,75	2,3	16,1	1,6	2,19

б. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу при неконтрольованому горінні нафти та нафтопродуктів

Неконтрольоване горіння мають місце при пожежах на відкритому просторі, які виникають в результаті аварій на нафтобазах, нафтохімічних виробництвах, трубопроводах, транспорті.

Під питомими викидами в даній методиці прийняті викиди, віднесені до одиниці маси згорівшої нафти та/або нафтопродуктів. Чисельні значення питомих викидів приймаються в кг/кг або т/т, приведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. – Питомі викиди забруднюючих речовин до одиниці маси згорівших нафтопродуктів

Назва нафто-продукту	Питомий викид забруднюючої речовини до одиниці маси згорівших нафтопродуктів, кг/кг або т/т							
	CO	CO ₂	H ₂ S	SO ₂	NO ₂	Сажа	C _x H _y	Бензо-пірен
Бензин	0,85	1,35	0,001	0,0012	1,51·10 ⁻²	20·10 ⁻³	60·10 ⁻³	6,1·10 ⁻⁸
Керосин	0,87	1,41	0,001		2,61·10 ⁻²	24·10 ⁻³	50·10 ⁻³	6,9·10 ⁻⁸
Нафта	0,87	1,48	0,001	0,0278	6,9·10 ⁻³	28·10 ⁻³	30·10 ⁻³	7,6·10 ⁻⁸
Дизельне Паливо	0,87	1,41	0,001	0,0047	2,61·10 ⁻²	24·10 ⁻³	50·10 ⁻³	6,9·10 ⁻⁸
Мазут	0,9	1,49	0,001	0,0345	6,9·10 ⁻³	30·10 ⁻³	20·10 ⁻³	7,6·10 ⁻⁸

Маса викиду (M_i) кожної забруднюючої речовини при неконтрольованому горінні визначається за формулою:

$$M_i = q_i M_c \quad (5.5)$$

де i – забруднююча речовина (CO та ін.); q_i – питомий викид, кг/кг або т/т; M_c – маса згорівшої нафти та/або нафтопродукту, т або кг.

В найпростішому випадку маса згорівших нафти і нафтопродуктів (M_c) визначається як їх втрата (M_a) в резервуарах або на ділянці розриву трубопроводу. При цьому повинно бути чітко встановлено, що не відбулося поглинання частини нафти і нафтопродуктів, що розлилися ґрунтом.

У випадку, якщо мало місце поглинання нафти і/або нафтопродуктів ґрунтом необхідно змінити площу розливу в метрах квадратних. Після цього взяти керни ґрунту на глибину

проникнення в них нафти і/або нафтопродуктів та визначити середній вміст нафти і/або нафтопродуктів в г/кг.

Сумарна кількість поглинутих, але не згорівших нафти і нафтопродуктів в тонах визначається за формулою:

$$M_{\text{погл}} = F h c \rho_{\text{г}} \quad (5.6)$$

де F – площа ґрунту просоченого нафтопродуктами, м^2 ; h – глибина, на яку ґрунт просочений нафтою і/або нафтопродуктами, м ; c – середня концентрація нафти або нафтопродуктів у ґрунті, г/кг ; $\rho_{\text{г}}$ – щільність ґрунту, кг/м^3 .

Згорівша маса визначається як різниця втрачених і поглинутих ґрунтом нафти та/або нафтопродуктів:

$$M_{\text{с}} = M_{\text{н}} - M_{\text{погл}} \quad (5.7)$$

Маса незгорівшої нафти визначається з врахуванням площі розливу, товщини незгорівшого шару а щільності:

$$M_{\text{і}} = F h_{\text{і}} \rho_{\text{і}} \quad (5.8)$$

де F – площа, яку займає розлита нафта та/або нафтопродукти, м^2 ; $h_{\text{і}}$ – товщина шару незгорівших нафти та/або нафтопродуктів, мм ; $\rho_{\text{і}}$ – щільність нафти і/або нафтопродуктів, кг/м^3 .

При горінні на водній підстилаючи поверхні по закінченню горіння нафти і/або важких нафтопродуктів залишається шар товщиною 2 мм .

У випадку, коли втрати нафти і/або нафтопродуктів невідомі, згорівша маса в тонах визначається по швидкості вигорання шару нафти і/або нафтопродуктів та площі пожежі, з поправкою на швидкість вітру:

$$M_{\text{с}} = 0,6 U F \rho_{\text{і}} t \frac{W}{3} \quad (5.9)$$

де $\rho_{\text{і}}$ – щільність нафти та/або нафтопродуктів, кг/м^3 ; U – нормальна швидкість горіння, м/с ; F – площа пожежі, м^2 ; t – тривалість пожежі, хв. ; W – швидкість вітру, м/с ; 3 – середня швидкість вітру, м/с .

Значення швидкості вигорання (U) і щільності ($\rho_{\text{і}}$) залежать від виду нафти та/або нафтопродукту і представлені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Швидкість вигорання і щільність нафтопродуктів

Нафтопродукти	Швидкість вигорання, 10^5 м/с	Щільність паливо, кг/м^3
Бензин	6,5	560-800 (680)
Керосин	6,1	650-920 (780)
Нафта	3,7	890-1000 (950)
Дизельне Паливо	2,7	730-1040 (880)
Мазут	6,1	650-920 (780)

Приклад. Загорівся бак з бензином. Згоріло 55 т бензину. Визначити масу викинутого в атмосферу:

- а) оксиду вуглецю
- б) діоксин азоту
- в) вуглеводнів

Розв'язок. Використовуючи формулу (43) і дані таблиці 15, отримаємо наступні вирази для розрахунку:

$$M_{\text{со}} = q_{\text{со}} M_{\text{с}} = 0,85 \cdot 55 = 44,75 \text{ т}$$

$$M_{\text{C}_x\text{H}_y} = q_{\text{C}_x\text{H}_y} M_{\text{с}} = 60 \cdot 10^{-3} \cdot 55 = 3,30 \text{ т}$$

$$M_{\text{NO}_2} = q_{\text{NO}_2} M_{\text{с}} = 1,51 \cdot 10^{-2} \cdot 55 = 0,83 \text{ т}$$

Відповісти на питання:

1. Сутність екологічної безпеки транспортного засобу.
2. Які негативні аспекти, пов'язані з експлуатацією автомобіля?
3. За рахунок чого відбувається втрата корисної площі землі при евакуації автомобілів?
4. Основні джерела забруднення атмосфери в результаті роботи автомобіля.
5. Автомобіль і винищення природних ресурсів.
6. Джерела шуму і вібрації на автомобілі.
7. Що є екологічною небезпекою при роботі автомобілів і автотранспортних підприємств?
8. Напрямки вирішення проблем несприятливого впливу автомобіля на навколишнє середовище?
9. На які автомобілі не поширюється стандарт на токсичність і димність відпрацьованих газів?
10. Періодичність здійснення контролю вмісту окису вуглеводню (NO_2) і вуглеводнів.
11. Періодичність вимірювання димності автомобіля.
12. Способи зниження викидів шкідливих речовин двигунами.
13. Недоліки та переваги переведення двигуна на газове паливо.
14. Екологічна документація, яка розробляється для АТП згідно чинним нормативним документам за кількістю викидів забруднюючих речовин.

Перелік задач

Розв'язати задачі:

1. Швидкість викиду з димової труби підігрівача газу складає 40 м/с, температура викиду – 240°C , діаметр труби 0,25 м, концентрації забруднюючих речовин у викиді: оксиду азоту (II) – $17,7 \text{ мг/м}^3$, оксиду азоту (IV) – $14,4 \text{ мг/м}^3$, оксиду вуглецю (II) – $22,8 \text{ мг/м}^3$. Визначити потужність викидів забруднюючих речовин (г/с, кг/год).
2. Швидкість викиду з димової труби дизельної електростанції складає 50 м/с, температура викиду – 280°C , діаметр труби 0,20 м, концентрації забруднюючих речовин у викиді: оксидів азоту у перерахунку на NO_2 – 3000 мг/м^3 , оксиду вуглецю (II) – 1300 мг/м^3 , діоксиду сірки – 265 мг/м^3 , твердих часток – $2,7 \text{ мг/м}^3$. Визначити потужність викидів забруднюючих речовин (г/с, кг/год).
3. Через скидну трубу вентиляційної системи акумуляторної в атмосферу скидається повітря, насичене парами сірчаної кислоти. Розрахувати потужність викиду (г/с, кг/год, т/рік), якщо швидкість викиду складає 3,9 м/с, температура викиду приймається 23°C , діаметр труби 0,3 м, концентрації сірчаної кислоти у викиді дорівнює 2 мг/м^3 .
4. Швидкість викиду з димової труби підігрівача газу складає 27 м/с, температура викиду – 247°C , діаметр труби 0,35 м, концентрації забруднюючих речовин у викиді: оксиду азоту (II) – $16,2 \text{ мг/м}^3$, оксиду азоту (IV) – $11,3 \text{ мг/м}^3$, оксиду вуглецю (II) – $32,3 \text{ мг/м}^3$. Визначити потужність викидів забруднюючих речовин (г/с, кг/год).
5. Швидкість викиду з димової труби дизельної електростанції складає 40 м/с, температура викиду – 273°C , діаметр труби 0,24 м, концентрації забруднюючих речовин у викиді: оксидів азоту у перерахунку на NO_2 – 3300 мг/м^3 , оксиду вуглецю (II) – 1400 мг/м^3 , діоксиду сірки – 405 мг/м^3 , твердих часток – $3,1 \text{ мг/м}^3$. Визначити потужність викидів забруднюючих речовин (г/с, кг/год).
6. Через скидну трубу вентиляційної системи акумуляторної в атмосферу скидається повітря, насичене парами сірчаної кислоти. Розрахувати потужність викиду (г/с, кг/год, т/рік), якщо швидкість викиду складає 4,1 м/с, температура викиду приймається 22°C , діаметр труби 0,28 м, концентрації сірчаної кислоти у викиді дорівнює $1,7 \text{ мг/м}^3$.

Практичне заняття № 6

Тема 6. ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ШЛЯХ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Навчальна мета заняття:

Розглянути види та сучасний стан використання альтернативних джерел енергії.

Виховна мета заняття:

Виховання економного ставлення до енергоресурсів та надання переваги відновлювальним джерелам.

Елементи заняття:

Проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів; виконання практичних завдань; постановка загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування контрольних завдань; їх перевірка, оцінювання.

Навчальні питання, що виносяться на обговорення

1. Нормативно-правова база та передумови розвитку альтернативної енергетики.
2. Екологічна безпека енергоспоживання.
3. Застосування відновлюваних джерел енергії в житловому та виробничому секторах сільського господарства.

Методи навчання: словесні методи, практичні методи, робота під керівництвом викладача.

Рекомендовані джерела інформації.

1. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і комп'ютерного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.
2. Техноекотолгія : підручник / Мальований М. С. та ін. ; за ред. М. С. Мальованого. Херсон: ЛДІ-ПЛЮС, 2017. 616 с.
3. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекотолгія : підручник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.
4. Промислова екологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Швах Р.М., Козяр М. М. Київ : Кондор, 2018. 372 с.
5. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ : Кондор, 2018. 168 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2018. 315 с.

Теоретична частина

1. Нормативно-правова база та передумови розвитку альтернативної енергетики

В Україні прийнято низку важливих державних рішень, які стосуються питань підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та енергозбереження галузями, сферами економіки, суб'єктами господарювання та населенням країни. Основними з них є: Закон України «Про енергозбереження», Указ Президента України від 16.06.99 № 662/99 «Про заходи щодо скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами», Послання Президента України до Верховної

Ради України «Україна – поступ у ХХІ століття «Стратегія економічної та соціальної політики на 2000-2004 р.», рішення Ради регіонів при Президентові України «Про ситуацію в енергетичному комплексі України та невідкладні заходи з подолання енергетичної кризи», Указ Президента України від 10 березня 2000 року № 457/2000 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 лютого 2000 року «Про невідкладні заходи щодо подолання кризових явищ у паливно-енергетичному комплексі України», Програма «Україна-2010», Програма діяльності Кабінету Міністрів України та інші.

На виконання завдань Програми НВДЕ прийнято Закон України «Про альтернативні види рідкого та газового палива», тобто вперше в Україні прийнято законопроект, який на державному рівні сприяє розвитку використання НВДЕ та визначає правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади виробництва та споживання альтернативних видів рідкого та газового палива на основі залучення нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини.

Закон України «Про альтернативні джерела енергії» покликаний законодавчо визначити умови для максимального забезпечення потреб України в енергоносіях за рахунок використання альтернативних нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та окреслює їх номенклатуру і визначає порядок їх видобутку та використання.

Розвиток сфери альтернативних джерел енергії передбачає також переорієнтацію значної кількості українських науково-дослідних і проектно-конструкторських установ, промислових підприємств на розробку та виготовлення конкурентоспроможного енергетичного обладнання для альтернативної енергетики, яке буде використовуватись для створення енергогенеруючих об'єктів альтернативної енергетики в Україні, а також, у значній мірі, може бути спрямоване на експорт. Ведеться також розробка енергоефективних технологій видобутку енергоресурсів з нетрадиційних джерел енергії та використання альтернативного палива. Все це, крім основного ефекту, додатково сприятиме створенню нових робочих місць та підтримці вітчизняного виробника.

Розглянемо основний законодавчий документ в галузі енергозбереження. Закон України «Про енергозбереження», який визначає основні принципи державної політики по енергозбереженню (ст. 3):

- а) створення державою економічних і правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;
- б) здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження;
- в) пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської діяльності;
- г) наукове обґрунтування стандартизації та нормування у сфері енергозбереження;
- д) створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва;
- е) обов'язковість державної експертизи з енергозбереження;
- є) популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;
- і) стимулювання раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів шляхом комбінованого виробництва електричної та теплової енергії (когенерації);
- ї) перехід до масового застосування приладів обліку та регулювання споживання паливно-енергетичних ресурсів;
- к) запровадження системи енергетичного маркування електрообладнання побутового призначення

В законі також визначені положення щодо освіти та виховання у сфері енергозбереження.

На виконання вимог статті 7 Закону в ПДАА введений відповідний курс дисципліни

Згідно статті 8 Закону – держава забезпечує умови для проведення комплексних наукових досліджень для створення новітніх енергозберігаючих технологій.

В Законі окремими розділами визначені «Економічні механізми енергозбереження», «Стандартизація та нормування», а також «Міжнародні відносини України у цій сфері».

На виконання положень Закону в Україні розроблена та впроваджена низка нормативних документів:

1. ДСТУ 2420-94 Енергоощадність. Терміни та визначення

2. ДСТУ 2804-94. Енергобаланс промислового підприємства
3. ДСТУ 3052-95 (ГОСТ 30167-95) Ресурсозбереження. Порядок встановлення показників ресурсозбереження у документації на продукцію
4. ДСТУ 2339-94 Енергозбереження. Основні положення
5. ДСТУ 3051-95 (ГОСТ 30166-95) Ресурсозбереження. Основні положення
6. ДСТУ 4065-2001. Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги.

2. Екологічна безпека енергоспоживання

Проблема охорони навколишнього середовища складається передусім тому, що технологічні процеси виробництв галузей народного господарства нерозривно пов'язані з споживанням природних ресурсів і різноманітними викидами в навколишнє середовище. Сучасний етап взаємодії господарської діяльності з довкіллям характеризується величезними масштабами змін природного стану ландшафтів, атмосфери і поверхні океану, зростанням енергетичної озброєності, виробництвом нових речовин і викидами їх в навколишнє середовище, збільшенням кількості твердих рідких і газоподібних викидів.

Сукупність впливів на навколишнє середовище веде до формування нової екологічної ситуації, що потребує активних дій по запобіганню негативних змін.

В загальному плані ця проблема завжди приваблювала увагу прогресивних вчених і суспільних діячів. Насправді наукове спрямування вона отримала з перших кроків розвитку радянської науки в працях академіка В. І. Вернадського. Розвиваючи вчення про біосферу, В. І. Вернадський ввів поняття матеріально-енергетичної структури навколишнього середовища, показав закономірність і неминучість розширення кордонів впливу людини на навколишнє середовище, що веде в кінцевому результаті до перетворення біосфери в сферу гармонії високо-розвинутого людського суспільства з навколишнім середовищем – сферу розуму – ноосферу. Це вчення є теоретичною основою проблеми охорони навколишнього довкілля.

Практична реалізація конкретних заходів по охороні довкілля визначається інженерно – технічними рішеннями, які приймаються на основі використання здобутків науки, можливостей технології і всебічного техніко - економічного аналізу.

Пошук раціональних варіантів вирішення повинен відбуватися на стадіях інженерно технічної діяльності (при виробленні наукових рекомендацій, проектуванні, виготовленні чи експлуатації технічних засобів).

Масштаби природоохоронних заходів невпинно розширюються. В різних галузях господарської діяльності є приклади ефективного вирішення завдань зниження рівня негативного впливу окремих виробництв на навколишнє середовище.

Все більш визначено ставиться проблема єдиного (надгалузевого або міжгалузевого) підходу до рішення задач охорони навколишнього середовища, тому що тільки такий підхід дозволить відкрити загальні закономірності взаємодії людини з навколишнім середовищем і практично реалізувати заходи по зниженню рівня негативного впливу на навколишнє середовище, тобто, на екосистеми.

При такому підході елементи навколишнього середовища потрібно розглядати з точки зору їх ресурсних можливостей, це з одного боку, ресурси підтримують різноманітність навколишнього середовища, забезпечують динамічну рівновагу екосистем, а з другого – навколишнє середовище є джерелом твердих, рідких і газоподібних ресурсів для господарської діяльності і в той же час служить для зтікання викидів. Окрім того, дуже важливо відкрити закономірності елементарних процесів взаємодії виробництв з навколишнім середовищем і виявити з них найбільш характерні. При цьому, якщо процеси взаємодії з довкіллям окремих виробництв можливо роздивлятися ізольовано, без зв'язку з другими процесами, то при аналізі тих самих процесів з точки зору змін в навколишньому середовищі необхідно урахувувати їх сукупність і складні взаємодії між собою.

Опираючись на вчення В. І. Вернадського про закономірності взаємодії господарської діяльності людського суспільства, яка перетворюється на «могутню геологічну силу», з матеріально – енергетичною структурою навколишнього середовища, необхідно надалі

систематизувати і уточнювати основні питання енергоспоживання і енергозбереження, як головних екологічних факторів і індикаторів сталого розвитку.

При оцінюванні енергоємності ВВП ураховується енергія, яка міститься у всіх видах ресурсів, що використовуються в промисловій діяльності людини.

Для переважної більшості галузей господарської діяльності масштаби виробництва знаходяться в прямому зв'язку з рівнем споживання природних ресурсів. Тому, до характерних показників масштабів виробництва відносяться: сумарне світове споживання ресурсів, регіональне споживання, а також співвідношення між виробництвом і споживанням.

Протягом декількох десятиліть в світі в більшості країн спостерігається кількісне зростання цих показників, незважаючи на те що масштаби виробництва і темпи зростання окремих галузей господарської діяльності в різних країнах суттєво різняться.

При постійному зростанні виробництва видів продукції в останні роки має місце значно вищий стійкий приріст виробництва в промисловості. Відповідно динамічно зростає добування природних ресурсів, що забезпечують розвиток цих галузей господарства. Наприклад, за період з 1950 по 1975 рік добування нафти у світі збільшився більше чим в 5 разів, калійних солей – в 5,5 разів, фосфатів – в 6 разів.

Розвиток науки і техніки, на основі якого стало можливим таке розширення масштабів виробництва у галузях господарської діяльності, зумовлює ще більш динамічне їх розширення.

Найбільш характерним прикладом взаємодії з навколишнім середовищем є споживання людиною первинних видів паливних ресурсів: твердих, рідких і газоподібних вуглеводнів.

З метою єдиного підходу до проблеми, в першу чергу, необхідно знати загальні характеристики взаємодій.

В процесі виробництва більшості видів товарної продукції споживаються ресурси навколишнього середовища і виникають проміжні та побічні продукти, які являють собою сукупність (множину) матеріальних і енергетичних впливів на навколишнє середовище.

Кількісні оцінки взаємодії чинників технічного процесу з навколишнім середовищем можна виконати на основі аналізу матеріального і енергетичного балансів шляхом зведення виробництва продукції до середніх питомих показників або на основі експериментальних чи статистичних даних стосовно до розглядуваних умов.

Характерним для багатьох виробництв є процес спалювання органічного палива, як основа забезпечення виробництва тепловою і електричною енергією.

Основними паливними складовими (паливною масою) є вуглець (питома теплота згоряння 34,4 МДж/кг), водень (питома теплота згоряння 10,8 МДж/кг) і сірка (питома теплота згоряння 9,3 МДж/кг). Сірка міститься в пальному в трьох видах: органічна (в складі складних сполук), колчеданна (в сполуках із залізом та іншими металами) і сульфатна.

В реальних реакціях горіння вихідні речовини проходять проміжні стадії, в результаті чого створюються активні продукти в атоми або вільні радикали. В процесі горіння ці продукти відтворюються, забезпечуючи його подальше протікання. Закономірності процесів були встановлені Н. Н. Семеновим та одержали назву ланцюгових реакцій горіння.

При спалюванні органічного палива розрізняють чотири типи горіння: нейтральне (стехіометричне, або повне згоряння палива без надлишку повітря, коефіцієнт надлишку повітря $a=1,0$); окислювальне (повне згоряння при невеликому надлишку повітря, $a>1,0$); відновне (неповне згоряння при нестачі кисню, $a<1,0$) і змішане (окислювально-відновне, характерне для горіння твердого палива при нерівномірній взаємодії поверхні його часток з повітрям).

Аналіз умов утворення оксидів азоту (MO_x) при різних режимах горіння газу, показав, що більша частина MO_x утворюється за зоною активного горіння. Експериментальні дані про утворення MO_x як у зоні горіння, так і за її межами в ході реакції з участю радикалів підтверджуються теоретично.

Точний розрахунок утворення $1MO_x$ в загальному вигляді для будь-яких топкових пристроїв неможливий, оскільки для цього необхідно розв'язати систему рівнянь, що

описують умови перебігу хімічних реакцій. Експериментальні дослідження показали, що в процесі горіння MO_x утворюється в результаті окислення азоту, що міститься в паливі («паливна» складова), й окислення азоту повітря («повітряна», або «термічна» складова). При спалюванні газу MO_x утворюється переважно першим шляхом, а при спалюванні твердого палива - термічним. Крім того, утворення оксидів азоту в конкретних умовах істотно залежить від коефіцієнта надлишку повітря та інших факторів.

Мінеральні домішки при високих температурах взаємодіють з іншими речовинами, сприяючи утворенню попелу з твердих часток різних розмірів, які випадають у камері згоряння або виносяться з продуктами згоряння у навколишнє середовище. Летючий попіл видів палива містить велику кількість різних речовин і сполук.

Важливе значення для дослідження впливів продуктів згоряння органічного палива на навколишнє середовище має виявлення закономірностей утворення канцерогенних речовин. Наявність цих речовин визначається індикацією бензопирену (Б(о)П) та інших канцерогенних речовин.

Б(о)П утворюється при піролітичних реакціях у діапазоні температур 700...800°C. Молекулярна маса $C_{20}H_{12}$ дорівнює 252, температура плавлення 179°C, кипіння 480...500°C. Б(о)П присутній у продуктах згоряння в різних агрегатних станах і може випадати у вигляді крапель рідини або жовтих голкоподібних кристалів.

При горінні можливі два варіанти механізму утворення канцерогенних речовин: за рахунок синтезу з ланок CH_2 , які при високих температурах перетворюються, і за рахунок деструкції високомолекулярних сполук.

Особливістю спалювання рідкого палива (сирої нафти, мазуту і т. ін.) у топках котлоагрегатів є наявність факела горіння парів рідини. Висока температура факела сприяє інтенсифікації випаровування з поверхні рідини. Характеристики горіння різних видів рідкого палива істотно відрізняються. Для інтенсифікації горіння необхідне високодисперсійне розпилювання рідкого палива для збільшення поверхні пароутворення.

Вміст твердих речовин у продуктах згоряння мазуту в залежності від його складу і організації процесу спалювання може складати 0,17...7,0 г/кг. Важливими факторами утворення твердих часток є завантаження топкового об'єму, температура підігрівання мазуту і повітря, умови розпилювання і потужність пальників. Мінімальне утворення твердих часток досягається при підігріванні мазуту до 360+420°C, повітря – до 400°C при застосуванні форсунок з газифікацією мазуту у вигляді емульсії з водою при інтенсивному завихрюванні струменів.

При спалюванні газів можливі три типи горіння, що відрізняються за характером подавання повітря: горіння однорідної горючої суміші, дифузійне горіння при роздільному подаванні газу і повітря та горіння при нестачі повітря для повного згоряння. У першому випадку газ попередньо перемішується з повітрям, і інтенсивність горіння визначається тільки кінетикою, власне реакцією горіння. Таке горіння називають кінетичним. Можливість впливу на організацію топкового процесу і інтенсифікацію процесів масо- і теплообміну при спалюванні газів зумовлює мінімальне, порівняно з рідким або твердим паливом, утворення небажаних викидів у навколишнє середовище. В той же час як в існуючих, так і в перспективних установках, які використовують газоподібне паливо, існують можливості підвищення повноти згоряння і зменшення викидів азоту та продуктів неповного згоряння в навколишнє середовище.

Для визначення кількісних показників виникнення і споживання речовин, що беруть участь у процесі горіння, як з палива так і з навколишнього середовища використовуються рівняння матеріальних балансів. Теоретично необхідна витрата кисню повітря в процесі горіння визначається із стереохімічних рівнянь горіння, що відносяться до 1 кг палива. Показником витрати повітря є коефіцієнт надлишку повітря α – відношення фактичної витрати до теоретично необхідної для повного згоряння палива.

Певну роль у матеріальному балансі процесу згоряння твердого і рідкого палива відіграють тверді продукти згоряння в попіл і шлак. Попільністю палива називають баласт на суху масу палива. Попільність залежить від природи палива і якості його обробки перед спаленням. Розрізняють первинний попіл - залишки мінеральних домішок, що входили в

склад палива при його утворенні, вторинний попiл - стороннi мiнеральнi речовини, рiвномiрно розподiленi в горючiй масi палива, i породу - мiнеральнi речовини, що потрапили до палива при його добуваннi. Вмiст первинного попелу в сухiй масi самого палива звичайно не перевищує 1,0...1,5%. Сумарна попильнiсть деяких марок вугiлля може досягати 40% i бiльше. Вмiст рiзних речовин в паливi неоднаковий, тому точний розрахунок виходу продуктiв згоряння робиться для конкретних умов з урахуванням фiзико-хiмiчних, конструктивних та iнших факторiв. Наближенi оцiнки викидiв в атмосферу (з димовими газами) продуктiв згоряння органiчного палива можуть бути одержанi з емпiричних рiвнянь.

З використанням наведених даних для будь-якої галузi виробництва, що використовує паливо, з достатнiм ступенем точностi визначити основнi параметри, необхiднi для урахування їх впливу на навколишнє середовище.

При цьому в кожному окремому випадку потрiбно враховувати особливостi палива, що споживається, конструкцiї пристроїв для його використання i особливостi експлуатацiї. Наприклад, склад трьох основних видiв рiдкого палива помітно розрiзняється за допустимим вмістом сірки (в мазуті її міститься 0,5-3,5%, в бензині – 0,05...0,10%, в дизельному паливі - 0,2...1,0%); вiдповiдно будуть настiльки ж значно вiдрiзнятися i викиди сполук сірки (при вiдсутностi спецiальних пристроїв для очищення продуктiв згоряння вiд сірки).

Таким чином, при спаленнi органiчного палива, необхiдно керувати впливом на навколишнє середовище.

Звiдси випливає висновок про те, що керувати енергоспоживанням можна шляхом нормування витрат палива на одиницю кiнцевої або промiжної продукцiї. В цьому випадку, критерiєм антропогенного впливу на навколишнє середовище можуть бути питомі обсяги енергоспоживання, котрi входять в число iндикаторiв сталого розвитку i являють собою найважлившу ланку в методологiї аналізу взаємодiї господарської дiяльностi i навколишнього середовища.

3.Застосування вiдновлюваних джерел енергiї в житловому та виробничому секторах сiльського господарства.

Для ефективного функцiонування аграрного виробництва та розвитку сiльських територiй важливим є забезпечення селян комфортабельним та недорогим у обслуговуваннi житлом.

Найбiльш зваженим рiшенням для енергоефективного господарювання у приватному секторі є створення екобудинкiв.

Екобудинки в США, Швецiї, Нiмечині, Японії, Росії, Бiлорусії – уже десятилiттями експлуатуються. Нині створені екобудинки комфортабельної конструкцiї з басейном та зимовим садом iз замкнутим циклом водо- i енергопостачання та бiореактором для переробки органiчних вiдходiв. Бiючиснi госппобутові стоки виглядають як звичайний фруктовий сад та огорода. При цьому, не зливають концентровані отрути, не викидають бiологiчні предмети, що не розкладаються (пластмаси, полiетилен, папiр).

Нині будуються екобудинки, якi не дорожчi за традицiйнi. На заході вчені, державні дiячі усвiдомили переваги енергоефективного i екологiчного житлового будiвництва, i зрозуміли, що на здоров'ї громадян краще не економити.

З 1963 по 1973 роки в Швеції, Франції, а потім i в СРСР були розроблені цiльові програми будiвництва дешевого житла. В Швеції – називалась «Програма мiльйон квартир»
В країнах СНД рiшення антисоцiальнi, агресивнi, антиландшафтнi продаваемого будiвництва.

Шведи не вирiвнюють пагорби, долини, а акуратно вписуються в природне середовище, використовують енергоефективнi i екологiчні пiдходи, ефективно управлiння ресурсами. Вони не зносять повнiстю будiвлi i не будують грандiознi хмарочоси та розкiшнi вiлли.

В проектах екобудинку враховується i мiнiмалiзацiя опалюваної (зимової) частини житла з можливим утепленням на опалювальну частину; оптимiзацiя розмiщення опалювальної частини для зменшення витрат тепла; оптимальнi умови влiтку при веденнi

підсобного господарства; забезпечення природної вентиляції в зв'язку із підвищеною герметизацією будинку, забезпечення достатнього освітлення зимового приміщення.

Третє тисячоліття характеризується енергетичними, еколого-економічними, соціальними проблемами, від яких залежить майбутнє людства.

Наприкінці XIX століття про екологічну кризу лише говорили фахівці, в XX столітті про критичний стан природи в Європі, Північній Америці, Японії стало відомо в усьому Світі, тобто забрудненню довкілля нині немає меж.

На Україні нинішній стан природного середовища оцінюється фахівцями, як критичний, тобто не проходить самовідновлення й самоочищення природи, а відбувається активна деградація і небезпечне знищення останніх природних ресурсів.

Можливим рішенням екологічної проблеми є створення свосвідної екосистеми, біологічно активного об'єкта – екодому.

Відомі енергозберігаючі, геліоенергоактивні, біоенергоактивні, вітроенергоактивні екобудинки, як самостійний господарський об'єкт та біля них навколишня ділянка ландшафту, де здійснюється повна утилізація відходів та підвищується біологічна активність ґрунту, ведеться органічне землеробство.

Актуальність екобудинку обумовлена ще гострою нестачею житла та високим темпом росту цін на енергоносії.

Процеси життєдіяльності людини поділяються на: фізіологічні, господарсько-побутові. Екодім – це житло, надвірні будівлі, присадибна ділянка з біоботанічною площадкою, садо-город, система накопичування води, місце відпочинку. Але, є характерні особливості формування житла селянських фермерських господарств, що пов'язано зі специфікою сільськогосподарського виробництва (демографія, побут, обслуговування, поселення).

Розглянемо досвід застосування альтернативних систем життєзабезпечення, заснованих на відновлюваних ресурсах (ВР) з точки зору мінімальних просторових і вагових характеристик установок по кожній з перерахованих позицій з метою вивчення ряду параметрів: основні види та типи існуючих установок, принцип роботи, технічне обладнання (базова комплектація установки), область застосування.

1. Способи використання ВР для забезпечення електропостачання в екобудинку.

В даний час у сфері нетрадиційної енергетики існують різні установки для отримання енергії за допомогою ВР(відновлені ресурси). Розглянемо об'єкти, що відносяться до малої енергетики і засновані на енергії води (міні- і мікро-ГЕС), вітру (вітрогенератори), сонця (автономні сонячні енергосистеми) і землі (геотермальні електростанції). Мала енергетика не вимагає спорудження великих технічних установок, що дозволяє скоротити терміни будівництва і спростити процес отримання дозвільних документів.

2. Міні-ГЕС діляться на стаціонарні та мобільні. Стаціонарні включають в себе пригреблеві та безгреблеві, а мобільні – переносні, заглибні і МГЕС в контейнерному виконанні. Гідроагрегат малої ГЕС (МГЕС), як правило, складається з турбіни, генератора і системи автоматичного управління. За характером гідроресурсів МГЕС їх поділяють на наступні категорії: нові руслові або пригреблеві станції з невеликими водосховищами; станції, що використовують швидкісну енергію вільної течії річок; станції, що використовують існуючі перепади рівнів води в самих різних об'єктах водного господарства – від судноплавних споруд до водоочисних комплексів (існує досвід використання питних водогонів, а також промислових і каналізаційних стоків).

Використання енергії невеликих водотоків за допомогою малих ГЕС є одним з найбільш ефективних напрямків розвитку відновлюваної енергії та експортувати джерела енергії і в нашій країні.

Мікро-ГЕС (потужністю до 100 кВт) можна встановити практично на будь-якій території з доколишньою водоймою (річка, струмок), головне, щоб швидкість водного потоку становила не менше 2 м/с. Гідроагрегат складається з енергоблоку, водозабірної пристрою і пристрою автоматичного регулювання (рис. 6.1). Одна з основних вимог при застосуванні установки мікро-ГЕС - це забезпечення перепаду висот (не менше 2 м) між місцем водозабору і місцем розміщення гідротурбіни і електрогенератора. Габарити мікро-

ГЕС варіюються від 700x385x485 мм при вазі в 60 кг до 1000x1000x1000 мм при вазі в 100 кг. Використовуються мікро-ГЕС як джерела електроенергії для дачних селищ, фермерських господарств, хуторів, а також для невеликих виробництв у важкодоступних районах – там, де прокладати мережі не вигідно.

Висновок: як видно зі схеми (рис. 6.1), одержання енергії таким способом можливо тільки на територіях із прилеглими водоймами в районах, де присутня горбистий або гірський тип рельєфу (для забезпечення перепаду висот), що, в свою чергу, обмежує просторову мобільність капсули, а також установка даних гідроагрегатів можлива тільки в якості супутнього обладнання, яке істотно збільшує вагові характеристики всього об'єкта. Отже, для забезпечення автономного безперебійного електропостачання капсули за допомогою міні-і мікро-ГЕС для капсул не представляється можливим.

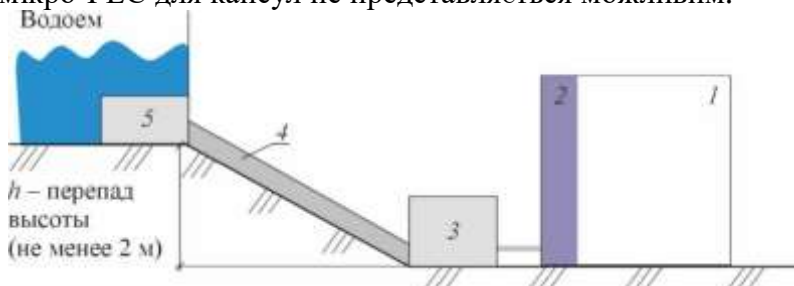


Рис. 6.1 Схема установки мікро-ГЕС в структуру капсули: 1 – капсула; 2 – місце розміщення додаткового обладнання; 3 – енергоблок; 4 – труба рукава; 5 – водозабірне обладнання

3. Вітрогенератори. Для отримання енергії вітру застосовують вітрогенератори (вітряки). Виділяють кілька видів вітряків і кілька їх класифікацій. Існують класифікації за кількістю лопатей, за матеріалами, з яких вони виконані, по осі обертання і по кроку гвинта. Кожен з видів має як переваги, так і недоліки. Основний принцип роботи даної системи – перетворення енергії в сучасних вітроелектричних установках (ВЕУ). Воно здійснюється у два етапи: кінетична енергія рухомих повітряних мас (вітру) спочатку перетворюється в механічну енергію, а потім механічна енергія перетворюється в електричну (рис. 4). Для перетворення енергії вітру в механічну енергію застосовуються аеромеханічні пристрої, які відповідно до російським стандартом прийнято називати вітродвигунів.

Портативними установками вважаються мікро-ВЕУ, їх потужність складає 100 Вт при швидкості вітру 6 м/с, і при швидкості вітру 11 м/с при застосуванні модифікованого генератора вони можуть розвивати потужність до 500 Вт. Існують мікро-ВЕУ з вертикальною віссю обертання (даний тип називають «ортогональним») і горизонтально-осьовою віссю обертання. Вітрогенератори «ортогонального» типу менш поширені в силу їх більш пізнього винаходу, проте їх безперечні переваги в порівнянні з горизонтально-осьовими установками привертають увагу розробників. До переваг «ортогонального» типу установок можна віднести відсутність особливих вимог з підготовки майданчика до установки об'єкта, т. к. вітроустановка розміщується на стовпі або елементі покрівлі (наприклад, вертикальної сталевій трубі) за допомогою кронштейна, доданого в комплекті, інше обладнання (акумуляторні батареї і контролер) розташовується в будь-якому зручному і обладнаному місці. На жаль, такі установки мають невелику потужність - до 100 Вт, яка використовується для малопотужного устаткування і забезпечення освітлення. Більш потужні установки (з виходом 48 В постійного струму і 220 В/50 Гц змінного струму (з інвертором) вимагають ретельної підготовки території, а також організації власного фундаменту для всієї конструкції вітрогенератора. Глибина і площа підстави фундаменту визначаються залежно від висоти щогли обраного вітрогенератора і району забудови, мінімальна глибина фундаменту становить 600 мм при площі підстави 800 мм. Такі установки можуть транспортуватися на в'ючних тваринах (верблюдах, оленях) і легкових автомобілях середнього класу. Як правило, в комплект вітроустановки входить маточина з генератором, гальмом і громовідводи, щогла з тросовими розтяжками, контролер (регулятор), інвертор, кабелі. Мінімальна вага всієї конструкції такого вітряка орієнтовно становить 600 кг.

Дані установки використовуються для приготування їжі, обігріву житла. Встановлюються без допомоги вантажопідйомних машин двома робочими без спеціальних навичок за допомогою лебідки.

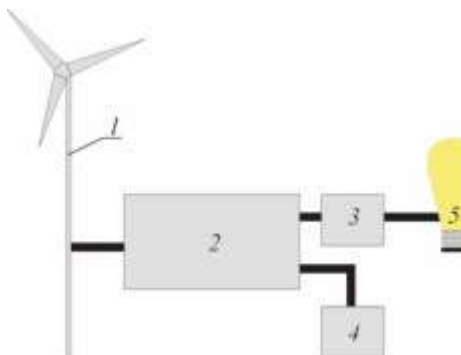


Рис. 6.2. Схема роботи ВЕУ: 1 – вітрогенератор; 2 – контролер; 3 – інвертор; 4 – акумулятор; 5 – електроприлад

Висновок: для забезпечення достатньої потужності (не менше 1,5 кВт) необхідний вітрогенератор з висотою щогли не менше 4-8 м, що вимагає додаткових заходів з підготовки території до установки об'єкта, а також організації власного фундаменту під конструкцію вітряка, що істотно ускладнює весь процес монтажу і демонтажу та обмежує просторову мобільність капсули. Установка системи на основі вітрогенератора можлива тільки в якості супутнього обладнання (рис. 6.2), яке, в свою чергу, збільшує просторові і вагові характеристики об'єкта. Отже, забезпечення електроенергією за рахунок застосування установки з вітрогенератором не підходить для капсульної споруди.

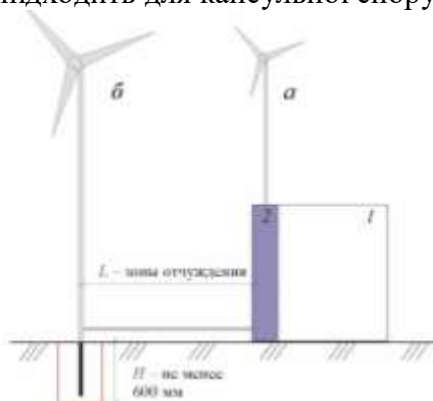


Рис. 6.3. Схема розміщення ВЕУ в структурі капсули: а – вітрогенератор потужністю до 100 Вт; б – вітрогенератор потужністю понад 1,5 кВт; 1 – капсула; 2 – місце розміщення додаткового обладнання; L – зони відчуження, які повинні бути не менше суми довжини щогли і висоти верхнього ярусу ВЕУ

4. Автономні сонячні енергосистеми. Існують різні способи отримання електрики і тепла з сонячного випромінювання: з допомогою фотоелементів, теплових машин, геліотермальних установок, термоповітряних електростанцій, сонячних аеростатних електростанцій. Особливою популярністю користуються портативні автономні сонячні енергосистеми (АСЕ). Як правило, АСЕ включає до свого складу сонячний модуль, конектор, контролер заряду, інвертор і акумуляторну батарею (рис. 6.4.). Принцип роботи АСЕ: сонячні елементи в модулях, встановлені на даху, перетворюють сонячне світло безпосередньо в постійний струм, потім інвертор перетворює в змінний струм, який може бути використаний за призначенням. В залежності від призначення існують різні АСЕ, встановлена потужність яких варіюється від 200 до 5000 Вт. При мінімальній потужності в 200 Вт АСЕ застосовують для короткочасного забезпечення електроенергією малопотужних навантажень. В основному, їх встановлюють в літніх заміських будинках або котеджах.

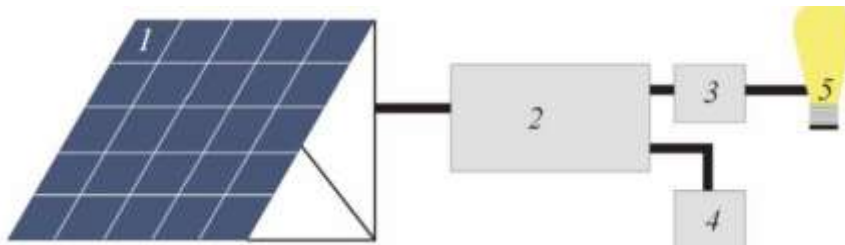


Рис. 6.4 Схема роботи АСЕ: 1 – сонячний фотоелемент; 2 – контролер; 3 – інвертор; 4 – акумулятор; 5 – електроприлад

Висновок: оскільки дані установки можуть бути частково вмонтовані в конструкцію будинку заводським шляхом і вони істотно не збільшують просторові і вагові характеристики об'єкта, то спосіб отримання електроенергії за допомогою АСЕ може бути застосований (рис. 6.4), але дана установка не дає можливості організувати постійну безперебійну подачу електроенергії для забезпечення автономної роботи капсули.

Можливе технічне оснащення капсули при застосуванні АСЕ з встановленою потужністю до 200 Вт.

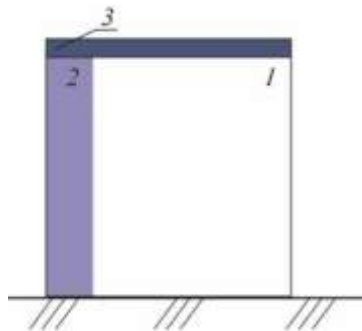


Рис. 6.5. Схема розміщення АСЕ в структурі капсули: 1 – капсула; 2 – місце додаткового обладнання; 3 – АСЕ

Дані системи підходять для короткочасного забезпечення електроенергією малопотужних навантажень. АСЕ «Сансет» є найбільш бюджетним рішенням для електропостачання малопотужної апаратури. Номінальна потужність інвертора становить 350 Вт, пікова потужність 1100 Вт АСЕ «Санні лайт» є чудовим рішенням для електропостачання електрообладнання з номінальною потужністю до 600 Вт Номінальна потужність інвертора становить 600 Вт, пікова потужність 1200 Вт Обидва комплекти здатні забезпечити малопотужну навантаження річного замиського будинку або міні-капсули.

5. Геотермальні електростанції. У площині практичного застосування для вироблення електричної енергії за допомогою використання енергії Землі існує 3 типи геотермальних електростанцій, заснованих на класифікації геотермальних джерел: це геотермальна парова електростанція; гідротермальна електростанція; геотермальна електростанція з бінарним циклом.

Геотермальна парова електростанція відноситься до простих геотермальних електростанцій прямого типу, що використовують для виробництва електроенергії пару, що надходить зі свердловини безпосередньо в турбіну генератора. До складу даної електростанції входять: видобувна свердловина, свердловина нагнітання, турбіни, генератор і сама електромережа (рис. 6.6).

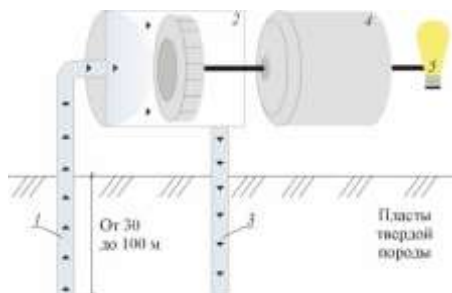


Рис. 6.6 Схема роботи геотермальної парової електростанції: 1 – добувна

свердловина; 2 – турбіна; 3 – свердловина нагнітання; 4 – генератор; 5 – електроприлад.

Геотермальна електростанція з бінарним циклом відноситься до змішаного типу. У даних електростанціях, крім підземної води, використовується додаткова рідина (або газ), точка кипіння якої нижче, ніж у води. Вони пропускаються через теплообмінник, де геотермальну воду випаровує друга рідина, а одержувані пари приводять в дію турбіни. Така замкнута система екологічно чиста, оскільки шкідливі викиди в атмосферу практично відсутні. До складу геотермальної електростанції з бінарним циклом входять: видобувна свердловина, свердловина нагнітання, турбіни, генератор і сама електромережа (рис. 6.7).

Висновок: геотермальні установки можуть бути застосовані тільки в регіонах, де є джерела підземних термальних вод. Для отримання енергії даними способом необхідно буріння свердловин глибиною від 30 до 100 м, крім того, роботи з буріння допустимо виробляти не ближче 2,5 м від будівель та при відсутності ліній електропередач в радіусі 6 м, що ускладнює процес монтажу і демонтажу, а також обмежує просторову мобільність всій капсули. Також необхідно взяти до уваги, що геотермальні установки можуть бути застосовані тільки в якості супутнього додаткового обладнання капсули, що, в свою чергу, збільшує просторові і вагові характеристики об'єкта (рис. 6.8). Таким чином, застосування геотермальних установок для забезпечення електропостачання капсули не представляється можливим.

6. Способи використання ВР(відновлених ресурсів) для забезпечення теплопостачання екобудинку. У сучасному світі розроблено безліч альтернативних енергозберігаючих технологій, які здатні скласти гідну конкуренцію використовуваним для опалення традиційним теплогенераторам. У даній статті проаналізовано способи застосування альтернативного опалення, заснованого на використанні енергії Сонця (сонячні системи теплопостачання на основі сонячних колекторів), енергії вітру (системи теплопостачання на основі вітрогенератора), енергії Землі (геотермальні системи теплопостачання на основі теплового геотермального насоса).

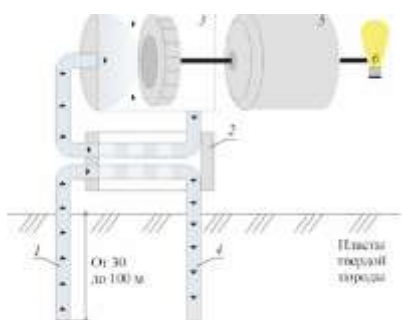


Рис. 6.7. Схема роботи геотермальної електростанції з бінарним циклом: 1 – добувна свердловина; 2 – теплообмінник з робочим середовищем

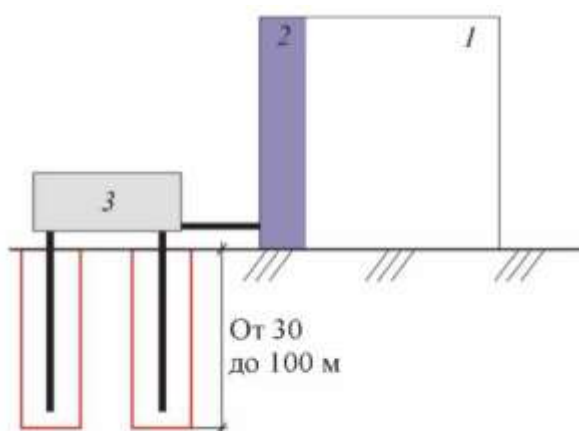


Рис. 6.8. Схема розміщення електростанції в структурі капсули: 1 – капсула; 2 – місце розташування додаткового обладнання; 3 – геотермальна електростанція

7. Сонячні системи теплопостачання. За способом використання сонячної радіації системи сонячного низькотемпературного опалення поділяють на пасивні і активні. Пасивні – це системи сонячного опалення, в яких як елемент, що сприймає сонячну радіацію і перетворюючи її в теплоту, служать сама будівля або окремі огорожі (будівля-колектор, стіна-колектор, покрівля-колектор.). Активними називаються системи сонячного низькотемпературного в яких геліоприймачі є самостійним окремим пристроєм, що не відносяться до будівлі (рис. 6.9). При використанні сонячної системи опалення будинку, як правило, застосовують сонячні водонагрівальні установки (СВУ). В залежності від

інженерного виконання СВУ може бути представлена в моно-або поліфункціональному виконанні і забезпечувати наступні потреби: гаряче водопостачання, опалення, пристрій теплої підлоги, нагрів басейнів. СВУ складається з трьох обов'язкових елементів (сонячний колектор, накопичувальний резервуар і центр управління), забезпечуючих її ефективне функціонування.

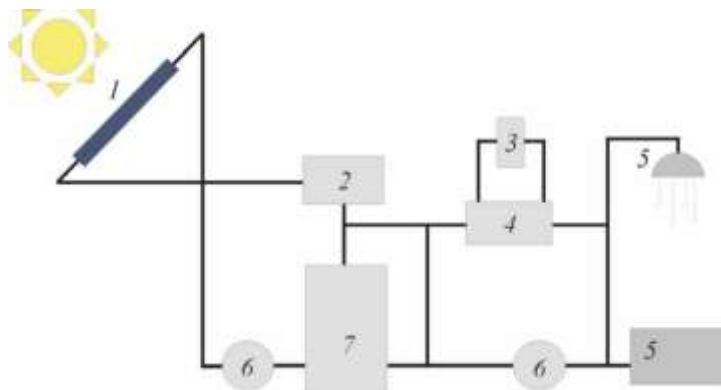


Рис. 6.9 Схема водяної низькотемпературної системи сонячного опалення з плоскими колекторами та їх автоматичним дренажем при припиненні циркуляції: 1 – колектори; 2 – розширювальний блок; 3 – додаткове теплогіджерело; 4 – теплообмінник; 5 – прилади; 6 – насоси; 7 – бак-акумулятор

Висновок: забезпечення капсули теплопостачанням допомогою сонячних систем можливо (рис. 12), але даний спосіб не дозволяє організувати постійну безперебійну подачу теплопостачання для об'єкта і збільшує просторові і вагові характеристики капсули за рахунок додаткового обладнання системи.

Системи теплопостачання на основі вітрогенератора. Побудова системи теплопостачання на основі вітрогенератора – відносно нове і перспективне (рис. 6.10). Функціонування системи забезпечується нагріванням теном. Він вбудовується безпосередньо в радіатори і має ручний або автоматичний терморегулятор. Прокачування і циркуляція теплоносія в системі опалення проводиться невеликими електричними помпами. Найчастіше такі системи забезпечуються резервним накопичувальним генератором або додатковим підключенням до електричних мереж. Це робить їх роботу більш стабільною і менш прив'язаною до погодних умов.

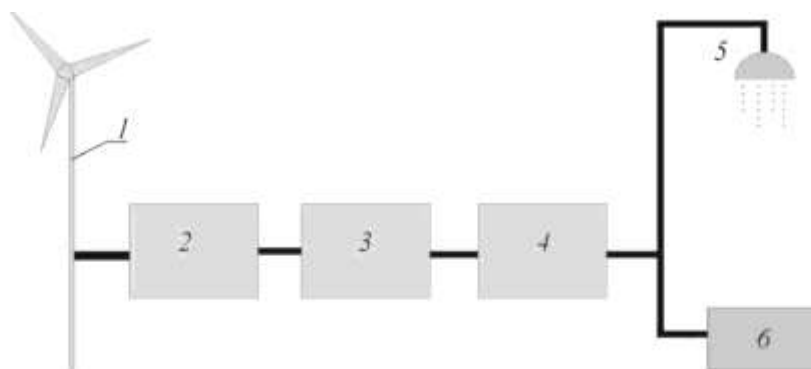


Рис. 6.10. Схема підключення тепло забезпечення з використанням вітрогенератора: 1 – вітрогенератор; 2 – блок автоматики; 3 – допоміжний блок з водяним теном; 4 – основний котел системи; 5 – прилади водозабезпечення; 6 – прилади опалення

Ідеальним варіантом використання вітрогенераторів в опаленні є живлення від нього системи «тепла підлога». Завдяки відносно низькій робочій температурі, кількості вироблюваної вітряком енергії вистачить на опаленні будинку і залишиться ще й на забезпечення гарячого водопостачання. Як і всі інші системи опалення, побудовані на використанні альтернативної енергії, опалення з використанням вітрогенератора в більшості випадків потребує додаткового джерела традиційної енергії в якості допоміжного чинника

ефективної та безперебійної роботи.

Висновок: даний спосіб теплопостачання не підходить для капсульних об'єктів, т. к. обмежує просторову мобільність і збільшує просторові і вагові характеристики споруди. Це зумовлюється тим фактом, що для забезпечення достатньої потужності вітрогенератора висотою від 4-8 м і додаткове обладнання для функціонування даної системи, розміщення якого істотно б збільшило площу проекрованої капсули. Також слід врахувати те, що для вітрорегенератора такої висоти необхідні додаткові заходи щодо підготовки території до установки об'єкта, а також організація власного фундаменту під конструкцією вітряка (рис. 6.11), що робить процес монтажу і демонтажу конструкції капсули більш трудомістким.

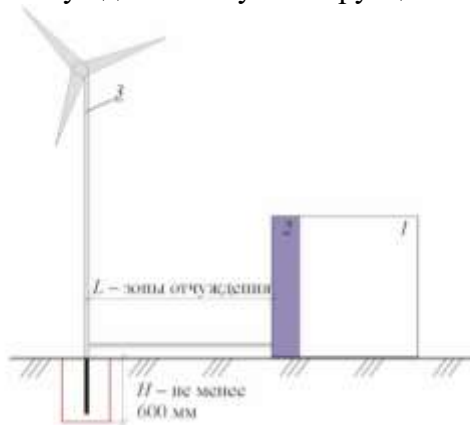


Рис. 6.11. Схема розміщення систем теплопостачання на основі вітрогенератора в структурі капсули: 1 – капсула; 2 – місце розміщення додаткового обладнання; 3 – вітрогенератор потужністю понад 1,5 кВт; L – зони відчуження, повинні бути не менше суми довжини щогли і висоти верхнього ярусу ВЕУ

Геотермальні системи теплопостачання. Для систем теплопостачання застосовують геотермальні теплові насоси, така система передбачає використання теплової енергії, накопиченої в ґрунті або у воді, і невеликої кількості електричної енергії. Геотермальна система теплопостачання являє собою систему, що складається з елементів: підземного контуру (теплообмінника), теплового насоса і внутрішнього контуру (системи опалення) (рис. 6.12). Зовнішній геотермальний контур складається з ґрунтового колектора та циркуляційного насоса. Основним завданням ґрунтового колектора є відбір низькопотенційного тепла, накопиченого в ґрунті протягом літнього періоду часу. Циркуляційний насос забезпечує рух теплоносія через ґрунтовий колектор. Так як в зовнішньому контурі температура може опускатися нижче 0°C, в ґрунтовий колектор заливається незамерзаюча рідина (розчин етилен-гліколю або пропілен-гліколю). Тепловий насос – це сучасне джерело енергії, використовуваний для підтримки роботи систем кондиціонування, опалення, гарячого водопостачання.

Висновок: геотермальні системи теплопостачання можуть бути застосовані тільки в регіонах, де є джерела підземних термальних вод, при цьому для отримання тепла даними способом необхідно буріння свердловин глибиною від 30 до 100 м. Крім того, необхідно дотримуватися вимог з безпеки проведення технічного процесу, що суттєво ускладнює процес монтажу і демонтажу, а також переводить капсульний об'єкт в розряд стаціонарних споруд. Також необхідно взяти до уваги, що геотермальні установки можуть бути застосовані тільки в якості супутніх установок капсули, а додаткове допоміжне обладнання системи в свою чергу збільшує просторові і вагові характеристики всього об'єкта. У зв'язку з вищепереліченими застосування геотермальних установок для забезпечення теплопостачання капсульного споруди не представляється можливим.

8. Способи використання ВР(відновлених ресурсів) для забезпечення водопостачання в капсулі. В основному водопостачання здійснюється від централізованих систем водопостачання (водопроводу) і від індивідуальних джерел (колодязі, свердловини), але існують також альтернативні джерела водопостачання, а саме системи використання дощової і талої води.

Комплектація такої системи включає в себе: фільтруючий колодязь, накопичувальну ємність (резервуар), насосну станцію, підведення до приладів споживаної води (рис. 6.12). Існують системи для збору та використання дощової і талої води - це система із зовнішнім (підземним) резервуаром і система з надземним резервуаром. Дощову і талу воду при застосуванні такої установки можна використовувати для забезпечення господарських і



побутових потреб споживача.

Рис. 6.12 Схема роботи системи для збору дощової води з надземним резервуаром: 1 – покрівля; 2 – фільтр, 3 – резервуар; 4 – насос; 5 – прилад

Висновок: дані установки можуть бути частково вмонтовані в конструкцію капсули заводським способом, що спрощує монтаж і демонтаж конструкції на місці; розташовуване додаткове обладнання системи істотно не збільшує просторові і вагові характеристики споруди, при цьому зберігається просторова мобільність всього об'єкта. Відповідно системи збору та використання дощової і талої води можуть бути застосовані при проектуванні капсульного об'єкта для забезпечення господарських і побутових потреб споживача.

Автономні системи для забезпечення водовідведення в капсулі. Автономна каналізація – прекрасне рішення проблем, пов'язаних з водовідведенням побутових стоків за містом або в районах, де відсутня централізована мережа водопостачання і каналізації. Вона використовується для видалення рідких і твердих продуктів життєдіяльності, а також для очищення стічних вод від забруднень. Існує кілька видів автономних систем каналізації: найпростіша система накопичувального типу, система роздільного очищення побутових стічних вод з використанням біоуалету, система роздільного очищення побутових стічних вод з використанням змивного туалету. Для невеликих споруд все частіше застосовують систему роздільного очищення побутових стічних вод з використанням біоуалету (рис. 6.13). У цій системі використовується безводний біоуалет, і для обробки залишаються тільки стоки з кухні, ванни і біде. Стоки з цих джерел об'єднуються в водонакопичувачу септику (об'єднання септика і біофільтра-усереднювача) з пропуском води через фільтруючі траншеї, розташовані нижче зони промерзання. Потім вони направляються в накопичувальний резервуар. Біоуалет в такій системі може бути електричний, торф'яної або мобільний (портативний). Останнім часом найбільшим попитом користуються мобільні (портативні) біоуалети. Такий біоуалет має слив і приймальний бак об'ємом не більше 24 літрів. Для очищення відходів використовують спеціальні рідини, під дією яких відходи розчиняються.

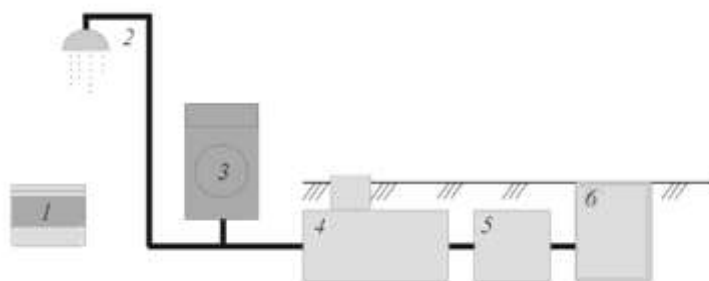


Рис. 6.13 Система роздільної очистки стічних побутових вод з використанням біопрепаратів біоуалета: 1 – біоуалет; 2 – прилад водозабезпечення; 3 – прилад водоспоживання; 4 – септик; 5 – ґрунтова доочистка; 6 – накопичувальний резервуар

Висновок: розглянутий спосіб відведення стічних вод не підходить для проектування капсули, оскільки роздільна очистка стічних вод вимагає ґрунтової доочистки, що обмежує просторову мобільність капсули і ускладнює процес

Контрольні питання:

1. Що розуміють під нетрадиційними джерелами енергії та як вони класифікуються?
2. Які переваги і недоліки нетрадиційних джерел енергії?
3. Як використовуються нетрадиційні джерела енергії у світі?
4. Який стан і перспективи використання нетрадиційних джерел енергії в Україні?
5. Які шляхи використання теплової енергії Сонця, їх коротка характеристика.?
6. Що собою являє сонячна теплоелектроенергетика, які існують види сонячних теплових електростанцій, їх особливості роботи?
7. Яке призначення сонячних фотоелементів, їх конструкції і використання?
8. Які екологічні та економічні аспекти використання сонячної енергії?
9. Охарактеризуйте загальний світовий потенціал вітрової енергії
10. Назвіть дві основні величини, що характеризують вітровий потенціал території.
11. Назвіть оптимальну середню швидкість вітру для енергетичного використання.
12. Які типи генераторів використовують вітроелектричні установки?
13. Яким чином регулюється потужність вітроелектричних установок?
14. Які існують прогресивні методи спалювання палива, зокрема біомаси?
15. Який стан і перспективи розвитку біоенергетики в Україні?
16. Які екологічні та економічні аспекти використання геотермальної енергії?
17. Який стан і перспективи розвитку геотермальної енергетики України?
18. Що розуміється під малою гідроенергетикою і які її переваги перед великою гідроенергетикою?
19. Які екологічні та економічні аспекти малої гідроенергетики?
20. Який стан і перспективи розвитку малої гідроенергетики України?
21. Які екологічні та економічні аспекти використання енергії морів та океанів?
22. З якою метою відбувається акумуляція енергії поновлювальних джерел?
23. Для чого і яким чином відбувається комбінація нетрадиційного джерела з традиційним джерелом енергії?
24. Яка доцільність, які види і схеми комбінації одночасного використання декількох поновлювальних джерел енергії?
25. Як розуміти комплексне використання поновлювальних джерел та акумуляторів енергії, в яких випадках воно застосовується?

Практичне заняття № 7

Тема. 7. МОНІТОРИНГ, ПАСПОРТИЗАЦІЯ, ЕКСПЕРТИЗА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА СЕРТИФІКАЦІЯ

Навчальна мета заняття:

Розглянути види та методи екологічного моніторингу і його зміст.

Виховна мета заняття:

Виховання відповідального ставлення до контролю стану довкілля.

Елементи заняття:

Проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів; виконання практичних завдань; постановка загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування контрольних завдань; їх перевірка, оцінювання.

Навчальні питання, що виносяться на обговорення

1. Екологічний моніторинг
2. Методи моніторингу
3. Система екологічної інформації
4. Зміст екологічного контролю (моніторингу)

5. Види екологічного моніторингу
6. Організація мережі моніторингу

Методи навчання: словесні методи, практичні методи, робота під керівництвом викладача.

Рекомендовані джерела інформації.

1. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.
2. Техноекологія : підручник / Мальований М. С. та ін. ; за ред. М. С. Мальованого. Херсон: ЛДІ-ПЛЮС, 2017. 616 с.
3. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекологія : підручник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.
4. Промислова екологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Швах Р. М., Козяр М. М. Київ : Кондор, 2018. 372 с.
5. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ : Кондор, 2018. 168 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2018. 315 с.

Теоретична частина

1. Екологічний моніторинг

Це науково-інформаційна система контролю за станом навколишнього середовища, до якої належить спостереження, збирання і обробка інформації, оцінка і прогнозування стану навколишнього середовища. Моніторинг виявляє критичні та екстремальні ситуації, фактори антропогенного впливу, оцінює і прогнозує стан об'єктів спостереження.

Завдання і функції моніторингу:

- виявлення взаємозв'язку джерел забруднення природного середовища з об'єктами, на які вони впливають;
- виявлення каналів поширення забруднювальних речовин у природному середовищі;
- вибір індикаторів для оптимальної оцінки стану навколишнього середовища.

2 Методи моніторингу

Моніторинг складається з багатьох різноманітних методів спостереження, збору необхідних параметрів-характеристик стану середовища та їх обробки. Усю сукупність цих методів можна поділити на основні напрями:

- методи реєстрації та оцінки якості стану середовища (біомоніторинг, дистанційний моніторинг та ін.);
- методи кількісного обліку організмів і методи оцінки біомаси, продуктивності рослин і тварин (біологічний моніторинг);
- вивчення особливостей впливу різних екологічних чинників на життєдіяльність організмів (лабораторні методи дослідження);
- методи математичного моделювання екологічних явищ і процесів, екосистем;
- створення геоінформаційних систем і технологій для розв'язання екологічних проблем;
- комплексний еколого-економічний аналіз стану різних об'єктів;
- геоікологічні і геофізичні методи дослідження;
- технологічні методи дослідження;
- медико-екологічні методи дослідження;
- методи екологічного контролю: екологічна експертиза, екологічний аудит, екологічна паспортизація.

За специфікою виконання всі дослідження можна поділити на хімічні, фізичні, біологічні, геологічні, географічні, геофізичні, математичні та інші. У зв'язку з великою

кількістю видів забруднювачів та інших негативних впливів і видів об'єктів забруднювання (живі біологічні організми, люди, різноманітні екосистеми, географічні природні комплекси та багато інших) необхідне використання багатьох різноманітних приладів, часто дуже складних і дорогих, спеціальних лабораторних досліджень, використання хімічних реактивів. Тобто, організація системи моніторингу є дуже складною, а з економічної точки зору, дуже дорогою справою. Для прикладу, у таблиці 7.1 подані тільки деякі методи аналізу забруднювальних речовин.

Таблиця 7.1 – Деякі методи аналізу забруднювальних речовин

Методи	Чутливість, %	Точність аналізу, %	Об'єкти дослідження
Гравіметрія	0,1...1 г	0,005...0,01	Основні компоненти
Титрування	1...10 мкг 10^{-2} моль/л	0,1 0,01	Основні й напів-мікрокомпоненти
Атомно-абсорбційна спектроскопія (АСС)	10^{-5} моль/л 10^{-6} ... 10^{-7} моль/л 10^{-5} ... 10^{-3} 10^{-7} ... 10^{-5}	0,1 0,2...1,0 0,5...3 5...10	Мікрокомпоненти для перехідних і деяких напівметалів
Газова хроматографія	Основний компонент 1...2 0,1...1 0,01...0,1 10^{-3} ... 10^{-2} 10^{-3}	0,1 0,2...0,5 0,5...1,0 1...5 5...10 10	Від основних до мікрокомпонентів: органічні і метало-органічні з'єднання
Вольтамперометрія	10^{-3} ... 10^{-2} 10^{-5} ... 10^{-3} 10^{-7}	1...2 3 5	Мікрокомпоненти (сліди металів): Ag, Bi, Cd, Fe, In, Pb, Sb, Sn, Zn
Спектрофлуориметрія	10^{-7} ... 10^{-3}	0,5...10	Мікрокомпоненти для органічних і неорганічних домішків
Рентгено-флуоресцентна спектрометрія	10^{-3} ... $2 \cdot 10^{-2}$	1...2	Напівмікрокомпоненти для елементів у ґрунтах
Рідинна хроматографія	10^{-7} ... 10^{-4}	2...20	Мікрокомпоненти в основному для органічних речовин
Полярографія	10^{-3} ... 10^{-2} 10^{-5} ... 10^{-3}	1...2 3	Напівмікро- і мікрокомпоненти; органічні речовини

3. Система екологічної інформації

Заснована на створенні комп'ютеризованої мережі збору, обробки, зберігання і обміну екологічної інформації. Вона є основою існування системи моніторингу і базується:

- на виробленні спеціальних програм;
- збиранні, обробці первинної інформації від станцій спостереження та інших джерел, обміні з іншими інформаційними мережами, передачі інформації;
- моделюванні процесів екологічного впливу;
- створенні екологічних карт;
- прогнозуванні майбутніх наслідків впливу на навколишнє середовище.

Для ефективного функціонування вона має охоплювати джерела контролю та інстанції

збирання інформації.

Сучасна система екологічної інформації в більшості країн світу використовує нові **геоінформаційні системи технологій (ГІС-технології)**. **Геоінформаційні системи** використовуються при розв'язанні комплексних проблем з планування, проектування, управління, формування інформаційно-довідкових даних. ГІС-технології беруть початок від появи перших автоматизованих картографічних систем (початок 60-х років, США). З кінця 80-х років вони вже використовуються у глобальних і міжнародних проектах, наприклад, у глобальній системі моніторингу навколишнього середовища ООН. Ринок геоінформаційних технологій постійно розширюється. У 90-і роки почала створюватися “Глобальна інформаційна інфраструктура (ГІІ)” – правила нового світового єдиного порядку і формування організаційно-правових прецедентів. Застосування ГІС-технологій потребує відповідного технічного, програмового та інформаційного забезпечення. Найактивніше вони впроваджуються для прийняття рішень у регіональному плануванні та управлінні: організації території, розвитку інфраструктури, природовикористанні й охороні навколишнього середовища. Велике значення вони мають для вироблення *імітаційно-оптимізаційних моделей*. У сфері раціонального природовикористання і охорони природи ГІС-технології найрезультативніші у:

- виробленні земельного кадастру і землеустрою, кадастрів інших природних ресурсів (тобто комплексної оцінки ресурсів);
- оцінці наслідків використання природних ресурсів та інших негативних впливів на навколишнє середовище;
- створенні моніторингу екологічної та радіаційної обстановки.

В Україні використання ГІС-технологій передбачено “Законом про національну програму інформації” (1998). Але, відсутність достатнього фінансування стримує необхідний розвиток цієї системи. Деякі регіональні дослідження виконуються в Київському, Одеському, Сімферопольському та інших університетах.

ГІС-технології дозволяють сформувати **бази екологічних даних**, які поділяються на:

- галузеві (окремих відомчих структур, галузей господарства, видів діяльності);
- середовищні (для окремих компонентів природного середовища – атмосфери, гідросфери та ін.);
- регіональні (комплексні, галузеві й середовищні).

ГІС-технології дозволяють сформувати **державні природні екологічні кадастри**. Від звичайних кадастрів (якісної і економічної оцінки природних ресурсів) вони відрізняються ще й оцінкою екологічного стану природних ресурсів (рівнів забруднення, руйнування та ін.), у тому числі економічною оцінкою збитків, зменшенням звичайної економічної оцінки ресурсів та інших економічних показників. Державні екологічні природні кадастри можуть стати своєрідною комплексною базою даних про стан природних ресурсів у країні.

Екологічне картування – один з найважливіших методів обробки інформації, що дає уявлення про екологічний стан середовища, а також дозволяє виробляти відповідні моделі екологічних процесів для прогнозування наслідків антропогенного впливу на середовище. Виділяють картування за видами забруднення (окремими шкідливими речовинами) та іншими руйнівними процесами (наприклад, ерозія земель, геолого-геоморфологічні зміни та ін.); за типами природного середовища (окремими його компонентами); за об'єктами забруднення (підприємствами та ін.).

4. Зміст екологічного контролю (моніторингу)

Його суть полягає у порівнянні реальних показників впливу на навколишнє середовище з стандартними (нормативними) показниками (ГДК, ГДВ та ін.).

Екологічний моніторинг давати відповіді на такі запитання:

- яким є стан навколишнього середовища у даний час порівняно з первинним його станом (до початку антропогенного впливу) і яких змін можна очікувати у прогнозованому проміжку часу;
- які причини змін, що вже сталися і можуть статися в майбутньому, і що було, є або буде джерелом цих змін;

- які впливи на дане природне середовище є шкідливими (небажаними або неприпустимими);
- який рівень техногенних впливів разом з природними і стихійними явищами припустимий для природного середовища й окремих його компонентів і які резерви має природне середовище для саморегенерації стану;
- який рівень техногенних впливів на природне середовище є неприпустимим або критичним, після якого відновлення природного середовища до рівня екологічного балансу є нездійсненним (Злобін, Кочубей, 2003, С. 374).

Видів забруднення й інших негативних впливів на навколишнє середовище дуже багато, і тому неможливо, та й економічно недоцільно, спостерігати за всіма політантами повсюдно. Для моніторингу забруднень рекомендований (Найробі, 1974 р.) такий перелік основних критеріїв забруднення:

- величина фактичного або потенційно можливого впливу на здоров'я і добробут людини, на клімат або екосистеми;
- схильність до деградації в навколишньому природному середовищі й нагромадження в організмі людини і харчових ланцюгах;
- можливість хімічної трансформації у фізичних і біологічних системах, внаслідок чого змінені речовини стають токсичнішими або шкідливішими, ніж первинні викиди;
- мобільність (рухливість);
- фактичні або можливі тренди (тенденції) концентрації у навколишньому середовищі й в організмі людини;
- частота і/або розмір впливу;
- можливість замірів на даному рівні в різноманітних середовищах;
- значення для оцінки положення в навколишньому природному середовищі;
- придатність з точки зору загального поширення.

Значна частка забруднень оцінена в балах (від 0 до 3) для кожного з критеріїв, а за найбільшими сумами балів визначені пріоритети (чим вища сума, тим вищий пріоритет). Далі пріоритети поділили на вісім класів (чим вищий клас, тобто менший його порядковий номер, тим вищий пріоритет). Для кожного класу визначені середовище і тип програми вимірювання: глобальний – Г, регіональний – Р, локальний – Л. Дана класифікація подана у таблиці 7.2 (Джигирей, Сторожук, Яцюк, 2001, С. 149–150).

Таблиця 7.2. – Класифікація пріоритетних забруднюючих речовин та програми вимірювань

Клас пріоритетності	Забруднююча речовина	Середовище	Тип програми вимірювання
I	Діоксид сірки + зважені частки	Повітря	Г, Р, Л
	Радіонукліди (^{137}Cs + ^{90}Sr)	Їжа	Р, Л
II	Озон	Повітря	Г (у стратосфері), Л
	ДДТ та інші хлор-органічні з'єднання	Біота, людина	Р, Л
	Кадмій і його з'єднання	Їжа, людина, вода	Л
III	Нітрати, нітроти	Питна вода, їжа	Л
IV	Оксиди азоту	Повітря	Л
	Ртуть та її з'єднання	Їжа, вода	Р, Л
	Свинець	Повітря, їжа	Л
V	Діоксид вуглецю	Повітря	Г
	Оксид вуглецю	Повітря	Л
	Вуглеводні нафти	Морська вода	Г, Р
VI	Флуориди	Свіжа вода	Л

VII	Азбест	Повітря	Л
	Миш'як	Питна вода	Л
VIII	Мікротоксини	Їжа	Р, Л
	Мікробіологічне зараження	Їжа	Р, Л

За суттю екологічний контроль (моніторинг) є *оцінкою впливу (дії) на навколишнє середовище (ОВНС)* забруднювальних речовин та інших негативних явищ. ОВНС є складовою будь-якого дослідження (контролю) стану навколишнього природного середовища – моніторингу, екологічної експертизи, прогнозування та ін.

Процеси забруднення не є простою дією викиду і потрапляння поллютанту до навколишнього середовища. Деякі забруднювальні речовини під дією різноманітних природних процесів можуть створювати нові хімічні сполуки (*синергічний ефект*), а також вони по-різному розсіваються і нагромаджуються в окремих компонентах навколишнього середовища (*ефект акумуляції*).

Синергічний ефект – посилення або послаблення впливу одного чинника за наявності іншого. При такому сукупному комплексному впливі кількох чинників загальний ефект виявляється іншим, ніж коли б вони діяли окремо. Так, наприклад, окремі сполуки сірки й азоту в повітрі вступають у хімічну реакцію з парами води і створюють більш токсичні сполуки – кислоти, які є основним джерелом утворення кислотних дощів. Подібний ефект властивий для деяких видів смогу. Наприклад, *лос-анджелеський тип смогу є фотохімічним*, тобто первинні забруднювальні речовини в ньому під дією ультрафіолетового випромінювання створюють нові токсичні сполуки – озон та ін.

Акумуляційний ефект – процес нагромадження на поверхні Землі, в організмах, на дні водних басейнів та інших об'єктах продуктів ерозії та абразії, води, солей, органічних решток, різноманітних забруднювальних речовин (у тому числі радіоактивних) внаслідок діяльності вітру, вод, що течуть, льодовиків, вулканів, морів та інших географічних й біологічних чинників. Так, наприклад, відомими нагромаджувачами токсичних речовин є гриби, листя і плоди багатьох дерев та ін. Тому, забороняється збирати і використовувати ці продукти (або спалювати листя) в містах, біля інтенсивних транспортних шляхів та в інших подібних місцях. Болота є природним відстійником і фільтром багатьох забруднювальних речовин. Деякі види мікроорганізмів, водоростей, водних рослин мають подібні властивості, тому їх використовують при створенні біоочисних споруд.

Подібні складні процеси перетворювання і поширення токсичних речовин враховують з допомогою спеціального картування і спеціальних математичних моделей.

Екологічні моделі – один з головних методів ОВНС. Відрізняють *статичні і динамічні моделі*. Статичні моделі відображають картину забруднення або інших негативних впливів за фіксований час, а динамічні показують трансформацію, зміни цієї картини. Найважливіше значення екологічних моделей, особливо динамічних, – для прогнозування.

5. Види екологічного моніторингу

За напрямками і об'єктами спостереження моніторинг поділяється на:

– **сферний (об'єктний) моніторинг** – спостереження окремих об'єктів природи (атмосфери, біосфери, екосистем, географічних природних комплексів та ін.). У свою чергу, він поділяється на моніторинг: *атмосферного повітря, гідросфери, ґрунтовий, біологічний, сейсмічний, іоносферний, Сонця, гравіметричний, магнітометричний, ландшафтний та багато інших*. Усі ці види поділяються ще на окремі підвиди моніторингу згідно з деталізацією досліджень;

– **господарський (галузевий, відомчий) моніторинг** – спостереження впливу в галузях господарства і міжгалузевих комплексах, інших сферах господарської діяльності людини, окремих підприємствах.

Окремо виділяють **базовий, або фоновий моніторинг** – це спостереження за “дикою”, “еталонною” природою, тобто природними об'єктами, не зміненими або слабо зміненими

впливом людської діяльності. Хоча таких природних комплексів на Землі практично не залишилось, все ж таки вибирають території, віддаленні від зон основного господарського освоєння, біосферні заповідники та ін. Такі своєрідні еталони необхідні для того, щоб можна було порівняти стан трансформованих природних комплексів з нібито первинним станом середовища і з'ясувати увесь рівень, глибину цих перетворень. Фоновий моніторинг передбачає систематичні стаціонарні заміри, які виконуються за єдиною програмою, стану атмосфери, ґрунту, природних вод і особливостей земної поверхні.

Біологічний моніторинг – орієнтується на реєстрацію чисельності, структури популяцій, характер розмноження та міграцій тварин і рослин. Біологічний моніторинг поділяється на зоологічний, ботанічний і антропогенний (медико-біологічний).

Геологічний моніторинг – досліджує стан літосфери, підземних вод, кріогенних зон, глибинних (до 15 км) шарів геологічної будови Землі.

Гідрометеорологічний і геофізичний моніторинг – розглядає загальну циркуляцію і стан атмосфери, електромагнітних полів, іонізаційного випромінювання, озонового шару, гідрологічних процесів у світовому океані та інші подібні питання глобальних процесів Земної кулі.

За масштабами територій спостереження виділяють:

– **глобальний моніторинг** – охоплює станції спостереження планетарного масштабу. Сам термін “моніторинг” уперше з’явився в рекомендаціях комісії СКОПЕ (Науковий комітет з проблем навколишнього середовища) при ЮНЕСКО у 1971 р., а у 1972 р. були сформульовані перші пропозиції щодо створення *Глобальної системи моніторингу навколишнього середовища* (Стокгольмська конференція ООН з навколишнього середовища). Глобальний моніторинг представлений постійними і тимчасовими (спеціальні науково-дослідні експедиції) станціями (частково автоматично чинними) у космічному просторі, океані, на суші (у тому числі в біосферних заповідниках), Антарктиді і Арктиці, зондуванням атмосфери (метеорологічні зонди і ракети) та ін. Значна частина станцій належить, або діє під егідою ООН, використовуються також засоби спостереження, що є власністю багатьох високорозвинених країн світу, передусім США, Європи та ін. Колишній Радянський Союз також мав велику кількість станцій у світовому океані, на спеціальних науково-дослідних суднах та ін. Частково інформацію для глобального моніторингу дають системи спостереження окремих країн світу;

– **імпактний (регіональний і локальний) моніторинг** – екологічний контроль на території окремих країн, їх регіонів, міст, окремих природних і господарських об’єктів.

Глобальний та імпактний моніторинг відрізняються площею спостереження, відстанню між пунктами взяття (добору) проб, частотою (години, місяці, роки) спостережень, кількістю компонентів спостереження, точністю і оперативністю подання інформації (таблиця 7.3).

Таблиця 7.3. – Характеристика окремих видів моніторингу за основними параметрами спостережень (Джигерей, Сторожук, Яцюк, 2001)

Параметр	Локальний	Регіональний	Глобальний
Площа, охоплювана системою, км ²	10...100	20... 2·10 ⁶	До 10 ⁷ ...10 ⁸
Відстань між пунктами добору проб, км	0,01...10	10...500	До 3000...5000
Періодичність досліджуваних процесів	Дні – місяці	Роки	Десятиліття – століття
Частота спостережень	Хвилини – години	Декада – місяць	2...6 разів на рік
Кількість компонент, що спостерігаються	3...30	120...1500	10 ³ ...10 ⁶
Точність	Частки ГДК	До 30 %	Десяті частки, %
Оперативність видання інформації	У реальному масштабі часу	Через 1...3 місяця від дня добору проб	Роки з дня добору проб

Моніторинг джерел забруднення передбачає спостереження за різними типами джерел: точковими стаціонарними (заводські труби, місця скидання відходів промислових підприємств, тваринницьких ферм), точковими рухомими (транспорт), лінійними або майданними (стоки із сільськогосподарських полів, атмосферні опади, розсіювання добрив).

За специфікою методів дослідження виділяють також **дистанційний моніторинг**. Це спостереження на відстані з допомогою найновішої техніки – *аерофотознімки, космічні знімки з супутників*. Космічні знімки стають зараз настільки доступними, що будь-яка особа може за відповідну плату (декілька тисяч доларів) замовити їх, наприклад, у спеціальних комерційних службах агентства НАСА (США) і дуже оперативно (через Інтернет) отримати.

Для розв'язання складних екологічних проблем, наприклад, у результаті техногенних і природних катастроф, у випадках, коли потрібно отримати інформацію якомога швидше, організовують **екстрений моніторинг**.

Загальна класифікація систем моніторингу подана у таблиці 7.4.

Таблиця 7.4. – Класифікація систем моніторингу (за В. Джигирєм)

Принципи класифікації	Наявні або розроблювані системи (підсистеми) моніторингу
Універсальні системи	Глобальний моніторинг (базовий, регіональний, локальний рівні, у т.ч. фоновий і палеомоніторинг). Національний моніторинг. Міжнаціональний, міжнародний моніторинг транскордонного перенесення забруднювальних речовин
Реакція основних складових біосфери	Геофізичний моніторинг Біологічний моніторинг (у т.ч. генетичний) Екологічний моніторинг (усі попередні види)
Різні середовища	Моніторинг антропогенних змін в атмосфері, гідросфері, ґрунті, кріосфері, біоті
Чинники і джерела впливу	Моніторинг джерел забруднення. Інгрідієнтний моніторинг (окремих забруднювальних речовин, радіоактивних випромінювань, шумів та ін.)
Гострота і глобальність проблеми	Моніторинг океану, клімату, озоносфери
Методи спостережень	Моніторинг за фізичними, хімічними і біологічними показниками Супутниковий моніторинг (дистанційні методи)
Системний підхід	Медико-біологічний (стан здоров'я), екологічний, кліматичний, біоекологічний, геоекологічний, біосферний

Складові моніторингу. У процесі моніторингу реєструються:

- екосистеми, що існують на території;
- тип господарського використання;
- рівень і форми деградації природного середовища – зміни рельєфу, ерозія, загибель рослин і тварин та ін.;
- фізичний і хімічний стан повітря, води, ґрунту;
- біологічне різноманіття і стан видів-індикаторів;
- радіоактивне забруднення;
- санітарний стан.

6. Організація мережі моніторингу

Організація системи моніторингу, як свідчить подана вище характеристика його суті і видів, вимагає створення системи станцій спостереження, лабораторій аналізу проб компонентів середовища, великої кількості дорогої апаратури і приладів, засобів спостереження, спеціальних складних наукових досліджень. Крім того створення самої мережі станцій (вибір місця розміщення, розподіл функцій – добір видів проб, їх частота і періодичність та інші подібні питання) вимагає достатньо обґрунтованого з наукової і

економічної точок зору підходу. При створенні занадто густої мережі та виконанні дуже великої кількості спостережень зростають економічні витрати. У зворотній ситуації інформація про стан навколишнього середовища буде недостовірною і недостатньою. Але, як правило, моніторингова мережа густіша і детальніша у районах з найбільшим антропогенним навантаженням (районах концентрації населення і господарства, зосередження великих, небезпечних з екологічної точки зору об'єктів – електростанцій, гребель, водосховищ, промислових підприємств та ін.). Необхідні базові станції (хоча й у меншій кількості) є і в малоосвоєних регіонах світу для глобального спостереження.

Найякіснішу мережу моніторингу мають високорозвинені країни світу. Вона складається як з державних організацій, так і з комерційних структур. Останні за плату виконують відповідні замовлення з моніторингу для зацікавлених юридичних осіб. Державні структури також частково можуть виконувати комерційні замовлення. Значна частка станцій спостереження належить також приватним організаціям (великим фірмам і підприємствам), які створили власну паралельну моніторингову мережу для розв'язання спірних з державою питань забруднення навколишнього середовища. Бідні країни у зв'язку з відсутністю достатнього фінансування, як правило, не мають розвинутої системи моніторингу. Це характерно і для нашої країни.

Контрольні питання:

1. У чому полягає суть, завдання і функції моніторингу?
2. Які основні методи використовують у моніторингу?
3. Як створюється система екологічної інформації і бази екологічних даних?
4. У чому полягає суть, функції та особливості ГІС-технологій? Їх значення для розвитку моніторингу.
5. Нащо потрібні державні екологічні кадастри, їх суть?
6. Суть і значення екологічного картування.
7. Пріоритети контролю і основні критерії забруднення навколишнього середовища.
8. Визначте суть поняття оцінки впливу на навколишнє природне середовище.
9. Що означають поняття синергічного і акумуляційного ефектів й труднощі їх оцінювання?
10. Нащо потрібні екологічні моделі? Які види моделей використовуються?
11. Охарактеризуйте види екологічного моніторингу, суть і специфіку їх використання та їх функції.
12. Назвіть основні складові моніторингу.
13. Як формується мережа моніторингу, з яких структурних елементів вона складається, нащо потрібна?
14. Визначте суть, мету, завдання і функції екологічної експертизи.
15. Сформулюйте основні принципи виконання екологічної експертизи.
16. Назвіть головні об'єкти екологічної експертизи.
17. Які форми екологічної експертизи Вам відомі, у чому їх суть і особливості виконання?
18. З яких етапів складається екологічна експертиза?
19. Як пов'язані між собою екологічна експертиза і оцінка впливів на навколишнє середовище?
20. У чому полягає суть інженерно-екологічної експертизи проектів будівництва, з яких етапів вона складається і що розглядається на кожному з етапів?
21. Визначте суть і особливості організації екологічної експертизи.

Практичне заняття №8

Тема 8. УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Навчальна мета заняття:

Розглянути способи управління екологічною безпекою сільськогосподарських підприємств.

Виховна мета заняття:

Виховання економічної культури природо використання.

Елементи заняття:

Проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів; виконання практичних завдань; постановка загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язування контрольних завдань; їх перевірка, оцінювання.

Навчальні питання, що виносяться на обговорення

1. Поняття про еколого-економічні системи. Інші методи економічного механізму природо використання.
2. Поняття про екологічну економіку.
3. Економіка природовикористання
4. Економіка ресурсовикористання.
5. Платежі (збори) за використання природних ресурсів.
6. Економіка відшкодування збитків від забруднення та інших порушень стану навколишнього середовища.
7. Платежі за забруднення та інші негативні впливи на навколишнє природне середовище

Методи навчання: словесні методи, практичні методи, робота під керівництвом викладача.

Рекомендовані джерела інформації.

1. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.
2. Техноекологія : підручник / Мальований М. С. та ін. ; за ред. М. С. Мальованого. Херсон: ЛДІ-ПЛЮС, 2017. 616 с.
3. Клименко М. О., Залеський І. І. Техноекологія : підручник. Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 348 с.
4. Промислова екологія : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Бедрій Я. І., Білінський Б. О., Швах Р.М., Козяр М. М. Київ : Кондор, 2018. 372 с.
5. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія : навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ : Кондор, 2018. 168 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2018. 315 с.

Теоретична частина**1. Поняття про еколого-економічні системи**

Екологічні проблеми неможливо розв'язати без вкладання у захист середовища певної кількості грошей, що залежить від можливостей суспільства. Багаті країни, як правило, інтенсивніше використовують природні ресурси і більше забруднюють навколишнє середовище, але вони й більше вкладають грошей (відшкодовують збитки) в його стабілізацію і відновлення. Повне відшкодування збитків (повернення середовища до первинного, “дикого” стану), за В. Горшковим, вимагає до 99 % усього зробленого людством, у тому числі й коштів. Це робить загалом недоцільним життєдіяльність людства, у тому числі, його господарську діяльність. Тому, одним з головних завдань гармонізації стосунків людини і природи є пошук оптимального співвідношення між їх протилежними інтересами, умовно його можна назвати *еколого-економічним оптимумом*. Це дуже складна

справа. При незначному обсязі грошового відшкодування (платить відповідно виробник і користувач) відсутні стимули для природоохоронних заходів. При великому – неефективною стає економічна діяльність, що гальмує розширення і розвиток виробництва, а також менше коштів залишається на соціальні заходи, розвиток культури, освіти, науки та ін.

Хоча ми й говоримо про збитки завдані природі, про її інтереси, насправді всі ці поняття – людського походження. Самій природі такі категорії не властиві. У природі не існує понять цінності ресурсів, плати за ресурси, раціонального природо використання, відшкодування збитків та ін. Тобто, природа не має ніякого власного економічного механізму. Їй без різниці, у якому стані і вигляді вона існує, наскільки цінні її компоненти. *Виробленням економічного механізму природо використання та його впровадженням у життя, пошуком еколого-економічного оптимуму існування людства і природи займається наука економіка природо використання або, за Л. Мельником, екологічна економіка*

2. Поняття про екологічну економіку

Це трансдисциплінарна галузь знань, що вивчає взаємозв'язок між екосистемами, соціальними спільнотами й економічними системами, а також умови, що забезпечують стійкий стан і прогресивний розвиток усіх трьох систем.

Мета науки “екологічна економіка” – формувати екологічно обґрунтовані пріоритети соціально-економічного розвитку суспільства і шукати найбільш ефективні шляхи досягнення поставлених цілей.

Завдання науки – вивчати закономірності формування економічних відносин в умовах екологічних обмежень, а саме:

- визначати наявні взаємозв'язки між потребами соціально-економічного розвитку, станом навколишнього середовища й умовами життєдіяльності людей; вивчати економічні аспекти взаємодії суспільства і природи;
- визначати економічні цінності компонентів навколишнього природного середовища і залучати еколого-економічні оцінки до системи економічних розрахунків;
- формувати систему керування, адекватну завданням раціонального використання факторів довкілля;
- виробляти методичне забезпечення для економічного обґрунтування оптимальних напрямів соціально-економічного розвитку, що адекватне поєднанню економічних і екологічних цілей;
- шукати шляхи підвищення еколого-економічної ефективності національної економіки та її основних підрозділів (Екологічна економіка \ Мельник, 2002, С. 10 – 11).

Мельник Л. також вважає, що “економіка природо використання” є часткою “екологічної економіки”, тобто вона вивчає економічні проблеми, пов'язані із природоохоронними заходами у межах традиційної виробничої системи. На наш погляд, принципової різниці між цими двома категоріями немає.

3. Економіка природо використання

Розробляє *економічні методи* раціонального використання природних ресурсів, відшкодування збитків, фінансового екологічного механізму.

Економічні методи (важелі) поділяються:

- *на прямі* (придбання-продаж ресурсів, платежі, інвестування, орендна плата та ін.);
- *побічні* (податки, пільгові кредити, субсидії та ін.);
- *змішані* (штрафні санкції, платежі за ліцензії та ін.).

Система фінансування і кредитування природоохоронних заходів складається з державних і місцевих бюджетів, природоохоронних фондів, банків, коштів підприємств, іноземних надходжень та інвестицій, страхових фондів тощо. Одним з завдань Державної природоохоронної програми є створення Національного екологічного фонду на правах юридичної особи на загальнодержавному та регіональному рівнях.

Структура економіки природо використання. Економіка природо використання складається з двох основних частин: *економіки використання природних ресурсів і економіки відшкодування збитків за забруднення та інші порушення природного середовища і шкоду*

населенню. Також до цієї науки належать:

- стимулювання НТП та інновацій у сфері природоохоронної діяльності;
- вироблення ефективного фінансового механізму – екологічних фондів, кредитування, страхування, стимулювання інвестицій та ін.;
- оцінка ефективності природоохоронної діяльності.

4. Економіка ресурсо-використання

Ця дисципліна складається:

- з економічної оцінки природних ресурсів;
- встановлення платежів за використання природних ресурсів.

Економічна оцінка ресурсів. Самі собою природні ресурси не мають ніякої ціни, вони створені природою без участі людини, тобто є безкоштовними (крім витрат на їх освоєння). Але, безкоштовність ресурсів не стимулює їх ефективного, економного використання. Це підтверджується досвідом радянської економіки: великі запаси практично усіх видів природних ресурсів, відсутність приватної власності на них, їх безкоштовність стимулювали їх марнотратне використання, не сприяли впровадженню нересурсномістких, комплексних технологій і цим збільшували рівень забруднення і відходів, що прямо пов'язано з обсягом використаних ресурсів.

Економічна оцінка ресурсів потрібна й для встановлення відповідних платежів (зборів) за використання або споживання ресурсів. Збирання цих платежів дозволяє створити відповідні резервні кошти, які можна використати на охорону середовища при видобуванні ресурсів, на їх відновлення (наприклад, насадження лісів, рекультивація земель та ін.).

Методи і види економічної оцінки ресурсів. Різноманіття наявних видів оцінок можна поділити на:

- рентну оцінку;
- затратну;
- змішану;
- оцінку за замикаючими витратами;
- спеціальні і додаткові методи оцінки.

Рентна оцінка визначається диференціальною рентою I (прибуток, що дає ресурс за рахунок своїх природних якостей; для ресурсів, якість яких поліпшена діяльністю людини, наприклад, підвищення родючості ґрунтів шляхом внесення добрив, існує диферента II):

$$Q = \frac{R}{E}, \quad (8.1)$$

де Q – економічна оцінка, або капіталізована рента; R – диферента I; E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, або процент кредитної ставки на банківський капітал (норма позикового відсотку, що регулюється нормою прибутку).

Ця формула використовується для ресурсів, що не мають кінцевого визначеного строку експлуатації (землі, лісу, води). Для вичерпних ресурсів (корисних копалин) впроваджується коефіцієнт дисконтування, що враховує строк експлуатації ресурсу.

Для міських земель та земель інших населених пунктів, рекреаційних угідь при оцінюванні використовують міську ренту, що враховує цінність інфраструктури (інженерно-транспортне облаштування, розвиток сфери управління, науковий і соціально-культурний потенціали, цінність історичної забудови, територіальне розміщення відносно центру міста та ін.).

Затратна оцінка – визначається сукупністю приведених витрат на освоєння ресурсу і обчислюється за формулою:

$$П = C + EK \rightarrow \min, \quad (8.2)$$

де $П$ – приведені витрати; C – собівартість (поточні, або експлуатаційні витрати); K – капітальні вкладення (одноразові витрати, кошторисна вартість освоєння ресурсу); E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, що дорівнюється:

$$E = \frac{1}{t}, \quad (8.3)$$

де t – строк окупності капітальних вкладень. З усіх можливих варіантів освоєння слід вибирати варіант з мінімальними приведеними витратами. Затратним методом можна оцінювати будь-які ресурси. Цей метод найчастіше використовують для оцінки варіантів освоєння нових ресурсів. Дехто вважає, що він менш вдалий, ніж попередній, оскільки не сприяє залученню в експлуатацію ресурсів гіршої якості. Але, між цими напрямками оцінювання нема антагонізму. Вони підходять до розв'язання одного й того ж питання, але з різних боків: оцінка від прибутку відбиває верхню межу умовних цін (орієнтованих на споживача), а витратна оцінка – їх нижню межу (орієнтованих на виробника). Конкретний вибір одного з двох методів залежить від мети оцінювання ресурсу.

Змішана оцінка – використовує елементи цих двох методів. Наприклад, економічна оцінка міських ділянок землі за своєю суттю включає елементи рентного і затратного методів.

Оцінка за замикаючими витратами є рентною, але рента обчислюється своєрідним способом – як різниця між замикаючими і конкретними (індивідуальними витратами) на освоєння ресурсу:

$$Q = \max [aD(Z_{\text{зам.}} - Z_{\text{інд.}})], \quad (8.4)$$

де Q – економічна оцінка природного ресурсу; a – коефіцієнт продуктивності природного ресурсу; D – коефіцієнт, що враховує динаміку ефекту забезпечення майбутніх витрат і наслідків; $Z_{\text{зам.}}$, $Z_{\text{інд.}}$ – затрати замикаючі й затрати індивідуальні.

Найскладнішим у даному методі є обчислювання замикаючих витрат. За одним підходом, це суспільно виправдані витрати на освоєння ресурсу. Тобто, за замикаючі витрати беруть витрати на вже експлуатований ресурс, який займає досить велику питому вагу в загальному балансі використання подібних ресурсів, має відносно значні перспективи дальшого використання і затрати на видобуток якого є по суті середніми у відповідній галузі. Таким чином, порівняння робляться не за найліпшими і не за найгіршими витратами і якістю експлуатованим ресурсом. Наприклад, замикаючими витратами на вугілля в Україні можуть бути витрати тільки на донецьке, і аж ніяк на вугілля Львівсько-Волинського і Дніпропетровського басейнів.

За іншим підходом, замикаючі витрати розглядають як гранично допустимий рівень затрат на задоволення потреб господарства країни з даного виду продукції. Завдяки цьому замикаючим вугіллям в Україні може бути експлуатоване вугілля найгіршого басейну, наприклад, Дніпропетровського. На наш погляд, перший підхід правильніший, оскільки відображає нібито середню ефективність суспільного використання ресурсу і показує економічну недоцільність використання ресурсів низької якості, з незначними обсягами запасів, розташованих у малодоступних місцях (тобто з економічно не виправданими затратами на освоєння). Але, економічна доцільність з часом може змінюватися, і ті ресурси, які зараз не вигідно використовувати, є стратегічним запасом для майбутніх поколінь.

Треба додати, що метод оцінки за замикаючими витратами найефективніший для оцінювання і прийняття нових проектів освоєння ресурсів.

Спеціальні й додаткові методи характеризуються великим різноманіттям підходів і використовуються конкретними пошукувачами у спеціальних дослідженнях.

Дуже велике значення в оцінюванні природних ресурсів мають **кадастрові оцінки**. Кадастрова оцінка – це комплексна оцінка природних властивостей і економічної цінності ресурсів, яка за масштабами виконання охоплює, як правило, територію всієї країни, затверджується відповідними органами влади і має силу державного документу. Кадастрова оцінка є своєрідним реєстром, банком даних певного ресурсу в країні. Вона буває *економічною і еколого-економічною*. До останньої належить і оцінка екологічного стану ресурсу, тобто рівня його забруднення, знешкодження та інших негативних антропогенних впливів.

Економічний кадастр складається з *бальної оцінки* природних властивостей ресурсу (наприклад, для земельних ресурсів оцінюється вміст гумусу, механічних склад ґрунту, його

вологість, інші агро-кліматичні характеристики, родючість та ін.) і грошової (вартісної або рентної) оцінки. Рівень цінності певної природної ознаки ресурсу оцінюється кількістю балів з попередньо визначеної їх межі (наприклад, з 10 можливих балів, виділених для оцінювання даної якості ресурсу, вибираємо 5, 7 чи 8; конкретний бал визначається межею параметрів тієї якості ресурсу, який розглядається). Наприклад, слід оцінити десять ознак ресурсу; кожній ознаці виділяється по 10 балів з оцінкою параметрів від 1 до 10; проводиться оцінювання за параметрами й ознаками і отримується результат: найцінніший ресурс отримує по 10 балів за кожну з 10 ознак (сумарна кількість балів – 100), найгірший ресурс – по 1 балу за кожну з 10 ознак (сумарна кількість балів – 10). Після цього виконується ранжування і зонування на території країни ресурсів з різною кількістю балів, визначається декілька типів і класів ресурсу. Наприклад, для сільськогосподарських земель виділяють три типи угідь: рілля; пасовища, луки і сіножаті; землі під багаторічними насадженнями (сади, плантації, виноградники та ін.). Кожен з типів можна поділити на декілька класів від найнижчого до найвищого, які й відображатимуть природну якість ресурсу. Бальна оцінка доповнюється грошовою оцінкою для кожного класу і типу ресурсу.

Державні економічні кадастри відіграють роль базової оцінки ресурсу, за якою далі визначаються платежі за використання ресурсу, регулюються ціни й орендні платежі за ресурс та інші економічні операції. Вироблення державного кадастру складна, трудомістка і дорога справа. Через певний час (декілька років) кадастри потребують оновлення у зв'язку із змінами економічної ситуації у країні й відповідними змінами цін на ресурси.

В Україні свого часу були вироблені земельний і частково лісовий кадастри, які тепер значно оновлені. Кадастри водних ресурсів і корисних копалин не виконувалися (вони оцінюються переважно затратним методом). Вироблення детальних, науково обґрунтованих нових кадастрів названих ресурсів, а також рекреаційних з врахуванням їх екологічного стану залишається найактуальнішим завданням вітчизняних науковців для раціонального використання ресурсів України.

У таблиці 8.1 подано оцінки певних видів земельних угідь в Україні і, для порівняння, у деяких країнах світу.

Таблиця 8.1 – Грошова оцінка земель України і ФРН (за Данилишиним, 1999)

Категорія земель	Площа земель, млн. га	Нормативна ціна 1 га землі		
		в Україні		У ФРН
		тис. грн.	тис. дол. США	тис. дол. США
Сільгоспугіддя (без земель населених пунктів)		6,2	3,3	20,9
у т.ч.: рілля	29,930	6,8	3,6	21,6
Багаторічні насадження	0,670	26,3	13,9	83,5
косовища, пасовища	6,750	2,8	1,1	10,8
землі лісів	10,372	13,4	7,1	43,7
Землі населених пунктів	6,818	169,7	89,8	370,0
у т.ч.: у містах і селищах міського типу	1,736	441,9	233,8	950,3
у сільських населених пунктах	5,082	88,3	46,7	196,4
Землі промисловості, транспорту, зв'язку й іншого призначення	2,089	16,8	8,9	54,3
Землі природо-охоронного, оздоровчого, рекреаційного, історико-культурного призначення	0,279	26,8	14,2	109,1
Інші землі	1,035	1,3	0,7	1,2
Води (території, вкриті поверхневими водами)	2,411	1,7	0,9	1,28

5. Платежі (збори) за використання природних ресурсів

Платне ресурсо-використання передбачає:

- плату за ліцензію на використання природних ресурсів;
- визначення нормативів використання ресурсів;
- встановлення ставок зборів (платежів) за використання ресурсу в межах нормативу (ліміту); за понадлімітне використання платежі збільшуються кратно 1–5 (коефіцієнт кратності, як правило, встановлює місцева влада);
- порядок і схему збору платежів;
- систему розподілення зібраних коштів.

Платежі за використання ресурсів переважно є обов'язковими. Нормативи плати у нашій країні встановлює держава (наскільки вони відображають реальну ціну ресурсу і механізм відшкодування за його вилучення або використання визначити важко, оскільки у нашій державі на формування багатьох економічних параметрів впливає надто багато позаекономічних факторів). Усі нормативні платежі (у межах визначеного ліміту на використання ресурсу) належать до витрат підприємств (собівартості виробництва), понадлімітні платежі відраховуються з прибутку підприємств. Подібний підхід має сприяти більш економному (хоч би нормативному) використанню ресурсів.

Кошти за використання природних ресурсів збираються з метою нагромадження коштів на природоохоронні заходи і формування екологічних мотивів екологізації виробництва.

В Україні затверджені відповідними державними документами (постанови Кабміну та ін.) і чинні такі види зборів у сфері використання природних ресурсів (далі використані дані про платежі з посібника Л. Мельника “Екологічна економіка”, 2002, С. 204-218).

1). **Плата (збори) за землю:**

– **плата за використання сільськогосподарських земель** встановлюється як земельний податок з одного гектара угідь у відсотках від його грошової оцінки: для ріллі, козовищ і пасовищ – 0,1 %, для багаторічних насаджень – 0,03 %;

– **плата за використання земель населених пунктів** встановлюється у розмірі 1 % від їх грошової оцінки. Для земель з невизначеною оцінкою встановлюється фіксований платіж. Для курортних міст впроваджується корегуючий коефіцієнт: для Південного берега Криму – 3,0; Південно-Східного узбережжя Криму – 2,5; Західного узбережжя Криму – 2,2; Чорноморського узбережжя Миколаївської, Одеської і Херсонської областей – 2,0; гірських районів і передгір'я Карпатського економічного району – 2,3; узбережжя Азовського моря – 1,5. За наднормативне використання землі платіжні ставки збільшуються у 5 разів. Податок за землю природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного призначення, за ділянки зайняті виробничою, культурно-побутовою, господарською забудовою, якщо вони використовуються не за призначенням, збільшується також у п'ятикратному розмірі.

– **плата за вилучення земельних угідь під непрофільне використання** становить 5 % від грошової оцінки за землі промислового, транспортного, оборонного, природоохоронного, рекреаційного, історико-культурного та іншого призначення. Для залізничного транспорту і військових організацій розмір податку становить 0,02 % від грошової оцінки ріллі для області. За тимчасове вилучення природоохоронних, оздоровчих, рекреаційних, історико-культурних ділянок плата становить 50 % грошової оцінки ріллі в області. Податок за землі, зайняті лісами, прирівнюється до плати за використання лісових ресурсів. Якщо землі лісового фонду вилучаються під виробничі, культурно-побутові, житлові й господарські потреби, то розмір податку становить 0,3 % від грошової оцінки ріллі для області. Податок за землі водного фонду – відповідно 0,3 %.

2). **Платежі за використання надр:**

– **збір за видання ліцензій на використання надр** встановлюється на конкурсній основі.

– **плата за користування надрами** встановлюється за видобуток і використання мінеральних ресурсів; для паливних ресурсів – рентні платежі;

– **нормативи відрахування за геологорозвідувальні роботи, що виконуються за рахунок державного бюджету**, подані у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Оцінка частки відрахувань за геологорозвідувальні роботи (ГРР) у

вартості мінеральної продукції

Вид корисних копалин	Вид товарної продукції	Одиниця вимірювання	Частка відрахувань за ГРР у вартості товарної продукції, %
Нафта	Нафта	Т	8,5
Газ природний	Газ природний	тис. м ³	6,0
Вугілля кам'яне	Вугілля	Т	0,7-0,8
Вугілля буре	Вугілля	Т	0,4-0,5
Залізна руда незбагачена	Концентрат	Т	1,5-1,6 до 1,8
Залізна руда збагачена	Мартенівська руда	Т	2,4
Марганцева руда	Концентрат	Т	0,7-0,8
Титанова руда	Ільменіт концентрат	Т	1,3-1,4
Титаново-цирконієва руда	Ільменіт, рутиловий, цирконієвий концентрати	Т	0,5-0,8
Вапняки флюсові	Щебінь	Т	1,25
Сірчана руда	Сірка гранульована	Т	1,2
Калієво-магнієва сіль	Калімагнезія	Т	3,5
Гіпс	Гіпс	Т	0,3
Цегельно-черепична сировина	Цегла	Т	0,25
Камінь будівельний	Щебінь	М ³	0,5

– **плата за використання підземного простору:** для зберігання природного газу і газопродуктів, нафти і нафтопродуктів; виробництва і збереження винопродуктів; вирощування грибів, овочів, квітів та інших рослин; зберігання харчових продуктів, промислових та інших товарів, речовин, матеріалів; іншої господарської діяльності.

3). **Плата за використання водних ресурсів** є двох видів: за використання і споживання води і за спеціальне використання.

Повна ставка плати за використання і споживання води складається з двох ставок:

– **за використання води як природного ресурсу** (складається з рентної оцінки за замикаючими витратами).

– **за забір води, її очищення і розподіл між водокористувачами в системі водопостачання** (оцінюється за витратами на виконання цих робіт). Місцеві органи влади мають широкі повноваження диференціації тарифів за водопостачання залежно від категорії споживачів. Як правило, для населення і комунального господарства ставки відповідно у 4-4,5 і 2,0-2,5 рази нижчі, ніж для підприємств. Чинні також різні дотації. За понаднадлімітне використання води для підприємств платежі збільшуються у 1-5 разів (конкретний коефіцієнт вибирається згідно з рішенням місцевої влади);

Плата за спеціальне використання водних ресурсів:

– **для потреб гідро-електроенергетики**, крім ГАЕС, що функціонують у комплексі з ГЕС;

– **для потреб вантажного та пасажирського транспорту.**

4). **Плата (збори) за спеціальне використання лісових ресурсів.** Ставки платежів за використання лісових ресурсів називаються **лісовими таксами**. Вони передбачають **попенну оплату** і застосовуються під час відпуску заготівельником деревини лісових порід на пні. Такси враховують породу, діаметр, висоту, якість дерев, зручність заготівлі і місце її розташування. Такси поділяються на два лісотаксові пояси:

– до першого належать ліси, за виключенням лісів Закарпатської, Івано-Франківської,

Чернівецької та гірських лісів Львівської областей;

– другий складається з названих вище лісів Карпатського економічного району, такси за які на 15 % нижчі, ніж для першого поясу.

Залежно від місця розміщення ліси поділяються на 5 лісотаксових розрядів: 1-й – відстань від лісосіки до пункту вивозу деревини – до 10 км; 2-й – 10,1-25 км; 3-й – 25,1-40 км; 4-й – 40,1-60 км; 5-й – 60,1 км і більше. Ця відстань корегується коефіцієнтом, який враховує рельєф і географічні особливості лісової ділянки:

- ліси з рівнинним рельєфом – 1,10;
- ліси з горбистим рельєфом або ліси заболочені понад 50 % – 1,25;
- ліси з гірським рельєфом – 1,5.

Такси диференціюються залежно від розміру деревини, яка поділяється:

- на велику – діаметр (відрізаний) стовбура у верхньому перетині без кори становить від 25 см і більше;
- середню – від 13 до 24 см;
- дрібну – від 3 до 12 см.

Окремо встановлені такси для некондиційної деревини (дров) у розмірі 25 % від такси дрібної деревини. Такси враховують також породу дерев.

5). **Плата за спеціальне використання об'єктів тваринного світу** вироблена для мисливського і промислового господарств, для комерційної торгівлі дикими тваринами.

У мисливському господарстві на полювання за дикими птахами (гагарою, лебедем, гусаком, качкою, дрохвою, стрепетом та ін.) і звірами (кротом, кролем, зайцем, ондатрою, вовком, лисицею, ведмедем, куницею, горностаєм, борсуком, бобрим, видрою, кабаном, ланню, оленем, козулею, лосем, зубром та ін.) спочатку слід одержати ліцензію (або спеціальну картку для дрібних тварин), де визначено терміни, норми відстрілу, види тварин та ін., і заплатити за неї. Для великих тварин ліцензії набагато дорожчі. Наприклад, вартість відстрілу 1 особини лося коштує 2,5 мінімальних неоподаткованих місячних зарплат громадян України; благородного оленя – 2; плямистого оленя – 1,5; лані – 1; козулі – 0,5; кабана – 1,2; ведмедя – 60. Для іноземців ціна ліцензій вища у 6-7 разів. Вбитий звір залишається власністю держави, але мисливець може його придбати за пільговою ціною – з 30-відсотковою знижкою від чинної розцінки.

В деяких областях, наприклад Волинській впроваджена також *плата за використання мисливських угідь*.

На ***вилов диких тварин (крім занесених до Червоної книги) для торгівлі*** треба отримати спеціальний дозвіл. Нормативи плати встановлені у доларах США (виплачуються у гривнях за офіційним курсом Нацбанку України). Перелік диких тварин, на які встановлено плату, перевищує 100 найменувань (ссавців, птахів, земноводних, змій, моллюсків, метеликів, жуків та інших комах). Наприклад, їжак коштує 5 \$ США, рукокрилі – 15; білка – 10; ласка – 10; чорний шур – 4; ховрашок – 2; хом'як – 1; чорний шуліка – 270; яструб – 100; сова – 40; лелека – 60; жайворонок – 5; ластівка – 7; синиця – 10; грак – 5; іволга – 20; жаба – 0,1-0,5; тритон – 0,5; гадюка – 15; вуж – 2; ящірка – 10; черепаха болотна – 7; полоз – 30; мотиль – 0,09-0,15; метелики – у середньому 0,15-0,4; метелик павлиноглазка велика нічна – 1,5; жуки – у середньому 0,1-0,4; інші комахи – у середньому 0,01-0,3.

Плата за вилучення пташиних яєць встановлена на рівні 50 % від платіжного тарифу за відповідний вид. Від плати звільняються наукові установи, зоопарки та інші спеціальні організації.

Плата за вилов риби і використання інших водних живих ресурсів. На вилов риби та інших мешканців водойм видається спеціальний дозвіл з визначенням квоти (ліміту) на обсяг промислу. Плата встановлена у доларах США за 1 тону ресурсу. Для вилову дозволено понад 60 видів тварин (крім занесених до Червоної книги). Наприклад, для внутрішніх водойм плата становить: карась – 17,7; лящ – 40,7; окунь – 31,4; сазан – 71,3; щука – 62,4; раки – 34,4; для Чорного і Азовського морів: камбала калкан – 66,9; акула катран – 183,8; кілька чорноморська – 18,1; осетер російський – 384,5; севрюга – 384,5; оселедець дунайський – 115,3; оселедець керченський – 98,3; скумбрія – 94; ставрида – 68,0; хамса чорноморська – 39,8; креветки – 34,4; мідії – 55,0; тарань – 19,4; судак – 68,6;

водорості – 2 дол. США за тону.

Риболовні організації спочатку виплачують аванс (до 10 % вартості квоти); потім щоквартально оплачують збори за фактичний вилов ресурсів, а повний розрахунок відбувається після закінчення року. Плата за вилов у межах квоти належить до витрат виробництва, а за понадлімітне використання відраховується з прибутку підприємства.

б). Платежі за використання радіочастотного ресурсу. Ставки платежів за 1 МГц смуги радіочастот (у гривнях) відрізняються залежно від виду використання ефіру, частотного діапазону і регіону.

Ставки одноразових платежів є стартовим для аукціону чи конкурсу на видання ліцензій. Ставки переглядаються щорічно.

На закінчення підрозділу про економіку ресурсо-використання слід також додати, що у високорозвинених країнах платежі за використання ресурсів, як правило, значно більші за обсягом і різноманітніші за видами і формами виплати. Там поширені виплати одноразових бонусів, орендних платежів (переважно за використання землі) і “роялті” (плата за право освоєння родовищ; існує поряд з рентними платежами), які дають великі доходи для федеральної казни. Великі виплати за використання ресурсів стримують їх видобуток у своїх країнах, тому гірничодобувні фірми часто шукають джерела надходження мінеральних ресурсів у менш розвинених країнах, де збори за використання ресурсів незначні. Таким чином, виробляється своєрідна політика збереження власних природних ресурсів і експансія видобутку ресурсів у відсталих країнах світу, що швидко винищують свої природні багатства і погіршують власний екологічний стан у зв’язку з недостатньо розвинутою природоохоронною законодавчою базою.

Відносно невеликі платіжні ставки за ресурси в Україні не стимулюють більш ефективного їх використання. Але, наші підприємства перебувають зараз під таким потужним податковим пресом (за рахунок багатьох інших обов’язкових платежів), що збільшення екологічних зборів може тільки погіршити економічний розвиток країни. Потрібна науково обґрунтована, виважена податкова реформа, у тому числі, з урахуванням екологічних інтересів суспільства.

У країнах з високим економічним рівнем розвитку поширене також використання побічних методів стимулювання раціонального використання ресурсів. Дуже високі ціни на ресурси сприяють розвитку малоресурсомістких технологій.

Стимулюється різними способами використання вторинних ресурсів, що є набагато вигіднішим, ніж експлуатація первинних ресурсів. Наймасштабніше цей напрямок розвинений у сфері використання металів, особливо кольорових.

Існують також інші методи впливу. Наприклад, у США в окремих штатах власники земельних ділянок сплачують менший земельний податок, поки вони не вирубують лісів на територіях володінь. Для підвищення інтересу підприємців до видобування нетрадиційних природних ресурсів (технології їх експлуатації вироблені недостатньо або за затратами на видобуток вони поступаються традиційним видам сировини і енергії) надаються дуже великі податкові, інвестиційні (пільгові кредити, субсидії, знижка на амортизаційні відрахування) та інші пільги. Така ресурсозберігаюча політика для нашої країни поки що не доступна.

8.6. Економіка відшкодування збитків від забруднення та інших порушень стану навколишнього середовища

Економіка відшкодування збитків складається:

- з еколого-економічної оцінки збитків від забруднення та інших негативних антропогенних явищ;
- механізму відшкодування збитків від порушення природного середовища (платежів за забруднення та інші негативні впливи, система штрафних санкцій та інші методи);
- механізму стимулювання природоохоронної діяльності у сфері зменшення забруднення і подолання інших порушень середовища.

Еколого-економічна оцінка збитків. Негативні наслідки впливу антропогенної діяльності вирізняються значною різноманітністю і не завжди піддаються кількісному облікові. Виділяють два види втрат: економічні і соціальні. Економічні втрати пов’язані з

погіршенням функціонування господарських об'єктів, соціальні – з негативним впливом на здоров'я людей та погіршення рівня їх життя і працездатності. Тобто, по суті, треба говорити про **соціально-економічну оцінку збитків**.

Безпосередньо *природні (екологічні)* втрати, як правило, не визначаються (крім спеціальних досліджень екосистем). Тобто, мова йде про оцінку зворотної дії прямої антропогенної діяльності, опосередкованої природою. Сама природа не має уявлення про збитки (для природи немає різниці, які екосистеми, рослини і тварини є на Землі чи їх зовсім немає). Оцінюється той рівень природного середовища і відхилення від нього, який необхідний нам (людству) для нормального існування. Таким чином, оцінка збитків за своєю суттю є оцінкою соціально-економічною, а термін “екологічна” визначає тільки особливість одного з напрямів загальної людської діяльності.

Мета оцінки збитків полягає у тому, щоб знайти грошовий еквівалент шкоди завданого господарству й людині від погіршення стану навколишнього середовища для того, щоб, у свою чергу, можна було ці збитки компенсувати (запобігти).

Труднощі оцінки збитків (втрат). Оцінка втрат з методологічної і методичної точки зору – досить складна справа, що пов'язано з такими чинниками:

- **різноманітність негативних впливів та їх джерел**, що пояснюється великою кількістю негативних антропогенних наслідків (тільки поллютантів нараховується десятки тисяч, і кожен з них по-різному впливає на різні об'єкти, а також слід врахувати ще й інші види негативної дії, наприклад, ерозію земель, корозію металевих та інших споруд, погіршення якості природних ресурсів). І це треба враховувати при обчисленні збитків;

- **багатоадресність** збитків – кожен від негативної дії впливає на багатьох реципієнтів (об'єктів, що страждають від цього негативного впливу). Так, наприклад, викиди тільки одного підприємства завдають шкоди іншим промисловим об'єктам, сільському, лісовому, рибному господарству, транспорту, здоров'ю людей, спорудам. Для кожного реципієнта часто потрібна власна методика обчислення збитків;

- **знеособлення процесів негативного впливу** визначає часто неможливість відрізнити серед чинників негативних явищ значення і питомому вагу екологічного чинника. Так, наприклад, збільшення собівартості виробництва продукції на підприємстві може пов'язуватися з будь-якою, не обов'язково екологічною (можливо, з соціальною чи економічною) причиною;

- **неоднозначність впливу одного й того ж явища на різні компоненти природного середовища** пов'язана з синергічним і акумулятивним ефектами, різною вибірковістю екосистем щодо різних видів впливу;

- **невизначеність наслідків негативного впливу за результатами і часом** визначається нестачею необхідних наукових знань про природні процеси.

Ці особливості не дозволяють повністю обчислити збитки. Оцінці підлягає лише верхня, видима частина айсберга, а тому обчислені втрати завжди менші за реальні, за оцінками деяких вчених – на 30-40 %. Відшкодування збитків (їх компенсація) також практично ніколи не буває повним, тобто воно менше не тільки від реальних, але й обчислених збитків. Це вже залежить від економічних можливостей суспільства.

В оцінці збитків панує два *альтернативні підходи*:

- **оцінка фактичного (при можливості повного) збитку;**
- **оцінка попередніх витрат на запобігання збитків.**

Перший підхід стосується фактичних (вже завданих) збитків (втрат) та їх компенсації й ліквідації. Витрати на ліквідацію негативних наслідків називають **компенсаційними**. Це пасивний метод боротьби із забрудненням.

Другий підхід засновується на попередніх обчисленнях потенційних збитків від можливого негативного впливу та їх запобіганні. Цей тип збитків іноді називають **можливим, або очікуваним**, а витрати на його запобігання називають **попередженими збитками**. Цей підхід можна назвати конструктивним: він не бореться з наслідками, а запобігає їм.

Але, в обох випадках неможливо повністю усунути всі негативні антропогенні наслідки. Таким чином, завжди є ще й **залишкові (остаточні) збитки**.

Відповідно, *суспільні екологічні втрати складаються з суми попереджених і компенсаційних витрат (суспільних збитків) і залишкових збитків*. Попереджені витрати, звичайно, не є цілком збитками, оскільки вони запобігають ще більшим втратам.

В еколого-економічній оцінці збитків передовсім оцінюються компенсаційні втрати суспільства разом з власне збитками (залишковими шкідливими наслідками).

Методи оцінки збитків. В еколого-економічній оцінці збитків поширено використання трьох основних методів:

- *прямого рахунку* (базуються на порівнянні показників, що характеризують збитки, з умовно чистим контрольним, або еталонним районом);
- *аналітичні* (на основі встановлених математичних залежностей);
- *емпіричні* (залежність величини збитків від рівня забруднення отримана на основі наявного досвіду поширюється на інші подібні об'єкти і ситуації).

Прямий метод є найефективнішим: він дозволяє найповніше і найточніше оцінити збитки. Для його впровадження необхідно попередньо отримати питомі збитки від одиниці (1 тонни) кожного виду забруднення або іншої негативної дії для одиниці кожного виду реципієнта (1 га земель сільського і лісового господарства, об'єктів комунального господарства, необхідних для проживання 1000 чол., промисловості з вартістю основних фондів 1 млн. грн. та ін.). Але, цей метод є найскладнішим і дуже трудомістким. Він використовується переважно в наукових дослідженнях, інколи для обчислення збитків внаслідок великих техногенних аварій (відшкодування збитків у випадку аварії, як правило, також є меншим, ніж реальні збитки). У таблицях 8.3, 8.4 подані значення збільшених питомих економічних збитків від забруднення в Україні за оцінкою Л. Мельника (Екологічна економіка, 2002, С. 180-181).

Таблиця 8.3 – Значення питомих економічних збитків від викидів 1 т шкідливих речовин в атмосферу, у дол. США

Інгредієнт	Питомий збиток
Пил	180–210
Сірчистий ангідрид	200–220
Окси азоту	320–350
Фтористі з'єднання	1220–1460
Аміак	160–180
Фенол	600–650

Таблиця 8.4 – Значення питомих збитків від скидання 1 т шкідливих речовин у водні джерела, у дол. США

Інгредієнт	Питомий збиток
Завислі речовини	90–110
Важкі метали	450–500
Органічні сполуки	780–850
Кислоти і луги	1050–1100

Для широкої практичної діяльності використовують переважно *витратний метод оцінки*.

Витратний метод оцінки збитків. Правильніше його було б назвати не оцінкою збитків, а методом обчислення платежів за забруднення та інші негативні впливи, хоч з урахуванням суспільно необхідних (виправданих) компенсаційних витрат. Він вироблений для уніфікації системи зібрання платежів від усіх забруднювачів і джерел забруднення.

Його суть полягає у тому, що для одиниці (як правило, 1 т) кожної забруднювальної речовини встановлюється норматив плати (у нашій країні – державний, в інших існують також регіональні нормативи), який обчислюється за витратним методом. Тобто, він виявляє скільки витрат (капітальних вкладень) може виділити дане суспільство на подолання забруднення (у розрахунку на одиницю викиду). Потім ця платіжна ставка помножується на загальну масу кожного виду викиду і корегується за допомогою різних коефіцієнтів, що враховують агресивність забруднювальної речовини, природно-географічні особливості

району викиду, господарське значення і специфіку місць розташування джерел забруднення та інші важливі параметри. Далі платежі для кожного виду забруднення підсумовують і отримують кінцевий платіж від одного джерела забруднення (підприємства та ін.). Потім треба підсумовувати платежі за джерела забруднення у країні (або регіоні). Обчислений загальний сумарний платіж має в ідеалі відповідати сумарним суспільним компенсаційним і остаточним втратам у країні (регіоні). Але, в зв'язку з тим, що це в принципі неможливо (99 % В. Горшкова), то нормативи плати обчислюються з урахуванням економічних можливостей суспільства. Тобто, сумарна плата завжди буде меншою, ніж компенсаційні втрати суспільства.

Цей метод передбачає попереднє вироблення нормативів (лімітів, або квот) викидів забруднювальних речовин (або інших негативних впливів) для кожного джерела забруднення. За понадлімітні викиди встановлюється коефіцієнт кратності (від 1 до 5 у нашій країні, встановлюється регіонами).

Подасмо приклад такої методики обчислень платежів за забруднення атмосфери. Збитки обчислюються за такою формулою:

$$Z_a = k_1 k_2 k_3 k_4 \sum_i^n A_i M_i \Pi_i, \quad (8.5)$$

де Z_a – сумарні збитки від забруднення атмосферного повітря; k_1 – коефіцієнт (безрозмірна константа), що характеризує природно-географічні особливості району (для водних ресурсів це може бути басейновий коефіцієнт); k_2 – безрозмірний коефіцієнт відносної небезпеки забруднення, що характеризує міста з різною чисельністю населення; міста різного соціально-господарського призначення – курортні, обласні центри та ін.; k_3 – параметр розсіювання викидів (висота труби та ін.); k_4 – коефіцієнт переходу на вартісну оцінку; коефіцієнт інфляції та ін.; A_i – показник агресивності i -ї речовини (ум. т/т) (вироблений для 700-800 речовин, має чотири класи); M_i – річна маса викиду i -ї речовини (тонни); Π_i – норматив плати за i -ту речовину (грошова одиниця за 1 тонну); n – кількість видів забруднювальних речовин.

Норматив плати обчислюється за формулою:

$$\Pi = \frac{B}{\sum M}, \quad (8.6)$$

де Π – норматив плати; B – витрати або капітальні вкладення, необхідні для природоохоронних заходів у країні або регіоні; M – маса викидів.

В обчисленнях нормативів платежів головне визначити обсяг B . При невеликому значенні зібраних з допомогою платежів коштів буде недостатньо для виконання природозахисних робіт. При зavelикому значенні B суспільні витрати на охорону будуть настільки великими, що можуть гальмувати економічний і соціальний розвиток. Пошук обґрунтованого оптимуму дозволяє знайти варіант відносно гармонійного співвідношення між суспільними, екологічними і соціально-економічними витратами.

$$B \text{ можна обчислити так: } B = M_z E_n \Pi_e, \quad (8.7)$$

де M_z – матеріальні виробничі витрати (різниця між валовим суспільним продуктом і національним доходом); E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (процентна ставка на капітал); Π_e – питома вага відходів матеріального виробництва (прийнята на рівні 0,25; отримана емпіричним шляхом).

Приблизно такий метод використаний в Україні для обчислення нормативів (ставок) платежів за забруднення атмосфери і водного середовища, а також за розміщення відходів на сміттєзвалищах.

У високорозвинених країнах плата за забруднення та інші порушення стягується переважно у вигляді податків. Система екологічного оподаткування відрізняється тільки розмірами (вони, як правило, більші, ніж в Україні) платіжних ставок і процедурою нарахування нормативів плати і збирання платежів. Але, система податків вважається більш гнучкою і дійовою. Вона доповнена існуванням ринку ліцензій на викиди, що видаються кожному підприємству за відповідну плату і якими можна торгувати (купує чи продає їх підприємство – залежить від його економічних можливостей). Система ліцензій відрізняється

від наших нормативів на кількість викидів не тільки своїми комерційними можливостями, але й спрямуванням на поступове зменшення загальної кількості викидів. Ліцензія видається на декілька років і кожна наступна має більш жорсткі вимоги на обсяг дозволених викидів, що постійно зменшується.

7. Платежі за забруднення та інші негативні впливи на навколишнє природне середовище

Впровадження системи платежів (зборів) передбачає:

- визначення нормативів викидів забруднювальних речовин та інших шкідливих впливів;
- встановлення ставок зборів (платежів) за негативний вплив у межах нормативу (ліміту); за понадлімітний вплив платежі збільшуються кратно 1–5 (коефіцієнт кратності, як правило, встановлює місцева влада); платежі в межах ліміту відносять на витрати виробництва, за понадлімітні викиди – вилучаються з прибутку підприємства;
- штрафні санкції за деякі види негативного впливу на навколишнє середовище;
- порядок і схему збору платежів;
- систему розподілення зібраних коштів.

Сума зборів за забруднення обчислюється платником самостійно щокварталу зрослим підсумком від початку року.

В Україні згідно з державними документами (постанови Кабміну та інструкції Мінекобезпеки і Мінфіну) діють такі види платежів, що є обов'язковими до виконання.

1). **Платежі (збори) за забруднення атмосфери** вилучаються зі стаціонарних і пересувних джерел:

- **плата за забруднення від стаціонарних джерел** обчислюється за формулою:

$$P_{nc} = \sum_{i=1}^n (M_{li} + M_{ni} K_k) H_i K_{nac} K_{ngz} K_{ind}, \quad (8.8)$$

де P_{nc} – сума зборів за забруднення повітря від стаціонарних джерел; M_{li} – обсяг викиду i -ї речовини у межах ліміту (т); M_{ni} – обсяг понадлімітного викиду i -ї речовини (т); K_k – коефіцієнт кратності збору за понадлімітний викид (1–5); H_i – норматив збору за 1 т i -ї речовини (грн./ т); K_{nac} – коефіцієнт, що враховує чисельність населення у населених пунктах; K_{ngz} – коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населених пунктів; K_{ind} – коефіцієнт індексації, що враховує інфляцію.

Нормативи плати за викиди окремих шкідливих речовин подаються у спеціальних таблицях.

Для речовин з невстановленим нормативом збору плата обчислюється згідно з її (речовини) класом небезпечності.

Для речовин з невстановленим класом небезпечності нормативи встановлюються згідно з установленними орієнтовно безпечними рівнями впливу.

Коефіцієнти корегування, необхідні для обчислень подані у таблиці 8.5 і 8.6.

Таблиця 8.5 – Коефіцієнти, що характеризують чисельність жителів населеного пункту

Чисельність населення, тис. осіб	Коефіцієнт
До 100	1,00
100,1–250	1,20
250,1–500	1,35
500,1– 1000	1,55
Понад 1000	1,80

Таблиця 8.6 – Коефіцієнти, що характеризують народногосподарське значення населеного пункту

Типи населених пунктів	Коефіцієнт
Організаційно-господарські й культурно-побутові центри місцевого призначення з перевагою аграрно-промислових функцій (районні)	1,00

центри, міста районного значення, поселення і села)	
Багатофункціональні центри, центри з перевагою промислових і транспортних функцій (республіканські й обласні центри, міста державного, республіканського, обласного значення)	1,25
Населені пункти, що належать до курортних	1,65

– **плата за забруднення від пересувних джерел** обчислюється за формулою:

$$П_{np.} = \sum_{i=1}^n M_i H_i K_{нас.} K_{нзз.} K_{інд.}, \quad (8.9)$$

де $П_{np.}$ – плата за забруднення повітря від пересувного джерела; M_i – кількість використаного пального i -го виду (т). Інші параметри однакові з параметрами формули для визначення плати за забруднення від стаціонарних джерел.

Нормативи зборів за забруднення різними видами транспортних засобів і від різних видів палива подаються у спеціальних таблицях.

2). **Платежі (збори) за забруднення водою** обчислюються за формулою:

$$П_в = \sum_{i=1}^n (M_{ли} + M_{ни} K_{к.}) H_i K_{б.} K_{інд.}, \quad (8.10)$$

де $П_в$ – плата за забруднення води; $K_{б.}$ – регіональний (басейновий) коефіцієнт. Всі інші параметри відповідають поясненням до поданих вище формул.

Нормативи зборів за забруднення води деякими забруднювачами подаються у спеціальних таблицях. Для басейнів основних річок країни встановлюються регіональні коефіцієнти (таблиця 8.7).

Таблиця 8.7 – Регіональні (басейнові) коефіцієнти

Басейни морів і рік	Коефіцієнт
Азовського і Чорного морів	2,0
Дунаю	2,2
Тиси, Пруту	3,0
Дністра, рік Криму	2,8
Дніпра (від кордону України до м. Києва)	2,5
Дніпра (від Каховського гідровузла до Чорного моря)	2,2
Західного Бугу, Вісли, Десни	2,5
Сіверського Донця, Міуса, Кальміуса	2,2

Для випадків забруднення територіальних і внутрішніх морських вод України суднами, у тому числі іноземними, передбачені спеціальні такси: табл.8.8)

Таблиця 8.8 – Такси для оцінювання розміру відшкодування збитків внаслідок забруднення суднами територіальних і внутрішніх морських вод України

Забруднювальні речовини	Одиниця вимірювання	Норматив відшкодування збитку за одиницю вимірювання, дол. США
Солі важких металів	кг-екв.	12936
Нафта і нафтопродукти	кг	329
Органічні речовини	кг	270
Завислі речовини	кг	132
Пестициди	кг	430
Детергенти	кг	381
Шкідливі речовини згідно з категорією токсичності (за міжнародною Конвенцією запобігання забруднення суднами 1973 р. з виправленнями 1978 р. СМАРПО – 73/ 78		

A	кг	1522
B	кг	286
C і D	кг	54
Господарсько-фекальні стоки	м ³	140
Сміття	кг	100

3). Плата за розміщення (захоронення) відходів обчислюється за формулою:

$$P_{відх..} = \sum_{i=1}^n (M_{лі} + M_{пi} K_{к}) H_i K_{м} K_{о} K_{інд.}, \quad (8.11)$$

де $P_{відх..}$ – платежі (збори) за розміщення відходів на сміттєсховищах; $K_{м}$ – коефіцієнт місця розміщення сміттєсховищ; $K_{о}$ – коефіцієнт, що характеризує характер організації (облаштування) сміттєсховища. Інші параметри відповідають показникам попередніх формул.

Відходи поділяються на класи з різним рівнем небезпеки, для кожного класу встановлені окремі нормативи плати. (табл.8.9)

Таблиця 8.9 – Коефіцієнти, що встановлюються залежно від місця розміщення відходів і характеру устаткування відходосховища

Найменування і характеристика коефіцієнта	Значення коефіцієнта
1. Коефіцієнт, що враховує місце розміщення: – у межах населених пунктів чи на відстані від них до 3 км; – за межами населених пунктів (не менш ніж 3 км)	3 1
2. Коефіцієнт, що враховує характер устаткування відходосховища: – спеціально обладнані полігони, що цілком забезпечують охорону атмосфери, води і землі від забруднення; – смітники, що не забезпечують повного захисту довкілля	1 3

Крім того, існують ще деякі види збору для спеціальних відходів:

- за захоронення обладнання та приладів, що містять ртуть, елементи з іонізаційним випромінюванням;
- за захоронення люмінесцентних ламп.

Штрафні санкції за шкоду, завдану об'єктам природного середовища

Штрафні санкції відрізняються від платежів тим, що вони не відображають реальної оцінки еколого-економічних збитків. За своєю суттю вони не є економічним механізмом регулювання природовикористання, хоча й виражені у вартісній (грошовій) формі. Штрафні санкції нараховуються не за збитками, а переважно за кількістю мінімальних неоподаткованих мінімумів доходів громадян або встановленого державою мінімального розміру зарплати. Тобто, їх розміри опосередковано відображають рівень економічного розвитку країни, можливість громадян та юридичних осіб відшкодувати завдані збитки, але не сам обсяг реальних збитків.

Зараз в Україні діє така система екологічних штрафів:

- за завдання шкоди рослинам і тваринам;
- за шкоду, заподіяну порушенням законодавства про природно-заповідний фонд.

А). Штрафні санкції за завдання збитків рослинному і тваринному світові нараховуються згідно з відповідним наказом Мінлісгоспу і Мінбезпеки й постановами Кабміну України:

- за незаконний промисел диких звірів і птахів, не занесених до Червоної книги, згідно з встановленими таксами збору. Такси встановлюються: від 5 мінімумів зарплати для деяких птахів (качка, кулик, перепелиця та ін.) до 110 для бурого ведмеда;
- за незаконний вилов цінних видів риб, водних тварин і рослин;
- за збитки, завдані лісовому господарству ушкодженням дерев, чагарників і

саджанців, самовільними косовицями і випасом худоби, ушкодженням мурашників, ушкодженням каналів і дренажних систем, несанкціонованою заготівлею рослин і трав;

– за ушкодження дерев і газонів у населених пунктах, а також за засмічення земельних ділянок і водойм у населених пунктах. Наприклад, за кожне зрубане дерево виплачується штраф від 2 мінімальних заробітних плат (діаметр дерева від 6 см – до 38 (діаметр – 46–50 см);

– за збиток тваринам і рослинам, занесеним до Червоної книги України.

Б). Санкції за шкоду природно-заповідному фондові обчислюються за таксами, розробленими для обчислення збитків:

– за незаконні вирубування або пошкодження дерев і чагарників: від 10 неоподаткованих мінімумів доходів громадян (н.м.д.г.) (за дерева до 10 см за діаметром) – до 800 н.м.д.г. (за дерева діаметром 46,1–50 см), а за кожен кущ чагарника – 40 н.м.д.г.;

– сінокосіння і випасання худоби (без дозволу): від 200 до 600 н.м.д.г. за кожну голову худоби;

– знищення трав'яного покриву (10–25 н.м.д.г. за кожний м²);

– знищення або пошкодження мурашників (30–150 н.м.д.г. за кожний мурашник залежно від його діаметру);

– заготівлю (збирання) дикорослих плодів, ягід, горіхів, грибів, лікарських рослин (без дозволу) (від 20 до 80 н.м.д.г. за 1 кг);

– проїзд транспорту у заборонених місцях (від 10 до 40 н.м.д.г. за кожну одиницю транспорту залежно від його виду);

– влаштування без дозволу неорганізованих місць відпочинку (20 н.м.д.г. за кожне місце короточасного відпочинку; 40 н.м.д.г. – за відпочинок з ночівлею);

– незаконне добування або знищення тварин (за бурого ведмедя – 600 н.м.д.г.; лося, оленя благородного – 450; оленя плямистого – 300; кабана, муфлона, козулю, бобра – 180; хутрових – 100; дрібних звірів – 30; за інші корисні види – 15; птахів – 30–60);

– пошкодження карстово-спелеологічних, геологічних та гідрологічних об'єктів, у тому числі:

– сталактитів, сталагмітів, сталагнатів (2–3,5 н.м.д.г. за 1 см);

– водно-карбонатних утворень (1,5 н.м.д.г. за 1 дм³ об'єму);

– гіпсових кристалів (2–4 н.м.д.г. за 1 см довжини);

– археологічних, палеонтологічних артефактів (3 н.м.д.г. за 1 дм³ об'єму);

– забруднення печер (0,1–0,3 н.м.д.г. за кожну покинуту річ, кожні 100 г речовини, кожну годину працюючого джерела, кожну випалену сигарету, кожний градус за Цельсієм термального забруднення);

– несанкціоноване відвідування печер (1 н.м.д.г. за кожного відвідувача);

– засипання ям або заглиблень без дозволу (3 н.м.д.г. за 10 м²);

– забруднення ям (4 н.м.д.г. за 1 м³ об'єму забруднень);

– пошкодження водоспадів (20 н.м.д.г. за 0,5 м висоти або 1 м ширини);

– пошкодження боліт або водойм (30 н.м.д.г. за 0,1 га);

– знищення боліт (50 н.м.д.г. за 0,1 га).

Спричинення і відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок аварійних випадків забруднення. Для розрахунків еколого-економічних збитків завданих аварійними ситуаціями, вироблено й затверджено ряд методик:

– для рибного господарства (1995);

– атмосферного повітря (1995);

– водних ресурсів (1995);

– земельних ресурсів (1997).

У випадках аварійних ситуацій з'ясовуються винуватці, що спричинили злочин, та питома вага їх участі у завданих збитках. Державні природоохоронні органи обчислюють розміри збитків за чинними методиками. Винуватці повинні їх відшкодувати в адміністративному чи судовому порядку.

У зарубіжних країнах система відшкодування збитків відрізняється більшою різноманітністю платежів (переважають податки) за різні види порушень, більш високими

платіжними ставками, існуванням ринку ліцензій на викиди масових забруднювальних речовин (у його основу покладений “бабл-метод”, або “метод ковпака”: у локальному регіоні зменшити забруднення можливо за рахунок не всіх, а тільки деяких джерел у результаті торгівлі між ними квотами на викиди), твердішими вимогами до виконання елементів природоохоронної політики, плановими діями на зменшення обсягів негативного впливу.

Багато спеціальних економічних методів регулюють не тільки компенсаційний економічний механізм (відшкодування збитків), а, в першу чергу, механізм запобігання негативному впливові на середовище – методи стимулювання природоохоронної діяльності. Ліпше розвинена також система відшкодування збитків в аварійних, кризових та інших непередбачуваних екологічних ситуаціях, збитків, завданих здоров’ю та іншим елементам життя окремої людини. Можна сказати, що загалом уся система економічного природоохоронного механізму у високорозвинених країнах організована на декілька порядків вище, хоч вона також має недоліки.

8.8. Інші методи економічного механізму природовикористання

Методи економічного механізму природовикористання можна поділити:

- на **компенсаційні**, спрямовані на відшкодування вже завданих збитків; частка подібних платежів може стягуватися до завдання шкоди навколишньому середовищу, але загалом вони є джерелом нагромадження коштів на відшкодування вже вчинених негативних впливів;

- **стимуляційні**, спрямовані на запобігання збиткам. Тобто, це нагромадження коштів та інші методи, що запобігають негативним впливам на середовище.

Однакові конкретні методи можуть бути використані також для компенсації збитків і їх запобігання.

Усі конкретні методи поділяються:

- на *податкові інструменти* (у тому числі акцизи);
- *митні тарифи і стягнення*;
- *платежі (плата, збори)*;
- *штрафи та інші санкції*;
- *пільгове фінансування (субсидії, дотації, гранти, кредити, виплати – відшкодування витрат; прискорена амортизація та ін.)*;
- *цінові інструменти*;
- *премії, нагороди, призи*;
- *екологічне страхування*.

До **податкового механізму**, крім емісійних податків на викиди забруднювальних речовин (про які вже мовилося вище), належить велика кількість як компенсаційних, так і стимуляційних стягнень. Так, у багатьох країнах світу чинні такі екологічні податки:

- *громадянські та інші екологічні податки* стягуються на екологічні потреби загалом (наприклад, у Франції); на розв’язання глобальних, національних чи регіональних потреб (стягуються також і з юридичних осіб), наприклад, податок на ліквідацію наслідків Чорнобильської аварії; у багатьох країнах – на розв’язання конкретних місцевих екологічних проблем і охорону конкретних природних об’єктів;

- *транспортні екологічні податки* стягуються з транспортних засобів, що є одним з найбільших забруднювачів навколишнього середовища (у багатьох країнах діє податок за використання автомобілів, літаків та ін.);

- *транзитні транспортні податки* збираються з іноземних транспортних засобів, що перетинають територію країни (в Україні є такий податок на перевезення вантажів);

- *екологічні податки на товари, що є екологічно небезпечними або підлягають вторинному використанню (утилізації)*, наприклад, на добрива, пестициди, пластмасову тару, шини, батареї та акумулятори, хімічні речовини (розчинники, мастила) та ін.;

- *екологічні податки на паливо або вміст у них шкідливих речовин (свинцю, сірки та ін.)*;

- *комунальні податки (на каналізацію, утилізацію відходів та ін.)*;

- *пільгові екологічні податки (зменшення ставок податку або податку на прибуток*

для продукції екологічного призначення; дозвіл на долучення до собівартості екологічних витрат; податкові привілеї на інвестиції в екологічну сферу; режим прискореної амортизації обладнання екологічного призначення). Податкові пільги надаються на очисні споруди, моніторингові системи, рекультиваційну техніку, засоби індивідуального екологічного контролю, на переробку відходів, облагородження ландшафтів, екологічну освіту, рекреаційні послуги і екотуризм, роботу заповідних об'єктів. Можуть бути зменшені податки на землю, що використовується для екологічної діяльності, на екологічно чисту продукцію і технології, на використання виснажених і бідних природних ресурсів та ін.;

– *акцизи на паливо і ресурсну сировину* впроваджують з метою підняття їх ціни для економнішого використання.

Митні стягнення впроваджуються на імпорт екологічно небезпечної продукції (наприклад, на старі автомобілі, пестициди, відходи, озоноруйнівні речовини та ін. Навпаки, мито зменшується або зовсім анулюється на екологічно чисту продукцію і технології, екологічне обладнання, прилади та ін. Вивізні тарифи можуть підвищуватися на сировинну продукцію (метали, паливо, сировину) і зменшуватися для вивозу продукції, якщо заміщує експорт сировинних галузей (машинобудування, поліграфічна та інші види продукції обробної промисловості).

Екологічні платежі загалом такі, як і в нашій країні – за використання ресурсів і за забруднення, за несанкціоноване використання або пошкодження природних ресурсів. У багатьох країнах існують платежі за шумове, електромагнітне та інші специфічні види забруднення.

Екологічні штрафні санкції поширені для відшкодування багатьох видів збитків і недотримання екологічного законодавства. Окремо треба визначити відповідну систему міжнародних екологічних штрафних санкцій.

Методи пільгового фінансування:

– *субсидії* бувають прямими (незворотна державна допомога) і побічними (пільгові кредити і податки); як правило, субсидуються державні природоохоронні програми, важливі екологічні науково-дослідні і конструкторські роботи, міжнародні екологічні проекти, освітні й культурні екологічні програми та ін.;

– *дотації* – це також переважно державна допомога, але надається вона для відшкодування збитків або на спеціальні цілі. Це може бути допомога сільському господарству на вирощування продукції без використання отруйних речовин (пестицидів та ін.); на нову продукцію екологічного призначення для її просування на ринку; на господарювання в особливому екологічному режимі; регіонам і навіть країнам, що сповільнюють власний індустріальний розвиток заради збереження унікальних природних комплексів світового значення;

– *гранти* надаються на виконання спеціальних екологічних досліджень, вироблення проектів, програм охорони природи, конструкторські роботи у сфері проектування нового обладнання, приладів з відповідними екологічними характеристиками;

– *кредити* надаються для пільгового фінансування природоохоронних заходів різного характеру; пільги розрізняються за термінами, обсягами, гарантіями, процентними ставками кредитування;

– *виплати, що відшкодовують втрати і витрати екологічного призначення*, стягуються від винуватців екологічної шкоди, екологічних фондів, держави та інших підприємств чи іншим об'єктам, окремим особам, які постраждали від екологічного лиха (аварії, стихії), змушені існувати в несприятливих екологічних умовах або втрачають вигоду заради збереження цінних природних об'єктів та ін.;

– *прискорена амортизація* використовується для прискореної модернізації основних фондів екологічного призначення.

Цінові інструменти використовують у сфері збільшення або зменшення (прямого і непрямого регулювання) цін на електроенергію, паливо, природні ресурси для різних споживачів і термінів використання з метою ліпшого використання ресурсів і захисту споживачів з низьким рівнем доходу; для пільгового режиму роботи екологічно орієнтованих підприємств; для стимулювання випуску екологічно чистої продукції та ін.

Премії, нагороди, призи, маркетингове сприяння, надання додаткових ресурсів, інформаційна підтримка підприємств та ін. надають для підприємств та інших об'єктів, спрямованих на різні види екологічної діяльності.

Екологічне страхування призначене для відшкодування екологічних збитків від непередбачених ситуацій (аварії, катастрофи та ін.). Страхуванню підлягають також підприємства та інші об'єкти, що є носіями екологічного ризику (наприклад, трубопроводи, військові підприємства й організації, АЕС та ін.). Екологічне страхування один з найпоширеніших важелів у багатьох розвинених країнах.

У нашій країні розглянуті засоби економічного регулювання раціонального природовикористання, охорони природи та забезпечення екологічної безпеки розвинені слабо, крім платежів за ресурси і забруднення. По суті, цей механізм ще тільки треба формувати в Україні.

Перелік завдань:

1. Розрахуйте штрафи підприємства в цілому і по основних видах платежів: за викиди стаціонарних та пересувних джерел, за скиди, розміщення відходів.
2. У скільки разів зміняться платежі підприємства за викиди в 2014р., якщо буде використана нова технологія, яка дозволить знизити викиди CO на 40%?
3. Розрахунки показали, що нове обладнання може зменшити викиди оксиду азоту в 4 рази, проте викиди зважених речовин збільшуються на 15 кг. На яку суму зміняться штрафи підприємства?
4. На яку суму зміняться платежі підприємства в 2014р. при переході всього автотранспорту на скраплений газ, умовно вважаючи витрата палива незмінним?
5. Чи буде ефективно будівництво очисних споруд для очищення стічних вод від нафтопродуктів на 80% перед їх скиданням у ріку, якщо витрати на будівництво та експлуатацію споруд оцінюють в 100 тис. грн.?
6. Який природоохоронний захід дасть більший економічний ефект: будівництво нафтоуловлювачів, описаного у запитанні 5 або використання відстійника зважених речовин з ефективністю вловлювання 90%, якщо витрати на будівництво та експлуатацію останні оцінюються в 20 тис. грн.?
7. Зниження в 2 рази викиду, якої забруднюючої речовини дозволяють максимально знизити платежі підприємства за забруднення?
8. На скільки і у скільки разів зміняться платежі підприємства за розміщення відходів, якщо вони обладнують у відповідності з встановленими вимогами на своїй території спеціальну промислову площадку для металобрухту?
9. На скільки зміняться платежі, якщо відходи протягом двох років будуть розміщуватися на несанкціонованому звалищі?

Контрольні питання

1. Визначте поняття еколого-економічних систем і еколого-економічного оптимуму природовикористання.
2. Проаналізуйте суть, мету і завдання науки "екологічна економіка".
3. Поняття предмету дослідження і структури науки "економіка природовикористання".
4. Охарактеризуйте види методів економічного регулювання природовикористання та їх суть.
5. У чому полягає суть економічної оцінки природних ресурсів? Які види і методи оцінок існують?
6. Розкрийте суть і вивчіть формули рентної і затратної видів оцінок, а також оцінку за замикаючими витратами. У яких випадках і для яких видів ресурсів вони використовуються?
7. Роль та функції державних кадастрових оцінок природних ресурсів. Кадастри яких ресурсів вироблені в Україні?
8. Проаналізуйте суть платежів (зборів) за використання природних ресурсів і

процедуру їх встановлення.

9. Які види платежів існують в Україні за використання землі, надр, водних і лісових ресурсів, об'єктів тваринного світу, радіочастотних ресурсів?

10. Як розподіляються збори за використання ресурсів в Україні?

11. Визначте суть відшкодування збитків за забруднення та інші порушення стану навколишнього природного середовища.

12. У чому полягає суть еколого-економічної і еколого-соціальної оцінки збитків? Її мета та особливості, труднощі обчислення збитків.

13. Які альтернативні підходи щодо оцінки збитків існують? Поняття про компенсаційні, попередженні та залишкові збитки.

14. Що визначає поняття суспільні екологічні витрати?

15. Які методи оцінки збитків від забруднення та інших негативних явищ існують?

16. У чому полягає зміст і специфіка використання витратної методики оцінки збитків?

17. Охарактеризуйте і вивчіть формули, за якими нараховуються в Україні платежі за забруднення атмосфери (від стаціонарних і пересувних джерел), водойм, розміщення відходів.

18. Проаналізуйте види і обсяги штрафних санкцій в Україні за несанкціоноване використання об'єктів рослинного і тваринного світу, збитки природно-заповідному фонду, внаслідок аварійних ситуацій.

19. Охарактеризуйте найпоширеніші на світі види економічного механізму природовикористання і відшкодування збитків: податки, митні платежі, прямі платежі за забруднення, штрафи, пільгове фінансування, цінові інструменти, екологічне страхування, премії і дотації та ін.

Затверджено до друку кафедрою БЖД , протокол №1 від 26 серпня 2021 р.
Формат 60х90 $\frac{1}{16}$. Папір офсетний (білий 70-80 г/м²)
Ум. друк. арк. 5,4. Авт. арк (Обл.-вид. арк.) 6,5.
Тираж 5 пр. Гарнітура Times New Roman Сут.

Друк – Шпилька М.М. (доцент, кафедра БЖД) Полтавського державного аграрного університету