МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Безпека життєдіяльності, екологія та хімія»

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

з дисципліни «ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ»
для студентів галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»
рівня підготовки «бакалавр»

Одеса – 2024

Навчальний посібник підготовлено ***Даус Марією Євгенівною*** – канд. геогр. наук, доцентом, ***Перетякою Сергієм Миколайовичем*** – канд. техн. наук, доцентом, ***Савчук Євгенією Вікторівною*** – старшим викладачем та ***Шпотою Оленою Олександрівною*** – асистентом кафедри «Безпека життєдіяльності, екологія та хімія» Одеського національного морського університету.

Навчальний посібник схвалено кафедрою БЖДЕХ ОНМУ
25 січня 2024 р. (протокол № 7).

Рецензенти: Безбах Ігор Віталійович – доктор технічних наук, доцент
Гула Ігор Володимирович – кандидат технічних наук, доцент

УДК 502:504.04

Захист довкілля: навч. посіб. / [М. Є. Даус та ін.]; – Одеса: ОНМУ, 2024. – 352 с.

У навчальному посібнику наведено теоретичні матеріали з дисципліни «Захист довкілля». Навчальний посібник розроблено відповідно до робочої програми «Захист довкілля», яку розроблено кафедрою «Безпека життєдіяльності, екологія та хімія» Одеського національного морського університету у 2023 році.

В навчальному посібнику висвітлені основні теоретичні, наукові, методологічні та практичні основи вибору сучасних методів, технологій, обладнання в сфері захисту атмосфери, охорони водних ресурсів і земель, екологічні проблеми будівельного комплексу та гідротехнічних споруд.

Навчальний посібник може бути використано науковцями, викладачами вищих навчальних закладів освіти, аспірантами, студентами та слухачами курсів підвищення кваліфікації, які працюють у напряму захисту довкілля.

ЗМІСТ

Вступ…….... 7
Тема 1. Правові основи впливу на довкілля…… 9
1.1 Нормативно-правові основи регулювання впливу виробничої діяльності на довкілля……... 9
1.2 Екологічне законодавство і право України……. 12
1.3 Закон України «Про оцінку впливу на довкілля»……... 19
1.4 Міжнародне законодавство, нормативи і стандарти Європейського Союзу у сфері охорони атмосферного повітря, водних ресурсів та земель…….. 23
Тема 2. Теоретичні основи захисту довкілля…… 31
2.1 Екосистема. Ознаки екосистем. Будова екосистем…… 31
2.2 Класифікація екосистем…… 34
2.3 Ланцюги живлення. Екологічні піраміди…… 36
2.4 Екологічні фактори. Лімітуючі фактори……. 37
2.5 Класифікація екологічних факторів. Біотичні та абіотичні фактори…… 42
2.6 Екологічні ніші……... 44
2.7 Біосфера та її межі……. 46
2.8 Походження й еволюція біосфери…… 47
Тема 3. Людина і природне середовище…… 52
3.1 Атмосфера, гідросфера, літосфера……... 52
3.2 Природні та антропогенні джерела забруднення довкілля… 63
3.3 Антропогенний вплив на навколишнє середовище. Основні наслідки антропогенної діяльності…….. 65
3.4 Вплив війни на природне середовище……. 71
Тема 4. Сучасні підходи, методи й технології захисту атмосфери…… 76
4.1 Особливості утворення забруднювальних речовин в галузевих технологічних процесах і пристроях, властивості забруднювачів…… 76
4.2 Властивості забруднювачів газових викидів……... 82
4.3 Основні напрями та методи захисту атмосфери……. 85
4.4 Методи очищення газопилових викидів промислових підприємств…… 92
4.5 Паспортизація пилогазоочисного обладнання…… 105
Тема 5. Сучасні підходи, методи і технології охорони та відновлення водних екосистем…….. 106
5.1 Схеми використання води на промислових підприємствах 106
5.2 Удосконалення технологічних і виробничих процесів галузі у напряму скорочення надходження забруднень у водні об’єкти…….. 115
5.3 Сучасні методи й технології очищення стічних вод…….. 118
5.4 Врахування екологічних аспектів при проектуванні та експлуатації водоохоронних технологій……. 134

Тема 6. Сучасні підходи, методи і технології охорони земель…… 139
6.1 Вплив діяльності людського суспільства на геологічне середовище…… 139
6.2 Джерела виникнення небезпечних явищ, що негативно впливають на стан земель……. 140
6.3 Вплив господарської діяльності на ґрунт…… 142
6.4 Вплив екзогенних процесів на стан земель……. 146
6.5 Сучасні перспективні технології та обладнання в сфері охорони земель……... 148
Тема 7. Будівельний комплекс, екологічні проблеми та перспективи……... 170
7.1 Загальна характеристика……... 170
7.2 Використовувані ресурси будівельного комплексу…… 180
7.3 Вплив на довкілля промисловості будівельних матеріалів 181
7.4 Вплив будівництва на довкілля…… 184
7.5 Заходи зі зниження рівня негативного впливу будівельного комплексу на навколишнє середовище та його попередження…… 187
7.6 Нові екологічно безпечні технології в будівництві…… 187
Тема 8. Екологічне будівництво як інноваційний підхід формування сталого розвитку України……... 190
8.1 Міжнародні стандарти екологічного будівництва…….. 190
8.2 Екологічне будівництво в Україні…… 197
Тема 9. Водні екосистеми. Забруднення морських вод. Антропогенні забруднення Чорного моря та їх вплив на екосистему……. 200
9.1 Загальна характеристика екосистем. Водні екосистеми…… 200
9.2 Забруднення морських вод…… 207
9.3 Особливості екосистеми Чорного моря та його антропогенного забруднення……. 209
Тема10. Будівництво гідротехнічних та портових споруд, їх вплив на природне середовище……... 214
10.1 Гідротехнічні споруди та їх класифікація……. 214
10.2 Вплив гідротехнічних споруд на природне середовище….. 225
10.3 Бетонні і залізобетонні роботи в гідротехнічному будівництві, екологічні впливи на довкілля……. 231
10.4 Особливості впливу підводного бетонування на навколишнє середовище……. 236
Тема11. Екологічні ризики забруднення гідросфери нафтою……. 237
11.1 Забруднення нафтою – сучасна проблема світового океану 237
11.2 Джерела надходження нафти та нафтопродуктів у морське середовище…… 244
11.3 Засоби ліквідування розливів нафти…….. 253
Тема12. Екологічні аспекти видобутку і переробки корисних копалин…… 262

12.1 Техногенні впливи на геологічне середовище……. 262
12.2 Порушення складу і режиму підземних вод……. 272
12.3 Вплив промислових робіт у нафтогазовій справі на екологію середовища……. 276
12.4 Охорона надр…….. 280
Тема13. Вплив днопоглиблювальних робіт і дампінгу ґрунтів на екологічний стан окремих ділянок північно-західної частини Чорного моря……... 282
13.1 Основні джерела забруднення морських вод……... 282
13.2 Акваторії проведення днопоглиблювальних робіт…….. 285
13.3 Особливості екосистем Північно-Західного Причорномор'я…… 287
13.4 Сучасний стан проблеми днопоглиблювальних робіт і дампінгу…… 288
13.5 Загальна характеристика порту «Південний». Розташування порту…… 295
13.6 Перевантажувальні райони і термінали порту……. 297
13.7 Методика оцінки збитків при проведенні днопоглиблювальних робіт в порту «Південний»…… 299
Тема14. Особливості впливу річкових та морських портів на навколишнє природне середовище…….. 300
14.1 Річкові та морські порти та їх вплив на навколишнє природне середовище……. 300
14.2 Заходи щодо попередження забруднення водного басейну 304
14.3 Особливості акваторій морських портів (МП) Чорного моря, їх компоненти…… 305
14.4 Вплив екосистем акваторій МП на видове багатство прибережних вод……. 308
Тема15. Загальне поняття «ризику». Головні закони та принципи екологічної безпеки…… 314
15.1 Загальне поняття «ризику». Головні закони та принципи екологічної безпеки……. 314
15.2 Економічні та екологічні ризики…… 323
15.3 Управління ризиками в портовій діяльності……. 337
Тема16. Оцінка екологічних ризиків припортової діяльності……... 346
16.1 Оцінка екологічних ризиків припортової діяльності пов'язаних з викидами забруднювальних речовин в атмосферне повітря……. 346
16.2 Оцінка екологічних ризиків припортової діяльності пов'язаних із складуванням відходів……. 349
Література……. 352

ВСТУП

Дисципліна «Захист довкілля» орієнтована на засвоєння здобувачами вищої освіти. В курсі вивчаються питання, що пов’язані з основними закономірностями взаємодії людини, суспільства і природи, захисту довкілля, особливо у галузі будівництва, у тому числі гідротехнічних споруд.

Метою є засвоєння і формування знань про основні закономірності взаємодії людини, суспільства і природи, особливості впливу антропогенних факторів на природне середовище та його зворотну дію, особливо у галузі будівництва, у тому числі гідротехнічних споруд. На прикладах об'єктивних законів екології, взаємодії людини і природи показати студентам специфіку сучасних проблем екології та раціонального природокористування, їх значення в здійсненні науково-технічного прогресу. Використовуючи методи екологічного аналізу, необхідно навчити студентів прийомам дослідження й рішення екологічних і природоохоронних завдань, виробити в них уміння аналізувати різні природні та антропогенні процеси, здатність передбачати можливі зміни в природному середовищі, застосовувати сучасні методи науки для запобігання негативних змін природного середовища, особливо у галузі будівництва, у тому числі гідротехнічних споруд.

Завданнями, що мають бути вирішеними у процесі викладання дисципліни, є набуття здобувачами компетентностей за освітньо-професійною програмою:

– формування у студентів екологічного світогляду;

– засвоєння основних закономірностей взаємодії людини, суспільства і природи;

– оволодіння основними принципами та засобами раціонального природокористування й охорони навколишнього середовища;

– набуття навичок ефективного впровадження природоохоронних заходів, особливо у галузі будівництва, у тому числі гідротехнічних споруд.

У результаті вивчення дисципліни здобувачі повинні здобути *знання:*

- основні теоретичні положення сучасної екології;
- основні екологічні терміни, поняття, фактори, закони;
- причини, наслідки і шляхи усунення локальних, регіональних і глобальних екологічних криз;
- основні форми й особливості антропогенного впливу на НПС;
- основи раціонального природокористування;
- нормативи якості навколишнього природного середовища;
- екологічне законодавство України;
- основні напрями екологічної політики України;
- вплив будівництва на довкілля;
- вплив на довкілля промисловості будівельних матеріалів;
- сутність та завдання екологічного будівництва;

- властивості, збирання та утилізація твердих побутових і виробничих відходів;

- вплив на природне середовище будівництва гідротехнічних та портових споруд;

- особливості впливу підводного бетонування на навколишнє середовище;

- екологічні ризики забруднення гідросфери нафтою;

- вплив промислових робіт у нафтогазовій справі на екологію середовища;

- екологічні ризики припортової діяльності.

вміння:

- застосовувати базові фундаментальні екологічні знання при формуванні особливого ставлення до об’єктів природи і суспільства, при утвердженні активної природоохоронної життєвої позиції;

- робити висновки щодо конкретних екологічних ситуацій;

- оцінювати збитки, завдані природі в результаті антропогенного впливу, особливо у галузі будівництва, у тому числі гідротехнічних споруд.

1 ПРАВОВІ ОСНОВИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Нормативно-правові основи регулювання впливу виробничої діяльності на довкілля

Роль *права* у регулюванні взаємодії природи і суспільства полягає у *встановленні науково обґрунтованих правил поведінки людини щодо природи.* Найбільш суттєві правила такої поведінки закріплюються державою в законодавстві і стають загальнообов'язковими нормами права для виконання та дотримання, що забезпечується державним примусом у разі їх невиконання.

Екологічне право має свої методи правового регулювання. Під *методами правового регулювання екологічного права* (як і будь якого іншого права) розуміють *сукупність закріплених у юридичних нормах способів* (прийомів, засобів) *впливу* на поведінку людей, які беруть участь у регульованих правом суспільних відносинах.

До структурних елементів методу правового регулювання відносять три способи впливу на поведінку суб'єктів правовідносин: *дозвіл, розпорядження* (позитивне зобов'язання) і *заборона*. Учасникам регульованих правом суспільних відносин у разі дозволу надаються права на активні дії у визначених правом межах можливої поведінки; у разі позитивного зобов'язання визначається належна поведінка, тобто покладаються обов'язки активної і конкретної поведінки (щось зробити, передати, припинити, заплатити); у разі заборони не дозволяється проводити визначеного роду діяння.

Реалізація наявності норм екологічного права забезпечується ще чотирма способами: *узгодження, рекомендації, стимулювання належної поведінки* та *забезпечення законності*. Перелічені способи сприяють досягненню закріплених у правових нормах цілей щодо охорони природи і раціонального використання природних ресурсів. Вони забезпечують перетворення моделі належної можливої екологічної поведінки, передбаченої правом, у конкретну поведінку суб'єктів правовідносин.

Функціонування способів правового регулювання здійснюється по всьому ланцюгу екологічних правовідносин – виникнення, розвиток, припинення. При цьому загальнооздоровчим способом забезпечується процес становлення учасників екологічних правовідносин, наділення суб'єктивними правами та обов'язками та їх здійснення в рамках зазначених екологічних вимог. Так, *загальнооздоровчим способом* забезпечується право загальнодоступного природовикористання (використання землі загального користування у населених пунктах, лісокористування, загальне водокористування). Цей спосіб здійснюється за принципом: дозволено все, крім дій, які прямо забороняються законом. Інші види природокористування реалізуються за допомогою *способу правового регулювання*. Він будується за принципом: заборонено все, крім дій, які дозволені нормами права.

Норми-заборони, притаманні екологічному праву, забезпечують *охорону права* державної власності на природні об’єкти. Самовільна відмова від права користування певним об’єктом природи, а також інші угоди в прямій чи прихованій формі, які порушують право державної власності на землю, її надра, води і тваринний світ, є недійсними. Норми-заборони унеможливлюють використання природних об’єктів не за цільовим призначенням, оберігають їх від забруднення, засмічування, виснаження та інших дій, що погіршують якісний стан природних ресурсів чи їх ушкодження, знищення.

Серед нормативно-правових актів, які регулюють екологічні відносини, що виражають екологічну політику України, виділяють Конституцію України, Закони, Укази, Постанови та Розпорядження уряду, нормативні акти галузевих органів державного управління, рішення місцевих рад та їх виконавчих структур, локальні нормативні акти (рис. 1.1).



Рис. 1.1 – Класифікація законодавчих актів щодо охорони навколишнього середовища

Правове регулювання відносин у сфері «людина – природа – суспільство» встановлює та закріплює права та обов’язки учасників цих відносин, а також забезпечує реалізацію цих прав та обов’язків (наприклад, визначає права та обов’язки водокористувачів, умови та порядок користування водою, штрафні санкції за їх порушення).

Правове регулювання здійснюється за допомогою *норм права*. У них визначені: межі державного суверенітету щодо природних об’єктами, об’єктів природокористування (повітря, вода, земля, надра, рослинний та тваринний світ), учасники відносин природокористування та охорони навколишнього середовища, права та обов'язки цих учасників, відповідальність за порушення в цій галузі.

Норми щодо охорони природи та природокористування закріплені Конституцією України (ст. 13,14,16,50,66), у них визначені:

- об'єкти природокористування;
- забезпечення екологічної безпеки та збереження генофонду;
- гарантії доступу до інформації про стан навколишнього середовища.

Згідно з Конституцією України, прийнятою Верховною Радою 28 червня 1996 року, земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, тобто довкілля, є об'єктами права власності українського народу. Власність не повинна використовуватися на шкоду людині і суспільству. Кожен зобов'язаний не завдавати шкоди природі, культурній спадщині, відшкодовувати завдані ним збитки. Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, збереження генофонду українського народу є обов'язком держави.

Норми, присвячені охороні цілих природних комплексів, зафіксовані у постановах уряду «Про заходи щодо попередження забруднення басейнів Чорного та Азовського морів», «Про встановлення відповідальності за забруднення моря речовинами, шкідливими для здоров'я людей або для життя ресурсів моря».

Сучасне екологічне право в Україні спирається на законодавчі та інші регулятивні акти двоякого роду: з одного боку, практично і дотепер в Україні діють норми та стандарти, прийняті ще в колишньому Союзі РСР, з іншого – активно напрацьовується та створюється національне екологічне законодавство з врахуванням норм міжнародного права. Україна – член світового співтовариства і повинна враховувати та дотримуватися його правових норм.

Всю сукупність законів України можна класифікувати за двома *напрямами*:

– за характером дії законів – універсального, широкого, вузького;

– за об'єктами їх дії – природоохоронні, антропоохоронні та ресурсоохоронні.

Основними законами **універсального характеру** дії є *Декларація про державний суверенітет (16.07.90), Конституція України (28.06.96),Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (25.06.91).*

Все **екологічне законодавство** України можна розділити на ***три напрямки****: антропоохоронний* – закони, які охороняють людину, її права на безпечне довкілля; *природоохоронний* – закони, які охороняють природу як єдине ціле, та *ресурсоохоронний* – закони, які регулюють використання природних ресурсів на території держави.

Основу **природоохоронного законодавства** складають закони: *«Про природно-заповідний фонд України» (16.06.92), «Про тваринний світ» (3.03.93), «Про охорону рослин», «Про Червону книгу України» (29.10.92), «Про карантинні рослини» (30.06.93), Лісовий кодекс України (21.01.94),* Водний кодекс України, Земельний кодекс України..

Ресурсоохоронне законодавство – це закон України «Про надра»

(27.07.94), Водний кодекс України (6.06.95), Закон «Про питну воду та питне водопостачання» (10.02.02), «Про програму «Питна вода України» (10.09.05), Земельний кодекс України (18.12.90), Лісовий кодекс України (21.01.94), Закон «Про охорону атмосферного повітря» (16.10.92).

1.2 Екологічне законодавство і право України

Закон «Про охорону навколишнього природного середовища».

Уже з перших законотворчих кроків після проголошення незалежності в Україні визначено загальні основи природоохоронної діяльності в державі, забезпечено комплексне регулювання відносин щодо природного середовища як єдиного організму. *Закон «Про охорону навколишнього природного середовища»* від 26 червня 1991 року – це *центральний* закон у цій сфері, що не тільки проголошує, але й *запроваджує систему управління в галузі природокористування*. Він закріплює право громадян України на безпечне для життя навколишнє середовище. Це право *реалізовується* шляхом участі громадян в *обговоренні проектів* законодавчих актів та інших рішень в галузі охорони навколишнього середовища; *участі в розробці та здійсненні заходів* щодо охорони природного середовища, *раціонального використання природних ресурсів*; *об'єднання в громадські природоохоронні організації*; *отримання повної і достовірної інформації* про стан навколишнього природного середовища.

Закон надає громадянам України *право звертатися до суду з позовом* на підприємства, установи і організації щодо відшкодування збитків, заподіяних здоров'ю та майну внаслідок негативного впливу на навколишнє середовище. Він зобов'язує державні органи надавати всебічну допомогу громадянам у здійсненні природоохоронної діяльності та враховувати їхні пропозиції щодо цього.

Згідно з цим Законом громадяни України мають не лише права, але й обов'язки щодо збереження природи, раціонального використання її багатств, дотримання законодавства про охорону навколишнього природного середовища. У Законі встановлені принципи охорони навколишнього природного середовища:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки;
- гарантування екологічно безпечного становища для життя та здоров'я людей;
- екологізація матеріального виробництва;
- науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства;
- збереження просторової та видової різноманітності й цілісності природних об'єктів і комплексів;
- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього середовища, формування у населення екологічного світогляду;

- науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє середовище;
- стягнення плати за спеціальне використання природних ресурсів, за забруднення навколишнього природного середовища та зниження якості природних ресурсів;
- вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища на основі широкого міжнародного співробітництва.

Закон *закріплює екологічні права* та обов'язки громадян України:

- право на безпечне для життя і здоров'я становище у навколишньому природному середовищі;
- участь в обговоренні проектів законодавчих актів, матеріалів щодо розміщення та реконструкції об'єктів, які можуть негативно вплинути на стан навколишнього природного середовища;
- участь у проведенні громадської екологічної експертизи;
- одержання повної і достовірної інформації про стан навколишнього природного середовища та його вплив на здоров'я населення;
- право на подання до суду позовів на державні органи, підприємства, установи, організації і громадян про відшкодування збитків, заподіяних їхньому здоров'ю та майну внаслідок негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Громадяни України *зобов'язані*:

- берегти природу, охороняти, раціонально використовувати її багатства, здійснювати діяльність із додержанням вимог екологічної безпеки, екологічних нормативів;
- не порушувати екологічні права та законні інтереси інших суб'єктів;
- вносити плату за спеціальне природокористування;
- компенсувати шкоду, заподіяну забрудненням та іншим негативним впливом на навколишнє природне середовище.

Закон визначає повноваження Верховної Ради України та місцевих рад народних депутатів, органів управління (Кабінету Міністрів України, виконавчих і розпорядчих органів місцевих рад народних депутатів) в галузі охорони навколишнього природного середовища. *Спеціально уповноваженим органом управління в цій галузі є Міністерство охорони навколишнього природного середовища України.*

Закон надає широкі повноваження *громадським об'єднанням*, зокрема:

- брати участь у проведенні спеціально уповноваженими органами перевірок виконання підприємствами, установами та організаціями природоохоронних планів і заходів;
- проводити громадську екологічну експертизу і обнародувати її результати;
- одержувати інформацію про стан навколишнього природного середовища і джерела його забруднення;
- виступати з ініціативою проведення республіканського та місцевих референдумів з питань охорони навколишнього природного середовища;

- подавати до суду позови про відшкодування збитків, заподіяних внаслідок порушення екологічного законодавства.

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає поняття екологічної безпеки та заходи щодо її забезпечення, екологічні вимоги до розміщення, проектування, будівництва, реконструкції, введення в дію підприємств та інших об'єктів, застосування мінеральних добрив, засобів захисту рослин, токсичних хімічних речовин; передбачає заходи щодо охорони навколишнього природного середовища від шкідливого біологічного впливу, шкідливого впливу фізичних факторів та радіоактивного забруднення, від забруднення виробничими, побутовими та іншими відходами.

У Законі дається поняття зон надзвичайних екологічних ситуацій (екологічні катастрофи, зони підвищеної екологічної небезпеки).

Встановлена дисциплінарна, адміністративна, цивільна і кримінальна відповідальність за екологічні правопорушення.

Основними з них є:

- порушення прав громадян на екологічно безпечне навколишнє природне середовище;
- порушення норм екологічної безпеки;
- порушення вимог законодавства про проведення екологічної експертизи;
- допущення наднормативних, аварійних, залпових викидів і скидів у навколишнє природне середовище;
- самовільне використання природних ресурсів, перевищення лімітів та порушення інших вимог використання природних ресурсів;
- невжиття заходів щодо відвернення та ліквідації екологічних наслідків аварії та іншого шкідливого впливу на навколишнє природне середовище;
- порушення природоохоронних вимог при зберіганні, транспортуванні, використанні, захороненні хімічних, токсичних та радіоактивних речовин, виробничих, побутових та інших відходів;
- відмова від надання своєчасної, повної та достовірної інформації про стан навколишнього природного середовища, джерела його забруднення тощо.

Визначена система екологічних нормативів: *гранично допустимі й тимчасово узгоджені викиди і скиди забруднювальних речовин; гранично допустимі рівні шуму, електромагнітного випромінювання та інших шкідливих впливів, а також норми і правила радіаційної безпеки; норми і правила природокористування*, які встановлюються і вводяться в дію Міністерством охорони здоров'я та Міністерством охорони навколишнього природного середовища України.

Закон передбачає, що в Україні громадянам гарантується право загального використання природних ресурсів для задоволення життєво необхідних потреб (естетичних, оздоровчих, рекреаційних, матеріальних тощо).

В межах закону ***природні ресурси*** поділяються на *загальнодержавні* та *місцеві.* До *загальнодержавних* природних ресурсів віднесено територіальні води, природні ресурси континентального шельфу та економічної (морської) зони і поверхневі води, що розташовані або використовуються на території більш ніж однієї області; лісові ресурси; види рослин і тварин, занесені до Червоної книги України; природні ресурси в межах об'єктів природно-заповідного фонду республіканського значення; корисні копалини, за винятком загальнопоширених.

Законом передбачено, що *Україна приєднується* до всіх видів міжнародного співробітництва у галузі охорони природи та раціонального використання природних ресурсів, яке здійснюється шляхом укладання договорів, угод, а також участі в природоохоронній діяльності ООН, інших урядових і неурядових організацій.

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», який є стрижневим, *доповнюється низкою інших екологічних законів, які регулюють правовідносини в усіх важливих сферах взаємодії людини і природи.*

Земельний кодекс України.

До таких законів в першу чергу відноситься *Земельний кодекс України*, вперше прийнятий 13 березня 1992 року. Зараз діє Земельний кодекс України в редакції 2001 року. Він регулює охорону і раціональне використання земель. У кодексі встановлено *дві форми власності на землю: державна і приватна*. За громадянами України закріплено право на одержання земельної ділянки у приватну власність за плату або безоплатно. Земельні ділянки можуть надаватися в постійне або тимчасове користування, в тому числі на умовах оренди.

Земельний кодекс встановив переважне надання земель для потреб сільського господарства з метою забезпечення раціонального використання родючих земель.

Охорона цінних і продуктивних земель (ріллі, ділянок, зайнятих багаторічними насадженнями, земель природоохоронного, рекреаційного призначення, курортів тощо) досягається встановленням особливого порядку їхнього вилучення для державних і громадських потреб. Вилучення особливо цінних продуктивних земель, земель науково-дослідних сільськогосподарських установ, заповідників, національних, дендрологічних, меморіальних парків, поховань та археологічних пам'яток *не допускається*.

Земельний кодекс встановлює *обов'язки власників земельних ділянок* та землекористувачів щодо охорони земель:

- використовувати землю ефективно і відповідно до цільового призначення;
- підвищувати її родючість, застосовувати природоохоронні технології виробництва, не допускати погіршення екологічної обстановки внаслідок своєї господарської діяльності;

- здійснювати захист земель від водної та вітрової ерозії, забруднення та інших процесів руйнування задля збереження і підвищення родючості землі.

При розміщенні, проектуванні, будівництві та введенні в дію нових та реконструйованих об'єктів і споруд передбачається додержуватися екологічних та санітарних вимог щодо охорони земель.

У разі *порушення вимог земельного законодавства* (самовільного зайняття земельних ділянок, псування, забруднення земель, невиконання вимог природоохоронного режиму використання земель, розміщення, проектування, будівництва і введення в експлуатацію об'єктів, котрі негативно впливають на стан земель, та інших) *настає адміністративна, кримінальна або цивільна* (відшкодування заподіяної шкоди) відповідальність згідно із законодавством України.

Водний кодекс України.

Водний кодекс України (прийнятий 6 червня 1995 року) *забезпечує правову охорону вод від забруднення, засмічення і виснаження і регулює порядок їхнього використання.*

Водний кодекс встановлює *пріоритет питного і побутового водокористування.* Для охорони вод, які використовуються для питних і побутових, курортних, лікувальних і оздоровчих потреб, встановлюються округи і *зони санітарної охорони* із суворим режимом використання, а також водоохоронні зони лісів.

У Водному кодексі закріплені *обов'язки водокористувачів* щодо раціонального використання водних об'єктів, економного використання води, відновлення і поліпшення її якості. *Власники засобів водного транспорту*, лісосплавні організації *повинні не допускати забруднення* і засмічення вод внаслідок втрат мастила, пального, хімічних речовин і нафтопродуктів, деревини. *Сільськогосподарські підприємства повинні запобігати забрудненню вод мінеральними добривами і отрутохімікатами*.

У Водному кодексі *встановлено кримінальну або адміністративну відповідальність за порушення водного законодавства* (самовільне захоплення водних об'єктів, забруднення і засмічення вод, безгосподарське використання вод, введення в експлуатацію підприємств та інших об'єктів без споруд, які відвертають забруднення і засмічення вод), а також *передбачено відшкодування збитків, які заподіяні порушенням водного законодавства.*

Лісовий кодекс України, прийнятий 21 січня 1994 року, регулює *правові відносини з охорони і відтворення лісів, посилення їх корисних властивостей та підвищення продуктивності, раціонального використання та відтворення лісів.*

Відповідальність (*дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову або кримінальну*) за порушення лісового законодавства несуть особи, винні в:

- незаконному вирубуванні та пошкодженні дерев і чагарників;
- порушенні вимог пожежної безпеки в лісах, знищенні або пошкодженні лісу внаслідок підпалу або недбалого поводження з вогнем;

- внаслідок забруднення лісу хімічними та радіоактивними речовинами, виробничими і побутовими відходами, стічними водами та інших видах шкідливого впливу;
- порушенні строків лісовідновлення;
- знищенні або пошкодженні лісових культур, сіянців або саджанців у лісових розсадниках і на плантаціях, а також природного підросту та самосіву на землях, призначених для відновлення лісу, тощо.

Кодекс України про надра, прийнятий 27 липня 1994 року, *регулює гірничі відносини, забезпечуючи раціональне, комплексне використання надр для задоволення потреб суспільства у мінеральній сировині, охорону надр,* гарантуючи безпеку людей, майна, навколишнього природного середовища при користуванні надрами.

Кодекс визначає *поняття про надра, порядок і види користування надрами, основні вимоги в галузі охорони надр.* Такими вимогами, зокрема, є:

- забезпечення повного і комплексного геологічного вивчення надр;
- додержання встановленого законодавством порядку надання надр у користування;
- раціональне вилучення і використання корисних копалин і наявних у них компонентів;
- недопущення шкідливого впливу робіт, пов'язаних з користуванням надрами;
- охорона родовищ корисних копалин від затоплення, обводнення, пожеж та інших факторів, що впливають на якість корисних копалин і промислову цінність родовищ або ускладнюють їх розробку, тощо.

У Кодексі про надра встановлений перелік правопорушень законодавства про надра, які тягнуть за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову та кримінальну відповідальність згідно з законодавством України:

- самовільне користування надрами;
- порушення норм, правил і вимог щодо проведення робіт з геологічного вивчення надр;
- вибіркове вироблення багатих ділянок родовищ, що призводить до наднормативних втрат корисних копалин;
- наднормативні втрати і погіршення якості корисних копалин при їх видобуванні;
- пошкодження родовищ корисних копалин;
- невиконання правил охорони надр та вимог щодо безпеки людей, майна і навколишнього природного середовища від шкідливого впливу робіт, пов'язаних з користуванням надрами, тощо.

Закон України про охорону атмосферного повітря, прийнятий 16 жовтня 1992 року, *спрямований на збереження природного стану атмосферного повітря, його відновлення і поліпшення для забезпечення екологічної безпеки людини, а також відвернення шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.*

Закон *встановлює екологічні норми і нормативи в галузі охорони атмосферного повітря, безпеки атмосферного повітря* (гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, гранично допустимих викидів забруднювальних речовин для кожного стаціонарного та пересувного джерела викиду).

Підприємства, установи, організації, діяльність котрих пов'язана з негативним шкідливим впливом на атмосферне повітря, *повинні вживати заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднювальних речовин* і зниження шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів, *здійснювати контроль за обсягом та складом забруднювальних речовин, забезпечувати безперебійну та ефективну роботу очисного обладнання*.

Закон регулює діяльність, що впливає на погоду і клімат. Підприємства повинні *скорочувати* і в подальшому повністю припинити *виробництво та використання речовин, які шкідливо впливають на озоновий шар* або можуть призвести до негативних змін клімату. Закон *встановлює вимоги щодо охорони атмосферного повітря при видобуванні корисних копалин*; *при застосуванні засобів захисту рослин, міндобрив* та інших препаратів; *при розміщенні й розвитку міст* та інших населених пунктів; при *погодженні місць забудови*, проектів будівництва і реконструкції підприємств та інших об'єктів, які впливають на стан атмосферного повітря.

У Законі встановлено *перелік порушень законодавства про охорону атмосферного повітря:*

- порушення прав громадян на екологічно безпечний стан атмосферного повітря;
- перевищення лімітів та нормативів гранично допустимих викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, гранично допустимих рівнів шкідливого впливу на атмосферу фізичних і біологічних факторів;
- здійснення незаконної діяльності, яка негативно впливає на погоду і клімат;
- невиконання розпоряджень і приписів, які здійснюють форми контролю за станом атмосферного повітря, тощо.

Особи, винні у порушенні законодавства про охорону атмосферного повітря, несуть *адміністративну чи кримінальну відповідальність, а також повинні відшкодовувати збитки, заподіяні внаслідок правопорушень.*

Закон «Про природно-заповідний фонд України», прийнятий 16 червня 1992 року, *визначає правові основи організації, охорони і використання природно-заповідного фонду, відтворення його природних комплексів і об'єктів. До природно-заповідного фонду належать природні і біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, ботанічні сади, дендрологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва.*

Природно-заповідний фонд становлять ділянки суші та водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені

з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду рослинного і тваринного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонового моніторингу навколишнього природного середовища.

Природно-заповідний фонд охороняється відповідно до цього закону як національне надбання, щодо якого встановлюється особливий режим охорони, відтворення і використання.

Наразі Верховною Радою України проводиться велика законотворча діяльність щодо удосконалення чинного законодавства в сфері природокористування та охорони навколишнього природного середовища.

1.3 Закон України «Про оцінку впливу на довкілля»

З метою наближення до європейських стандартів, а саме контролю ступеня забруднення навколишнього природного середовища та забезпечення права громадян на безпечне довкілля, 23 травня 2017 р. було прийнято Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» (далі – Закон про ОВД). Необхідність прийняття цього Закону була зумовлена міжнародними зобов'язаннями України, які випливають з Конвенції про доступ до інформації, Конвенції про оцінку впливу на довкілля у транскордонному контексті, Протоколу про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

Різниця між ОВД та екологічною експертизою. Для чого створено новий дозвільний документ – звіт про оцінку впливу на навколишнє природне середовище? Чим він відрізняється від вже «звичної» екологічної експертизи? Насамперед, в новому Законі значно розширено коло об'єктів, які підлягають оцінці впливу на довкілля. Якщо екологічна експертиза застосовувалася до проектів нормативно-правових актів, документації з впровадження нової техніки, технологій, матеріалів, речовин, продукції, генетично модифікованих організмів, то ОВД охоплює більше ніж 100 видів діяльності та об'єктів.

Закон визначає, що ОВД необхідна для «планованої діяльності», яка охоплює, серед іншого, будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення, розширення, перепрофілювання, ліквідацію (демонтаж) об'єктів, інше втручання у природне середовище. При цьому закон поділив об'єкти, які підлягають ОВД, на дві категорії.

Якщо говорити про об'єкти портової інфраструктури, до першої категорії належить будівництво гідротехнічних споруд морських та річкових портів, які можуть приймати судна тоннажністю понад 1350 тонн, глибоководних суднових ходів, у тому числі у природних руслах річок, спеціальних каналів на суходолі та в мілководних морських акваторіях, придатних для проходження суден тоннажністю понад 1350 тонн.

До другої категорії віднесено будівництво спеціалізованих морських і річкових терміналів, гідротехнічних споруд морських і річкових портів,

глибоководних суднових ходів, у тому числі у природних руслах річок, спеціальних каналів на суходолі та в мілководних морських акваторіях, придатних для проходження суден, а також каналів у протипаводкових цілях та гідротехнічних споруд.

При цьому планована діяльність, що належить до першої категорії, підлягає обов'язковому розгляду щодо наявності підстав для здійснення оцінки транскордонного впливу на довкілля згідно з міжнародними зобов'язаннями України. Якщо будь-яка планована діяльність може мати значний негативний транскордонний вплив на довкілля, то ОВД здійснюється за рішенням Мінекології.

Таким чином, сфера застосування ОВД є значно ширшою, на відміну від екологічної експертизи, що існувала раніше. До того ж закон поділив об'єкти ОВД залежно від здійснюваного ними транскордонного впливу на довкілля, що теж є нововведенням. Важливим є те, що висновки екологічної експертизи, отримані підприємствами до набуття чинності Законом про ОВД, надалі є чинними та мають статус висновку з оцінки впливу на довкілля.

В ЗУ «Про екологічну експертизу» терміни проведення останньої коливалися від 1,5 до 4 місяців, залежно від складності експертизи та від субєєкта, який її проводив. Процедура ОВД, виходячи з кількості її стадій та строків їх проходження, займатиме близько 4-8 місяців, тобто це більш тривалий час, ніж екологічна експертиза. Різниця між ОВД та екологічною експертизою полягає також у тому, що ОВД є документом дозвільного характеру, який отримується ще до початку реалізації майбутнього проекту, а екологічна експертиза проводилася вже на етапі його затвердження.

Що нового в Законі про ОВД? Законодавець вдосконалив механізм участі громадськості у процесі оцінки впливу на довкілля. ЗУ «Про екологічну експертизу» передбачав розміщення замовниками екологічної експертизи в ЗМІ заяви про екологічні наслідки діяльності та інформування населення таким же чином про її завершення, а також про висновки.

На сьогодні участь громадськості в цьому процесі включає також повідомлення про плановану діяльність, яка може вплинути на довкілля, на сайті уповноваженого територіального органу (відповідний департамент обласних державних адміністрацій). Окрім того, додаткове повідомлення на сайті Мінекології здійснюється у таких випадках:

• якщо планована діяльність може мати значний транскордонний вплив або вплив на довкілля двох і більше областей;

• якщо замовником ОВД є обласна, Київська або Севастопольська міські державні адміністрації;

• якщо ОВД стосується зони відчуження або зони безумовного (обов'язкового) відселення території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи;

• якщо рішення щодо затвердження (схвалення) ОВД приймається Кабінетом Міністрів України;

• якщо планова діяльність фінансуватиметься із залученням іноземних кредитів під державні гарантії.

До того ж громадськість має право подавати будь-які зауваження, заперечення та пропозиції, що підвищує рівень її участі у процесі оцінки впливу на довкілля.

Оцінка транскордонного впливу на довкілля також є одним із нововведень законодавства, що було спричинено потребою імплементації міжнародних зобов'язань України та приведення законодавства у відповідність до міжнародних договорів.

Варто зазначити, що транскордонний вплив, відповідно до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті, означає будь-який вплив, не лише глобального характеру, в районі, який перебуває під юрисдикцією тієї чи іншої сторони, викликаний запланованою діяльністю, фізичне джерело якої розташоване повністю чи частково в межах району, який підпадає під юрисдикцію іншої сторони.

При цьому оцінка транскордонного впливу на довкілля, відповідно до положень Закону про ОВД, здійснюється за рішенням уповноваженого центрального органу, яке приймається на підставі наявної інформації щодо планованої діяльності або звернення іноземної держави. У процесі розгляду та визначення можливого значного негативного транскордонного впливу на довкілля беруться до уваги масштаби планованої діяльності, місце її провадження, а також можливі наслідки.

Крім того, був запроваджений Єдиний реєстр з оцінки впливу на довкілля. Інформація, внесена до Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля, є відкритою. Вільний доступ до неї забезпечується через мережу Інтернет.

Закон «Про екологічну експертизу» поділяв її на три види: державну, громадську та інші. Державна експертиза мала обов'язковий характер, всі інші – лише рекомендаційний. На сьогодні ми маємо лише висновок про оцінку впливу на довкілля, який є обов'язковим документом у визначених законодавством випадках. Відсутність висновку може бути підставою для відмови у подальшій видачі рішення про провадження планованої діяльності.

Законом про ОВД також введено процедуру післяпроектного моніторингу. Такий моніторинг застосовується, якщо це передбачено висновком з оцінки впливу на довкілля з метою виявлення будь-яких розбіжностей і відхилень у прогнозованих рівнях впливу та ефективності заходів із запобігання забрудненню довкілля та його зменшення. За результатами післяпроектного моніторингу суб'єкт господарювання та уповноважений територіальний орган (та у визначених законом випадках – Мінекології) узгоджують вжиття додаткових заходів та дій із запобігання,

уникнення, зменшення (пом'якшення), усунення,обмеження впливу господарської діяльності на довкілля.

Процедура ОВД складається з таких етапів:

• подання повідомлення про плановану діяльність, яка підлягає ОВД (у письмовому та електронному вигляді);

• підготовка звіту з ОВД;

• громадське обговорення;

• отримання висновку з ОВД;

• прийняття рішення про здійснення планованої діяльності;

• післяпроектний моніторинг (якщо про це зазначено у висновку про ОВД).

Заходи відповідальності за порушення у сфері ОВД. Розширено також заходи відповідальності, які можуть бути застосовані до суб'єктів господарювання за порушення ними законодавства про оцінку впливу на довкілля. Такими заходами є тимчасова заборона (зупинення) та припинення діяльності підприємств у разі порушення ними законодавства про оцінку впливу на довкілля.

Діяльність підприємств тимчасово забороняється (зупиняється) у випадках недотримання під час провадження господарської діяльності, експлуатації об'єктів, інших втручань у природне середовище та ландшафти екологічних умов, передбачених у висновку з оцінки впливу на довкілля, рішенні про провадження планованої діяльності та проектах будівництва, розширення, перепрофілювання, ліквідації (демонтажу) об'єктів, а також змін у цій діяльності або подовження строків її провадження, до моменту забезпечення виконання таких екологічних умов.

Інший захід відповідальності – припинення діяльності підприємств – застосовується у випадку провадження планованої діяльності, яка підлягає оцінці впливу на довкілля, без здійснення такої оцінки та отримання рішення про провадження планованої діяльності або систематичні порушення у сфері оцінки впливу на довкілля, що не можуть бути усунені з технічних, економічних чи інших причин.

Відповідно до Закону про ОВД, рішення про тимчасову заборону (зупинення) або припинення діяльності підприємств у разі порушення ними законодавства про оцінку впливу на довкілля приймається виключно судом за позовом центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику зі здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення та охорони природних ресурсів, його територіальних органів або за позовом інших осіб, права та інтереси яких порушено.

Підсумуємо, які зміни відбулися в результаті прийняття Закону про ОВД:

• всі документи, які подаються суб'єктом господарювання для проведення ОВД, вносяться до Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля;

• в Законі визначені стадії подачі, строки подання та опрацювання документів, необхідних для отримання висновку з оцінки впливу на довкілля;

• процедура ОВД є більш тривалою, у порівнянні з екологічною експертизою;

• вдосконалено процедуру громадського обговорення у процесі впливу на довкілля;

• запроваджено інститути оцінки транскордонного впливу на довкілля та післяпроектного моніторингу;

• розширено заходи відповідальності за порушення законодавства у сфері оцінки впливу на довкілля.

На завершення варто зазначити, що ОВД є правовим інструментом попередження шкідливих екологічних наслідків, більш сучасним та наближеним до європейських стандартів. Важливим є те, що тепер ОВД здійснюється ще до початку реалізації будь-якого проекту, а не на етапі його затвердження. Шляхом створення електронного реєстру ОВД також спрощено процедуру подання документів.

Водночас, незважаючи на те, що запровадження нової процедури ОВД покликано замінити морально застарілі інструменти, а також зробити процес оцінки впливу на довкілля більш прозорим та ефективним, кількість етапів отримання висновку з ОВД робить цю процедуру складною і надто тривалою, що не може не мати негативний вплив на бізнес.

1.4 Міжнародне законодавство, нормативи і стандарти Європейського Союзу у сфері охорони атмосферного повітря, водних ресурсів та земель

Співпраця між ЄС та Україною: загальні відомості

Стосунки між Україною та Європейським Союзом були встановлені у грудні 1991 року, коли Міністр закордонних справ Нідерландів – країни, що на той час головувала у ЄС – від імені Союзу офіційно визнав незалежність України.

Європейська інтеграція є головним та неповоротним пріоритетом зовнішньої політики України. У своєму Зверненні до Верховної Ради України в липні 2002 р. Президент України визначив європейську інтеграцію економічною та соціальною стратегією України на наступні десять років. Завдання України, спрямоване на консолідацію європейських цінностей та стандартів у політичну, економічну та соціальну сфери вважається запорукою її стабільного й сталого розвитку. Метою Уряду України є подання заявки на асоційоване членство у ЄС у 2007 році та виконання всіх обов'язкових для України умов для подання заявки на вступ до ЄС до 2011 року.

Україна та ЄС активно співпрацюють в напрямку вступу України до СОТ. ЄС підтримує Україну у її багатосторонніх та двосторонніх переговорах в рамках приєднання до СОТ. У 2003 році був підписаний двосторонній

Протокол про доступ на ринки товарів і послуг в рамках СОТ.

ЄС – найбільший донор України. Починаючи з 1991 року, загальна сума допомоги, наданої ЄС Україні в рамках програми Тасіс, перевищила 1 мільярд євро.

Угода про партнерство та співробітництво **(УПС)**

У липні 1994 р. між Україною та ЄС було укладено Угоду про партнерство та співробітництво (УПС), яка набула чинності 1 березня 1998 р. Вона складає правове підґрунтя стосунків між ЄС та Україною, й була укладена на початковий термін у 10 (років). Вона визначила цілі співпраці у 28 сферах, в тому числі, у галузі охорони природного середовища.

На сьогодні існують 7 пріоритетних сфер співпраці між ЄС та Україною: (1) енергетика, торгівля та інвестиції, (2) питання юстиції та внутрішніх справ, (3) гармонізація законодавства України до законодавства ЄС, (4) охорона довкілля, (5) транспорт, (6) транскордонне співробітництво, та (7) співпраця у галузі науки, технології та космічних досліджень.

Стаття 51 УПС визначає наближення діючого та майбутнього законодавства України до законодавства ЄС важливою передумовою зміцнення економічних зв'язків між Україною та ЄС: «Україна зобов'язується забезпечити поступове приведення її законодавства у відповідність з законодавством Співтовариства». Починаючи з кінця 2002 р., Україна, з допомогою ЄС, намагається зміцнити структури, спланувати свій підхід до визначення цілей та завдань з виконання програми законодавчого наближення. Для цього був розроблений проект матриці показників ефективності наближення законодавства України до законодавства ЄС, покликаний сприяти встановленню пріоритетів та визначенню результативності.

Відповідно до УПС для нагляду за виконанням Угоди була створена Рада з питань співпраці між Україною та ЄС. В рамках самітів проходять переговори на найвищому рівні. Засідання Ради відбуваються на рівні міністрів не рідше одного разу на рік. У виконанні Радою з питань співпраці між Україною та ЄС її обов'язків допомагає Комітет з питань співпраці між Україною та ЄС, до складу якого входять представники Ради ЄС, Європейської Комісії та Уряду України. До структури комітету входять 4 підкомітети та 3 робочі групи.

Співпраця у сфері довкілля здійснюється у рамках Підкомітету з питань транспорту, енергетики, співпраці у сфері громадянського суспільства та ядерної енергетики, захисту довкілля, науки, освіти та технологій, а також Робочої групи з питань змін клімату. Основними сферами співпраці сьогодні є зміни клімату та очищення води вздовж річки Дунай та Чорного моря. Також відбувається співпраця у сфері гармонізації екологічного законодавства України з законодавством ЄС, в тому числі прийняття «acquis communautaire», доступ до інформації та багатосторонні угоди з питань довкілля.

Європейська політика сусідства (ЄПС)

Метою цієї політики ЄС є поширення переваг розширення ЄС у 2004 році на сусідні країни з метою підвищення стабільності, безпеки та

добробуту усіх, кого це стосується. Вона пропонує сусіднім країнам можливість брати участь у різних заходах ЄС завдяки поглибленню політичного, економічного та культурного співробітництва, а також співпраці у галузі національної безпеки. ЄПС також допоможе досягти однієї зі стратегічних цілей, визначених Європейським Союзом у «Стратегії європейської безпеки» в грудні 2003 р., а саме підвищення безпеки у сусідніх країнах.

Метод полягає у тому, аби, через партнерство з сусідніми країнами, визначити перелік пріоритетних завдань, виконання яких наблизить ці країни до Європейського Союзу. Ці пріоритети увійдуть до спільно погоджених Планів дій, покриваючи декілька основних сфер, що потребують конкретних дій: політичний діалог та реформа; торгівля та заходи підготовки партнерів до поступового набрання частки на внутрішньому ринку ЄС; юстиція та внутрішні справи; енергетика, транспорт, інформаційне суспільство, довкілля, науково-дослідницька та інноваційна діяльність; соціальна політика, та контакти між людьми.

У 2004 році був завершений офіційний документ «Стратегія ЄПС», який визначав принципи та сферу впровадження цієї політики, Плани дій як процес визначення сфер співпраці між ЄС та сусідніми державами та прийняття зобов'язань щодо дій, а також наявні інструменти впровадження цієї політики.

2004 року в рамках ЄПС був виданий Звіт по країні (Україні) для оцінки стану двосторонніх відносин між ЄС та Україною, результатів виконання Угоди про партнерство та співробітництво (УПС), а також для опису поточного стану у вибраних сферах, які становлили особливий інтерес для такого партнерства, переважно на політичному, економічному та суспільному рівні. Цей звіт містив основні настанови щодо підготовки планів спільних дій, а також став основою для оцінки перспектив стосунків між ЄС та Україною.

У лютому 2005 року Рада з питань співпраці між ЄС та Україною ухвалила План дій «Україна-ЄС». Він охоплює трирічний період й допоможе виконати умови, визначені в Угоді про партнерство та співробітництво (УПС).

Цей План дій стимулював та підтримував зусилля України щодо подальшої інтеграції у європейські економічні та соціальні структури, в тому числі, подальшу економічну інтеграцію через Зону вільної торгівлі «ЄС-Україна» після набуття Україною членства у СОТ. Впровадження Плану дій дозволило значно прискорити наближення законодавства, норм і стандартів України до законодавства, норм і стандартів Європейського Союзу.

Розділ «Довкілля» цього першого Плану дій включав набір кроків, покликаних забезпечити встановлення та впровадження умов розумного управління в сфері довкілля, перелік активних заходів, спрямованих на запобігання погіршенню стану навколишнього середовища, захист здоров'я людини, забезпечення раціонального використання природних ресурсів згідно з зобов'язаннями, взятими на себе під час Йоганнесбурзького саміту, а також заходи, спрямовані на зміцнення співпраці з екологічних питань.

Нижче наведені відповідні основні віхи у стосунках між ЄС та Україною:

- У 1993 році Україна приєдналася до процесу «Довкілля для Європи», та взяла участь у Конференції на рівні міністрів у Люцерні (Швейцарія). Прийнята на конференції «Програма охорони довкілля для Центральної та Східної Європи» була використана Україною для ухвалення її Національного Плану заходів щодо навколишнього середовища (ДПЗНС);
- У 1998 році UNECE вирішила скликати 5-ту Пан-європейську конференцію міністрів з охорони навколишнього середовища в 2003 році у Києві. З допомогою ПРООН та інших донорських агенцій український уряд підготував цю конференцію та продемонстрував свою роль у охороні довкілля. З цієї нагоди Уряд підготував «Національну доповідь України з гармонізації життя суспільства та навколишнього природного середовища», яка включає огляд стану довкілля в Україні, в тому числі рамкову екологічну політику та стратегії переходу до сталого розвитку;
- У 1999 році Україна взяла участь у 6-ій сесії Комітету Європейської Комісії з питань екологічної політики, присвяченій подальшому розвиткові процесу «Довкілля для Європи» через оцінку поточного стану довкілля у Європі, розбудову політичної підтримки екологічних цілей серед держав ЄС, сприяння інтеграції екологічних політик країн СНД та надання допомоги останнім у вирішенні екологічних проблем;
- У 1999 році Уряд України та Комітет UNECE з питань екологічної політики прийняли рекомендації, представлені в «Огляді ефективності заходів щодо охорони довкілля в Україні». Цей Огляд містив «Главу 1. Правові інструменти та інституційні засоби захисту природного навколишнього середовища», яка представляла собою огляд правових та політичних засад діяльності в екологічній сфері, існуючих засобів управління захистом довкілля, а також існуючі партнерські процеси та відповідні рекомендації.

Політика ЄС щодо довкілля

Діяльність Співтовариства щодо охорони довкілля почалася у 1972 році ухваленням кількох послідовних програм дій, заснованих на вертикальному та галузевому підходах до вирішення екологічних проблем. Важливим кроком стало підписання Амстердамського договору (1999), у якому закріплений принцип сталого розвитку як одна з цілей Європейського Співтовариства, а високий рівень екологічного захисту визначений як один з абсолютних пріоритетів ЄС.

Генеральний Директорат (ГД) з питань довкілля є підрозділом Європейської Комісії, який готує законодавство та політику Європейського Союзу щодо вирішення екологічних проблем та забезпечує виконання державами-членами узгоджених дій щодо цього. Цей ГД є одним з 36 генеральних директоратів та спеціалізованих служб, з яких структурно складається Європейська Комісія. Він розташований переважно в Брюсселі й налічує у своєму штаті близько 550 працівників.

Перш ніж видати законопроект, ГД з питань довкілля проводить

різнопланові консультації з представниками урядів, екологічних НУО, промислових галузей, груп, які мають специфічні інтереси, та (якщо це необхідно) з технічними експертами. При підготовці своїх пропозицій він бере до уваги нерідко конкуруючі інтереси зацікавлених сторін. Комісія подає законодавчі пропозиції на розгляд до Ради Міністрів та Європейського Парламенту, а потім ці три інституції спільно працюють над остаточною версією документу.

Починаючи з 1972 року, Співтовариство ухвалило близько 300 законодавчих актів, що переважно стосувалися обмеження забруднення довкілля шляхом впровадження стандартів мінімізації викидів, зокрема у сфері поводження з відходами, забруднення водних ресурсів та атмосферного повітря. Однак впровадження такої законодавчої бази саме по собі не змогло запобігти забрудненню навколишнього середовища. Стала очевидною абсолютна необхідність узгоджених дій в цьому напрямі на європейському та світовому рівні.

Програми дій Співтовариства

П'ята Програма дій Співтовариства у галузі довкілля під назвою «Шляхом до сталості» запровадила принципи європейської стратегії добровільних заходів на період з 1992 по 2000 рр. та відзначила собою початок «горизонтального» підходу Співтовариства, який брав до уваги усі випадки забруднення (промислового, енергетичного, туристичного, транспортного, сільськогосподарського тощо). Цей комплексний підхід до екологічної політики був підтверджений Комісією у її Повідомленні 1998 р. про інтеграцію питань, пов'язаних з довкіллям, до політики Європейського Союзу, а також рішеннями Віденської сесії Європейської Ради (грудень 1998 р.). Відтепер установи Співтовариства зобов'язані враховувати у своїй політиці аспекти охорони екології.

Шоста Програма дій у галузі довкілля (6EAP) – «Довкілля-2010: Наше майбутнє, наш вибір» – ухвалена Європейським Парламентом та Радою у 2002 році, визначає пріоритети Європейського Співтовариства у цій сфері на період з 2001 по 2010 рр. Вона визначає п'ять пріоритетних напрямків дій: покращення виконання існуючого законодавства; інтеграцію екологічних чинників у інші види політики; тісніша співпраця з підприємницькими структурами; надання більш широких повноважень громадськості та допомога їм у зміні ставлення до довкілля; й нарешті, врахування екологічних аспектів при плануванні землекористування та прийнятті управлінських рішень. Ця програма зосереджена на чотирьох пріоритетних сферах: кліматичні зміни, природа та біорізноманіття, довкілля та здоров'я, нарешті, стале управління використанням ресурсів та відходами.

Програма 6EAP іде далі попередніх програм дій. Вона намагається раціоналізувати та модернізувати процес поступової заміни численних окремих законодавчих актів рамковими правовими нормами та гнучкими стратегіями («Кращі нормативні документи»). Це – найбільш стратегічний підхід з усіх ухвалених Комісією досі; він закликає до активного залучення та

підзвітності усіх прошарків суспільства в пошуках інноваційних, практично придатних для реалізацій та сталих шляхів розв'язання тих екологічних проблем, з якими стикається Європа. Програма 6ЕАР реально забезпечує екологічну складову ухваленої Комісією загальної стратегії сталого розвитку.

Програма вимагає від Європейської Комісії підготовки тематичних стратегій. Ці стратегії представляють собою екологічну політику наступного покоління. Ідея полягає в тому, аби працювати з цілими сферами, аніж з окремими забруднювачами чи видами господарської діяльності, як це було в минулому. Ці стратегії розраховані на довгострокову перспективу (встановлюючи чіткі екологічні цілі розвитку майже до 2020 р.), й таким чином, забезпечують більш стабільну рамкову політичну платформу. Нарешті, вони спрямовані на визначення найбільш придатних інструментів впровадження європейських політичних цілей у найменш обтяжливий, але найбільш економічно ефективний спосіб. Визначено сім сфер: «Забруднення атмосферного повітря», «Запобігання накопиченню та вторинна переробка відходів», «Захист та збереження морського природного середовища», «Захист ґрунтів», «Стале використання пестицидів», «Стале використання ресурсів», «Розвиток міського середовища».

Принцип «забруднювач платить»

Сьогодні забруднення природного середовища, що охороняється, в тому числі водного середовища, так само, як і забруднення ґрунтів, є правопорушенням. Принцип «забруднювач платить» був суттєво укріплений з прийняттям у 2004 році ***Директиви 2004/35/ЄС*** про цивільну відповідальність за забруднення довкілля: ця Директива передбачає відшкодування винною особою шкоди, завданої нею навколишньому природному середовищу. Порушення провадження щодо компенсації шкоди покладено на держави-члени ЄС. Разом з тим, у вересні 2005 р. Суд юстиції визнав за Співтовариством право вимагати від держав-членів застосування жорстких штрафних санкцій у випадках заподіяння серйозної екологічної шкоди довкіллю.

Принцип, за яким саме забруднювач має компенсувати заподіяну екологічну школу (принцип «забруднювач платить»), визначений в Договорі про створення Європейського Співтовариства. Цей принцип має попереджувальну дію щодо випадків порушення стандартів екологічної безпеки, й відтак, сприяє реалізації цілей та впровадженню відповідної політики ЄС у цій сфері.

Принцип запобігання

Угода про заснування ЄС містить лише одне чітке посилання на принцип запобігання, а саме у розділі, присвяченому охороні довкілля. Але на практиці сфера дії цього принципу є значно ширшою, охоплюючи також споживчу політику, здоров'я людини, тварин та рослин. Оскільки принцип запобігання не визначений ані в Договорі [про створення Співтовариства], ані в інших основних документах Співтовариства, Рада у своєму Рішенні від 13 квітня 1999 р. запропонувала Комісії розробити чіткі та ефективні основні

рекомендації щодо застосування цього принципу. Комісія відреагувала на цей запит, видавши Повідомлення (№52000DC0001) про застосування принципу запобігання (лютий 2000 р.).

Розробка основних рекомендацій щодо застосування принципу запобігання спрямована на забезпечення високого рівня охорони довкілля, здоров'я людини, тварин та рослин у випадках, коли наявні дані досліджень не дозволяють повністю оцінити ризик.

Принцип запобігання також визнаний у багатьох міжнародних угодах, зокрема в Угоді про санітарні та фітосанітарні заходи (SPS), ухваленій Світовою організацією торгівлі (СОТ).

Правові інструменти охорони довкілля

У міру розвитку екологічної політики розширився перелік наявних засобів охорони довкілля. Паралельно з прийняттям рамкового законодавства для забезпечення високого рівня охорони довкілля, Співтовариство впровадило цілу низку правових інструментів охорони довкілля:

- ***LIFE*** – фінансовий інструмент екологічного захисту. LIFE спрямований на сприяння розвитку, впровадженню та оновленню екологічної політики та законодавства Співтовариства.
- ***Угоди про охорону довкілля***: покращення екологічних аспектів діяльності підприємств та впровадження методів сталого виробництва шляхом заохочення добровільних заходів та угод щодо охорони довкілля згідно з Програмою 6АЕР;
- ***Екологічні мита та податки***: сприяння застосуванню державами-членами фіскальних інструментів підвищення ефективності екологічної політики та забезпечення використання екологічних мит та податків у відповідності до законодавства Співтовариства;
- ***Програма підтримки НУО, що діють у галузі охорони довкілля;***
- ***Integrated product policy [Інтегрована виробнича політика]*:** Комісія представляє стратегію укріплення та зміни спрямування екологічної політики, пов'язаної з виробництвом, з метою сприяння розвитку ринку екологічно безпечної продукції, і зрештою, стимулювання громадського обговорення відповідних питань;
- ***Європейське Агентство з питань довкілля***: забезпечення осіб, відповідальних за прийняття політичних рішень, а також громадськості надійною та достовірною інформацією про стан довкілля;
- ***Еко-маркування продукції***: еко-маркування має на меті рекламування продукції зі зменшеним негативним впливом на довкілля (порівняно з іншими продуктами тієї самої групи);
- ***Система екологічного менеджменту та екологічного аудиту Співтовариства* (EMAS)*:*** Система екологічного менеджменту та екологічного аудиту Співтовариства (EMAS) спрямована на забезпечення постійного вдосконалення ефективності екологічної діяльності європейських організацій (через СЕМ), а також забезпечення громадськості та зацікавлених сторін відповідною інформацією;

- ***Оцінка впливу на навколишнє середовище*** **(ОВНС)** певних державних та приватних проектів;
- ***Оцінка екологічних наслідків впровадження планів та програм***: проводиться з метою сприяння включенню екологічних аспектів на етапах розробки та ухвалення планів та програм;
- ***Екологічні перевірки – мінімальні критерії***: забезпечення більшої відповідності, а також більшої одностайності у застосуванні та впровадженні законодавства Співтовариства щодо охорони довкілля шляхом надання мінімальних критеріїв організації, проведення, пост-контролю та опублікування результатів екологічних перевірок в усіх державах-членах;
- ***Європейський реєстр викидів та перенесення забруднювальних речовин*** **(PRTR):** покращення громадського доступу до інформації про стан довкілля, й у такий спосіб, сприяння запобіганню та зменшенню забруднення у довгостроковій перспективі.

Екологічне законодавство ЄС

Екологічне законодавство Європейського Союзу розвивалося протягом останніх 30 років і наразі нараховує близько 300 законодавчих актів, в тому числі, директив, регламентів, рішень та рекомендацій, не кажучи вже про значну кількість повідомлень та інших політичних документів. Повні текстові версії документів чинного екологічного законодавства ЄС викладені у Довіднику законодавства Співтовариства, який постійно оновлюється. Доступ до нього можна отримати через портал права Європейського Союзу EUR-Lex: http://europa.eu.int/eur-lex/lex/en/repert/index.htm. Цей Довідник містить акти чинного законодавства ЄС (регламенти, рішення та директиви), угоди та конвенції, а також деякі акти, що не носять обов'язкового характеру, але є важливими. Увесь матеріал розбитий за 20 главами. Глава 15 охоплює законодавство в галузі довкілля, споживання та здоров'я. Розділ 15.10 присвячений довкіллю й включає в себе 4 категорії: «Загальні положення та програми»; «Забруднення та шкідливі фактори»; «Космос, довкілля та природні ресурси»; а також «Міжнародне співробітництво». Європейська Комісія вже кілька років активно працює в напрямку вдосконалення своєї практики законодавчої діяльності з метою забезпечення високої якості розроблюваних законодавчих ініціатив, аби вони були простими, ефективними, та відповідали конкретним потребам. Основні зусилля в рамках програми «Кращі нормативні документи» у сфері довкілля відтворені у сімох Тематичних стратегіях, що розроблені згідно з Програмою 6ЕАР: забруднення атмосферного повітря, морське навколишнє середовище, стале використання ресурсів, запобігання накопиченню та вторинна переробка відходів, стале використання пестицидів, захист ґрунтів, та міське довкілля. Вони визначають довгострокову рамкову систему дій Співтовариства та держав-членів на наступні два десятиліття, що має забезпечити більшу правову та регуляторну визначеність. В якості умови членства у ЄС кожна країна-кандидат повинна привести своє національне законодавство та практику адміністративної діяльності у відповідність до екологічного «acquis» ЄС, включає в себе

близько 145 законодавчих документів (директив, регламентів та рішень), підсумково представлених в розбивці по сферах діяльності у табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Екологічний «acquis» по сферах діяльності

Сфера	Директиви	Регламенти	Рішення	Разом
Горизонтальне законодавство	5	2		7
Якість атмосферного повітря	18	1	10	29
Поводження з відходами	17	3	8	28
Охорона водних ресурсів	11	0	1	12
Охорона природи	4	6	1	11
Контроль за промисловим забрудненням та управління його ризиками	6	2	7	15
Хімічні речовини та генетично модифіковані організми	8	5	4	17
Шумове забруднення	10			10
Ядерна безпека та захист від радіації	5	3		8
Цивільна оборона		1	7	8
РАЗОМ	84	23	38	145

2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

2.1 Екосистема. Будова екосистем. Ознаки екосистем

Живе на нашій планеті – це окремі організми, особини. Кожен організм з однієї сторони складається з одиниць підпорядкованих йому рівнів організації (органів, клітин, молекул), з іншої – сам є одиницею, що входить до складу надорганізмових біологічних макросистем (популяцій, видів, біоценозів, екосистем, біосфери).

На всіх рівнях життя спостерігається певна впорядкованість, обмін речовин, енергії, інформації та ін. Завдяки обміну речовин та енергії встановлюється єдність живого з середовищем.

Екосистема – основний об’єкт вивчення сучасної екології. Обов’язковим компонентом всіх екосистем є живі організми, які нерозривно пов’язані зі своїм навколишнім середовищем. Живі організми залежать від параметрів навколишнього середовища, але й одночасно формують його та видозмінюють властивості середовища. Всі ці складні системні зв’язки досліджуються у рамках окремого розділу екології – **синекології**.

Екосистема – це просторова система, що охоплює історично сформований комплекс живих організмів, пов'язаних між собою трофічними зв'язками, та неживих компонентів середовища їх існування, які залучаються в процесі обміну речовин та енергії. У кожній екосистемі відбувається кругообіг речовин та обмінні енергетичні процеси.

Основними *властивостями* екосистем є їх цілісність і відносна стійкість, що виявляється у *здатності до саморегуляції і самооновлення*.

Уперше термін «*екосистема*» запропонував американський ботанік та фітоценолог Артур Тенслі у 1935 р.

Будова екосистеми. Обов'язковими *компонентами* екосистеми є *біоценоз* та *біотоп*. **Біоценоз** – сукупність всіх живих організмів у межах екосистеми (Рис. 2.1). Залежно від систематичної належності організмів біоценози розділяються на: *фітоценоз* – сукупність зелених рослин-продуцентів; *зооценоз* – сукупність тварин-консументів; *мікробоценоз* – сукупність мікроорганізмів, які населяють підземну частину екосистеми (найчастіше є редуцентами). **Біотоп** – частина абіотичного простору (територія, акваторія) з порівняно однорідними умовами середовища, зайнята певним біоценозом, це сукупність фізико-хімічних параметрів середовища, які можна виміряти інструментальними методами.

Проте, завдяки біогеохімічній та середовищеперетворювальній діяльності живих організмів на практиці важко провести чітку межу біотичним та абіотичним середовищем. Зокрема, газовий склад атмосферного повітря значною мірою визначається життєдіяльністю організмів.

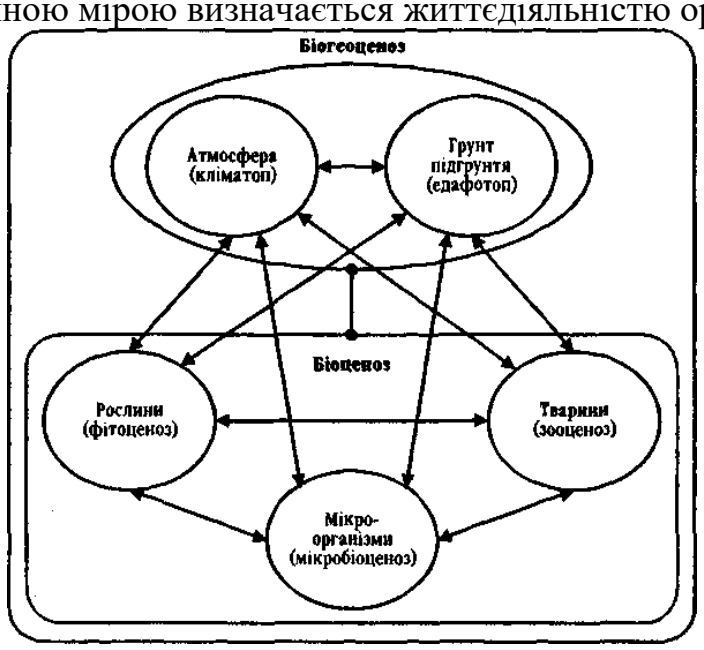


Рис. 2.1 – Схема будови біоценозу (за В.М. Сукачовим)

У багатьох випадках біоценоз створює специфічні умови (мікроклімат), змінюючи практично всі параметри абіотичного середовища. Наприклад, фізичні параметри екосистеми лісу значно зміняться (інтенсивність освітлення, температура, вологість), якщо ліс знищити (тобто, прибрати біоценоз). Таким чином, можна відокремити поняття екотоп, що описує тип

середовища існування біоценозу (наприклад, водний екотоп – гідротоп, грунтовий екотоп – едафотоп) та біотоп – конкретні умови існування біоценозу, часто модифіковані самим угрупованням.

Ознаки екосистем. Для характеристики екосистем використовують великий набір *ознак*:

а) видовий склад живих організмів, типовий для даної екосистеми;

б) співвідношення в екосистемі організмів з різними типами живлення;

в) розмір створюваної в екосистемі первинної та вторинної біопродукції;

г) інтенсивність потоку енергії через екосистему та швидкість кругообігу речовин;

д) режим абіотичних умов та ресурсів.

Абіотичні фактори визначають можливість існування всіх груп організмів у тому чи іншому середовищі, впливаючи на географічне поширення рослин, тварин та мікроорганізмів. В екосистемах абіотичні фактори виступають як ланка, що зв'язує різні групи організмів і забезпечує структурно-функціональну цілісність екосистем.

За своїм значенням абіотичні фактори в екосистемах поділяються на дві групи:

1. *Ресурси*, тобто фактори, що використовуються живими організмами та розподіляються між ними. Це, наприклад, вода, поживні речовини тощо.

2. *Умови існування*, тобто неподільні абіотичні фактори, які не витрачаються в процесі життєдіяльності та однаковою мірою впливають на всі живі організми в даній екосистемі. Типовим прикладом умов існування є температура та pH ґрунту.

Виділяють також:

а) *кліматичні фактори* – температура, режим освітленості, повітря та деякі інші;

б) *едафічні фактори* – вони включають у себе ресурси та умови, пов'язані з ґрунтом: тип ґрунту, його фізико-хімічні особливості, склад ґрунтового розчину тощо;

в) *фактори, що діють у товщі води* та мають значення для водних екосистем.

Ґрунт, як біокосний елемент екосистеми. У 80-х роках XX століття В. В. Докучаєв визначив ґрунт як природно-історичне тіло, що утворюється під впливом клімату та живих організмів із геологічних порід. Тобто, без живих організмів ґрунту бути не може.

Для утворення ґрунту необхідно п'ять головних факторів:

1) наявність материнської гірської породи, яка виступає як матеріальне джерело формування ґрунту;

2) наявність живих організмів;

3) рельєф місцевості, який впливає на характер трансформації гірської породи живими організмами і тип грунту, що формується;

4) клімат;

5) час, оскільки ґрунтоутворення є досить повільним процесом.

Але центральним фактором ґрунтоутворення все ж таки є живі організми. Саме вони в сукупності з дією чотирьох інших факторів утворюють зовсім нове біокосне тіло – грунт.

Екосистемні функції грунту: забезпечує рослини поживними речовинами та водою, трансформує всі інші кліматичні фактори, виконує консервуючу роль. Ґрунти є динамічним утворенням. Але порівняно з іншими компонентами екосистем, він найбільш стабільно зберігає свої основні властивості й структуру.

Кожна екосистема відрізняється своєрідним потоком енергії та кругообігом речовин. Обидва ці процеси опосередковані наявністю в екосистемах живих організмів.

Екосистема може бути різних розмірів і складності. Взаємодія біоценозів з біотопами відбувається через речовинно-енергетичний обмін. Для кожної екосистеми характерний свій біологічний кругообіг речовин, який здійснюється внаслідок існування в екосистемах трофічних ланцюгів (ланцюгів живлення).

Наприклад, у водоймах фітопланктон поїдається зоопланктоном, останній – дрібною рибою, що є здобиччю великих риб – хижаків, які в свою чергу споживаються людиною. Мова йде про певні угруповання рослин, тварин і мікроорганізмів, які взаємодіють один з одним і з навколишнім середовищем.

Незважаючи на велику різноманітність екосистем – від пустель до тундри, всім їм, на думку екологів, властива приблизно однакова біотична структура. Іншими словами, всі вони містять одні й ті ж категорії організмів, які подібно взаємодіють у всіх екосистемах. Це такі категорії, як *продуценти, консументи, редуценти*.

Одна з причин, що викликає різноманітність екосистем (біоценозів) у природі, – це своєрідність абіотичних умов кожного регіону.

2.2 Ланцюги живлення та піраміди мас, чисел і енергії

У природі не існує такого виду, який не був би пов’язаний з іншим. Живлячись за рахунок інших істот, організми дістають енергію. Внаслідок цього у природі виникають ланцюги живлення (трофічні ланцюги) - ряди взаємопов’язаних видів, в яких кожний попередній є об’єктом живлення наступного. Вони є важливим елементом біотичної структури екосистем.

Ланцюг живлення включає три основні ланки:

І. *Продуценти (автотрофи)* – це зелені рослини, які в процесі фотосинтезу утворюють органічну речовину за рахунок утилізації сонячної енергії, води, вуглекислого газу та мінеральних солей. Їх на Землі є близько 350 тис. видів.

ІІ. К*онсументи (гетеротрофи)* – організми, що живляться рослинами чи іншими гетеротрофами. Розрізняють консументи першого порядку – фітофаги; другого порядку – тварини, які харчуються фітофагами (хижі звірі); третього порядку – хижаки, що живляться іншими тваринами і т.д. Кількість

видів цієї групи найбільша – понад 1,5 млн.

III. *Редуценти* – руйнівники органічної речовини. До них належать мікроорганізми, гриби і організми, які живляться мертвою органічною речовиною і мінералізують її до простих органічних речовин. Їх налічується 75 тис. видів.

Харчовий ланцюг складається в середньому з 4–6 ланок. Однак такі ланцюги в чистому вигляді в природі не зустрічаються, оскільки одні і ті ж види організмів можуть одночасно бути в різних ланках. Місце кожної ланки у ланцюгу живлення називають *трофічним рівнем*.

Розрізняють два *типи ланцюга живлення*, що залежить від початкової ланки:

– *ланцюг виїдання (пасовищний*), початковою ланкою є рослини. Наприклад, рослини – попелиці – дрібні комахоїдні птахи – хижі птахи; рослини – зайці – лисиці – вовки.

– *ланцюг розкладання (детритний*), початковою ланкою є рештки мертвих рослин чи послід тварин з невикористаними запасами речовин. Наприклад, коров'ячий послід – личинки мух – комахоїдні птахи – хижаки; рослинний перегній – дощові черв'яки – кроти.

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

Є три основних типи пірамід.

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

Піраміда біомас є графічним відображенням розподілу біомаси продуцентів і відповідно консументів різного порядку (рис. 4.2). Як правило, біомаса продуцентів більша за біомасу організмів наступного трофічного рівня. Біомаса організмів найвищого трофічного рівня – найменша. Як виняток, у деяких екосистемах піраміди біомас можуть також бути перевернутими. Наприклад, на пасовищі біомаса травоїдних більша, ніж біомаса рослин.



Рис. 2.2 – Піраміда біомаси (відрізки піраміди відображають частку загальної біомаси спільноти на кожному трофічному рівні)

Піраміда енергії або «продуктивності» графічно відображає потік енергії через трофічні рівні. Ці піраміди завжди звужуються до вершини за *умов* врахування всіх джерел трофічної енергії в системі. Піраміди чисел та біомас відображають статику систем, тобто характеризують кількість організмів (чи їхню біомасу) у даний момент, піраміди енергій показують швидкість проходження енергії їжі через трофічний ланцюг відповідно до закону Ліндемана. Піраміда енергії демонструє ту закономірність, що більша частина енергії при передачі з нижчого трофічного рівня на вищий витрачається у вигляді тепла, а запасається лише 10-20%.

2.3 Класифікація екосистем

Види екосистем за масштабами поділяються на мікроекосистеми, мезоекосистеми і макроекосистеми.

У *мікроекосистемах* невеличкі, тимчасові біоценози, що називаються *синузіями*, перебувають у обмеженому просторі. До таких екосистем належать трухляві пеньки, мертві стовбури дерев, мурашники тощо.

Найбільш поширеними серед екосистем є *мезоекосистеми*, або біогеоценози, в яких біоценози займають однотипні ділянки земної поверхні з однаковими фізико-географічними умовами і межі яких, як правило, збігаються з межами відповідних фітоценозів.

Макроекосистеми охоплюють величезні території чи водні акваторії, що визначаються характерним для них макрокліматом і відповідають цілим природним зонам. Біоценози таких екосистем називаються *біомами*. До макроекосистем належать екосистеми тундри, тайги, степу, пустелі, савани, листяних і мішаних лісів помірного поясу, субтропічного і тропічного лісів, а також морські екосистеми. Прикладом глобальної екосистеми є біосфера нашої планети. Кожний біом включає в себе цілий ряд менших за розмірами взаємозв’язаних одна з одною екосистем. Найпоширенішим принципом виділення біомів є кліматично-геоботанічна система. Зокрема, за такою системою на території України виділяють 3 біоми: мішані ліси, степ та середземноморський біом.

За ступенем трансформації людською діяльністю екосистеми поділяються на *природні, антропогенні* та *антропогенно-природні*.

У промислово розвинутих країнах, на захоплених людською діяльністю територіях природні екосистеми залишилися тільки у заповідниках. Лісові

насадження, луки, ниви – все це антропогенно-природні екосистеми, які хоча й складаються майже єдино з природних компонентів, але створені й регулюються людьми. До антропогенних екосистем належать екосистеми, в яких переважають штучно створені антропогенні об'єкти і в яких, крім людей, можуть існувати лише окремі види організмів, що пристосувалися до цих специфічних умов. Прикладом таких антропогенних екосистем є міста, промислові вузли, села (в межах забудови).

Залежно від характеру циркуляції речовини екосистеми поділяються на *закриті й відкриті.*

Закритою називають таку екосистему, в якій речовина циркулює від продуцентів до редуцентів по колу й саме в межах цієї екосистеми. Наприклад, у ставку біогенні елементи багаторазово проходять по тому самому колу: водорості – зоопланктон – риба – бактерії – мінеральні біогенні речовини – знову водорості.

У *відкритих* екосистемах речовина по колу не обертається. Наприклад, в екосистемі окремого дерева гусінь з'їдає листя продуцента; саму ж гусінь ловлять птахи й відносять у свої гнізда на інші дерева. Отже, речовина з даної екосистеми вилучається й переноситься в іншу.

Розрізняють також екосистеми, *здатні або не здатні до саморегуляції***.** Механізм саморегуляції в *екосистемах першого типу* здійснюється за принципом негативного зворотного зв'язку. Цей принцип у спрощеному варіанті можна уявити собі *у вигляді ланцюга, кожна ланка якого виступає щодо двох сусідніх або хижаком, або жертвою*. Якщо з якихось причин зменшується чисельність жертви, то через нестачу їжі з часом зменшується й чисельність хижака. Зниження чисельності хижака відповідно приводить до зменшення тиску на жертву, чисельність якої збільшується. Це знову створює умови для збільшення чисельності хижака. Отже, система «хижак–жертва» саморегулюється, тобто утримується в рівноважному стані.

Закон одного відсотка: *зміна енергетики природної системи в межах 1 %, як правило, не виводить екосистему з рівноважного стану*.

Сьогодні людина практично повсюдно виводить екосистеми за межі 1 % коливань енергетичних потоків, збільшуючи тим самим загальну нестабільність біосфери.

2.4 Екологічні фактори. Лімітуючі фактори

Безперервність життя на Землі забезпечується унікальною здатністю живих істот створювати і підтримувати внутрішнє середовище, здійснювати обмін речовин з навколишнім середовищем і передавати ці властивості за спадковістю своїм нащадкам.

Внутрішнє середовище будь-якої істоти якісно відрізняється від зовнішнього середовища. Якісна самостійність внутрішнього середовища організму регулюється механізмами гомеостазу. *Гомеостаз організму* — це стан внутрішньої динамічної рівноваги, який забезпечується взаємодією складних

процесів регуляції і координації біохімічних реакцій за принципом зворотного зв'язку. Гомеостаз може здійснюватись тільки за певних умов навколишнього середовища: поза межами цих умов автономність організму порушується і він гине, а його внутрішнє середовище ототожнюється із зовнішнім.

Середовище – одне з основних екологічних понять, під ним розуміється комплекс природних та техногенних (штучних) тіл і явищ, з якими організм знаходиться у прямих або опосередкованих зв'язках. Навколишнє середовище (довкілля) – частина земної природи, з якою людське суспільство безпосередньо взаємодіє у своєму житті і виробничій діяльності.

Сили, що діють з боку навколишнього середовища, називають **факторами**. Організм, як елементарна частинка живого світу, в середовищі свого існування знаходиться під одночасним впливом багатьох факторів, які разом називаються екологічними.

Екологічний фактор – це будь-який елемент середовища, який здатний справляти прямий чи опосередкований вплив на живі організми, хоча б протягом однієї фази їхнього розвитку.

Екологія особин (виду) – **аутекологія** – вивчає сукупність екологічних факторів, які діють на вид і відповідні реакції виду на цю дію. Під екологічними факторами слід розуміти елементи середовища, які впливають на існування і розвиток організмів, і на які живі істоти реагують реакціями пристосування (за межами здатності пристосування настає смерть).

Закономірності впливу екологічних факторів на живі організми:

а) правило екологічної індивідуальності – не існує двох близьких видів, подібних за своїми адаптаціями;

б) правило відносної незалежності адаптацій – добра пристосованість організму до дії певного чинника не означає такої самої доброї пристосованості до інших;

в) закон оптимуму – кожний фактор позитивно впливає на організм лише в певних межах.

Вплив факторів може бути:

а) оптимальний(оптимум) – інтенсивність фактору найбільш сприятлива для життєдіяльності того чи іншого організму;

б) обмежувальний – значення фактору виходить за межі витривалості (мінімуму та максимуму), що визначає територію розселення виду;

в) межі витривалості (мінімум та максимум) – межі, за якими існування організму неможливе.

Фактори навколишнього середовища забезпечують існування в просторі та часі. *Засвоєння і використання факторів* здійснюється організмом через адаптації.

Адаптації – це пристосування або засоби, за допомогою яких організм здійснює взаємоконтакт з середовищем для підтримання гомеостазу і забезпечує безперервність існування в часі через потомство. Одна із звичайних форм фізичної адаптації називається акліматизацією.

Залежно від кількості й сили дії один і той самий фактор може мати

протилежне значення для організму. Наприклад, як підвищення, так і зниження температури, до якого організм не може пристосуватися, призводить до його загибелі. Адаптивні можливості різних організмів розраховані на різне значення фактору. Так, більшість прісноводних риб гине, потрапивши в морську воду, а морські риби гинуть при зниженні солоності води.

Одне з найзагальніших явищ, які спостерігаються у природі – це сезонна періодичність.

Чіткіше вона виражена в помірних і північних широтах, де зумовлює певну ритмічність життя організмів. У мешканців тропіків сезонні зміни виявляються не так чітко, хоча вони можуть бути зумовлені чергуванням періодів дощів і посушливих періодів. Обертання Землі навколо Сонця і навколо своєї осі, а також Місяця навколо Землі, зумовлюють періодичні зміни світлового режиму, температури, вологості повітря, морські припливи і відпливи.

Періодичні зміни інтенсивності екологічних факторів впливають на формування у живих істот адаптивних біологічних ритмів: добових, припливно-відпливних, сезонних, річних тощо.

З цими ритмами пов'язане явище «біологічного годинника» - здатності організмів реагувати на плин часу. Механізми цього явища ще остаточно не з'ясовано, але, безсумнівно, воно має важливе біологічне значення, оскільки дає змогу узгоджувати фізіологічні процеси організмів зі змінами в довкіллі.

Добові ритми. Унаслідок обертання Землі навколо своєї осі двічі на добу змінюється освітленість, що зумовлює коливання температури, вологості та інших абіотичних факторів, які впливають на активність організмів. Зокрема, сонячне світло визначає періодичність фотосинтезу, випаровування води рослинами, час відкривання й закривання квіток тощо.

Припливно-відпливні ритми зумовлені обертанням Місяця навколо Землі. Найчіткіше вони простежуються у мешканців припливно-відпливної зони. Протягом місячної доби (24 години 50 хвилин) відбувається по два припливи і відпливи, що спонукає організми пристосовуватися до таких періодичних змін умов існування. Під час відпливів мешканці припливно-відпливної зони закривають свої черепашки (молюски), будиночки (вусоногі раки, деякі багатощетинкові черви), закопуються в пісок. Деякі види тварин (наприклад, ваблячий краб) залежно від припливу чи відпливу змінюють своє забарвлення. З ритмом припливів і відпливів пов'язане і розмноження деяких мешканців цієї зони.

Сезонні ритми пов’язані з обертанням Землі навколо Сонця, що зумовлює річні цикли змін кліматичних умов. З певною порою року в організмів пов’язані періоди розмноження, розвитку, стан зимового спокою, у тварин, зокрема, линяння, міграції, сплячка, а у листопадних рослин - щорічна зміна листя. Сезонні ритми впливають не лише на процеси життєдіяльності організмів, а й на їхню будову. Наприклад, у дафній і попелиць протягом року в особин різних поколінь закономірно змінюються розміри тіла і особливості будови певних його частин.

У багатьох організмів спостерігають багаторічні цикли, пов’язані з неперіодичними змінами сонячної активності протягом кількох років. Але такі ритми виражені не так чітко, як сезонні. Прикладом багаторічних циклів є масові розмноження перелітної сарани і деяких інших тварин.

Фотоперіодизм. Одним із провідних факторів, які впливають на біологічні ритми організмів, є фотоперіод - тривалість світлового періоду доби. Реакції організмів на зміни фотоперіоду називають *фотоперіодизм*.

Тривалість світлового періоду доби - це найстабільніший екологічний фактор, оскільки вона завжди постійна в даному місці в певний день року. Натомість, інші фактори (температура, вологість, тиск тощо) можуть змінюватись протягом доби.

Здатність організмів реагувати на зміни тривалості світлового періоду доби дає можливість заздалегідь пристосовуватись до сезонних змін умов довкілля. Явище фотоперіодизму властиве різним групам організмів, але найчіткіше виражене у видів, які мешкають в умовах різких сезонних змін.

Фотоперіодизм тісно пов'язаний з явищем «біологічного годинника», утворюючи досконалий механізм регулювання життєвих функцій організму.

Наявність того чи іншого фактору може бути необхідною умовою для існування одних видів і не мати ніякого значення для інших. Наприклад, світло для зелених рослин – це джерело енергії, а для багатьох мешканців ґрунту – зайвий або й небезпечний фактор.

Залежно від *сили дії* того чи іншого фактору умови існування особин виду можуть бути *оптимальними, неоптимальними або відповідати проміжному рівню.*

Здатність організму витримувати певну амплітуду коливання фактору називають **екологічною валентністю**. Для життя організмів велике значення має не тільки абсолютна величина фактору, але й швидкість його зміни.

За **екологічною валентністю** організми поділяють на:

- *еврибіонтних* з широкими пристосувальними можливостями (сірий пацюк, горобець, кімнатна муха);

- *стенобіонтних,* які можуть існувати лише у відносно сталих умовах (байбак степовий, журавель степовий, качкодзьоб).

Реакція організму і його адаптивні можливості відповідно до показників фактору залежать від поєднання дії різних факторів. Мряка та вітер при плюсовій температурі, мороз при ясній та тихій погоді сприймаються по різному. У даному випадку реакція організму на температурний фактор залежить від супровідної дії вологості і вітру, тобто від спільної дії факторів.

Для нормального існування організму необхідний певний набір факторів. Якщо хоч один із життєво необхідних факторів відсутній або дія його недостатня, організм не може існувати, нормально розвиватись і давати потомство. Це явище називають законом мінімуму, або *законом Лібіха,* а фактор, дії якого недостатньо для нормального життя – **лімітуючим**.

Закон мінімуму Лібіха (Закон «Обмеженого фактора», «Бочка Лібіха»), відкритий Юстусом Лібіхом (1840) — екологічно-економічний закон, згідно з

яким відносна дія окремого екологічного фактора буде тим сильнішою, чим більше цей фактор, у порівнянні з іншими екологічними факторами, буде наближатися до свого кількісного мінімуму. За цим законом, від речовини, концентрація якої є мінімальною, залежить ріст рослин, величина і сталість їх урожаю.

Разом із *законом Лібіха* об'єднується в принцип лімітуючих факторів *правило Шелфорда*, що описане 1913 року внаслідок експериментів з впливу на комах фізичними агентами різної інтенсивності. **Правило Шелфорда** – закон толерантності – згідно з яким присутність або процвітання популяції будь-яких організмів у даному місцезнаходженні залежить від комплексу екологічних факторів, до кожного з яких в організмі існує певний діапазон толерантності (витривалості). Діапазон толерантності по кожному фактору обмежений його мінімальним і максимальним значеннями, в межах яких тільки і може існувати організм («екологічний стандарт» виду). Міра процвітання популяції (або виду) в залежності від інтенсивності чинника зображений на рис. 2.3.

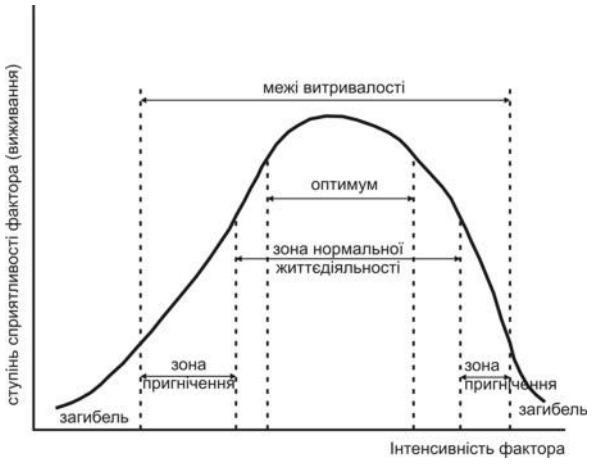


Рис. 2.3 - Міра процвітання популяції (або виду) в залежності від інтенсивності чинника

Лімітуючим може бути будь-який екологічний фактор (наприклад, кількість місць, придатних для будівництва гнізда), але найважливішими найчастіше виявляються температура, вода, їжа (для рослин – наявність біогенних елементів у ґрунті).

Закон толерантності був доповнений у 1975 р. Ю. Одумом:

- Організми можуть мати широкий діапазон толерантності щодо одного фактора і вузький діапазон щодо іншого.
- Організми з широким діапазоном толерантності щодо всіх екологічних факторів зазвичай найбільш поширені.
- Якщо умови по одному екологічному фактору не оптимальні для виду, то діапазон толерантності може звузитися й щодо інших екологічних факторів (наприклад, якщо вміст азоту в ґрунті низький, потрібно більше води для злаків).
- Діапазони толерантності до окремих факторів та їх комбінацій різні.
- Період розмноження є критичним для всіх організмів, тому саме в цей період збільшується число лімітуючих факторів.

Організми пристосовуються до фізичних умов середовища і можуть послабити лімітуючий вплив температури, світла, води та інших факторів.

Такий вплив організмів дуже відчутний і ефективний на рівні угруповання. Зв'язок організму із середовищем має характер тривалий і нерозривний, і організм не може існувати поза середовищем. На Землі розрізняють чотири типи життєвого середовища: **водне, наземне (повітряне), ґрунтове та тіло іншого організму.**

2.5 Класифікація екологічних факторів. Біотичні та абіотичні фактори

Екологічні фактори можуть бути об'єднані за природою їхнього походження або залежно від їхньої динаміки та дії на організм.

За **характером походження** розрізняють:

–*абіотичні фактори,* котрі зумовлюються дією неживої природи і поділяються на кліматичні (температура, світло, сонячна радіація, вода, вітер, кислотність, солоність, вогонь, опади тощо), орографічні (рельєф, нахил схилу, експозиція) та геологічні.

–*біотичні* – дія одних організмів на інші, включаючи всі взаємовідносини між ними.

–*антропогенні фактори* – вплив на живу природу життєдіяльності людини.

Абіотичні (табл. 2.1). Серед них особливо виділяється група кліматичних факторів. Дія багатьох абіотичних факторів, включаючи рельєф, вітер, тип ґрунту тощо виявляється опосередковано – через температуру і вологість. Внаслідок цього на невеликій ділянці земної поверхні кліматичні умови можуть суттєво відрізнятися від середніх для даного регіону в цілому.

Температура і кількість опадів (дощу або снігу) визначають розташування на земній поверхні основних природних зон.

Таблиця 2.1 – Основні види абіотичних факторів

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

Різноманітність природних комплексів часто визначається особливостями ґрунтів, від яких залежить надходження вологи. Один і той же фактор щодо різних організмів може відігравати різноманітну роль і завдяки цьому переміщуватися у класифікації з однією групи в іншу. Яскравим прикладом

цього явища може бути світло. Для рослин воно є джерелом енергії для фотосинтезу, для багатьох наземних тварин світло може бути основним фактором. Для ґрунтових організмів або мешканців печер, як і для організмів, що живуть у глибинах морів, цей фактор не має значення, оскільки протягом всього життя ці організми не зустрічаються з його дією.

Екологічні фактори діють на організм різними шляхами. У найпростішому випадку має місце *прямий* вплив. Так, сонячне проміння освітлює ящірку, яка лежить нерухомо, і тіло її нагрівається. З іншого боку, дуже часто екологічні фактори впливають на організм *опосередковано*, через безліч проміжних ланок. Наприклад, поєднання високої температури повітря з низькою вологістю і відсутністю дощів призводить до посухи, іноді це набуває катастрофічного характеру (вигоряє рослинність, травоїдні мігрують або гинуть).

Біотичні фактори. Це форми впливу живих організмів один на одного Основною формою такого впливу в більшості випадків с харчові зв'язки, на базі яких формуються складні ланцюги і ланки харчування. Крім харчових зв'язків, в угрупованнях рослинних і тваринних організмів виникають просторові зв'язки. Все це є підставою для формування біотичних комплексів. Виділяють різні форми біотичних відносин, які можуть бути найрізноманітнішими – від дуже сприятливих до різко негативних.

Відповідно до найпростішої класифікації біотичні фактори поділяють на три групи, які спричинюються: рослинами, тваринами та мікроорганізмами.

У 1958 р. А.С. Мончадський запропонував класифікацію факторів за **характером їхньої дії**.

Стабільні фактори – ті, що не змінюються протягом тривалого часу (земне тяжіння, сонячна стала, склад атмосфери та інші). Вони зумовлюють загальні пристосувальні властивості організмів, визначають належність їх до мешканців певного середовища планети Земля.

Змінні фактори, які, у свою чергу, поділяються на закономірно змінні та випадково змінні.

До закономірно змінних належить періодичність добових і сезонних змін. Ці фактори зумовлюють певну циклічність у житті організмів (міграції, сплячку, добову активність та інші періодичні явища і життєві ритми).

Випадково змінні фактори об'єднують біотичні, абіотичні та антропогенні фактори, дія яких повторюється без певної періодичності (коливання температури, дощ, вітер, град, епідемії, вплив хижаків тощо).

До середини XX століття людина, за визначенням В.І. Вернадського, стала найбільш могутньою геологічною силою на нашій планеті. Різко зріс вплив людської діяльності на довкілля, що призвело до порушення природних зв'язків.

Так, внаслідок вирубування лісів, пустелі різко пришвидшили свій наступ на зелені зони. Діяльність людини змінює умови навколишнього середовища, а середовище, в свою чергу, впливає на життя, здоров'я та життєдіяльність як окремої людини, так і людської популяції загалом.

2.6 Екологічні ніші

Почнемо з прикладу, у біоценозі дубового лісу різні види птахів приурочені до певного ярусу. Куріпка мешкає у нижньому трав'яному ярусі і навіть налякана ніколи не ховається у гілках дерев. На стовбурах дерев та всередині них харчуються та будують гнізда повзик та дятли. Останні практично ніколи не спускаються на землю (заважає спеціальне розташування пальців нижніх кінцівок). У сплетінні гілок будують гнізда вівчарик та зяблик, які переважно харчуються на землі. Проте сіра мухоловка ловить здобич у повітрі під пологом лісу. В небі над лісом кружляють ластівки та серпокрильці, які також збирають комах у повітрі, але ніколи не залітають під полог лісу і тим більше – не сідають на землю. Таким чином, всі перелічені птахи незважаючи на приналежність до одного біоценозу практично не зустрічаються один з одним. Це пов’язано з тим, що кожний вид в межах одного біоценозу займають різні екологічні ніші.

Екологічна ніша – *місце та роль виду (популяції) у екосистемі (біогеоценозі), які визначаються його біоценотичними зв’язками та відношенням до екочинників середовища*. Під місцем розуміють як буквальне часове та просторове положення виду, так і його розташування по відношенню до інших компонентів екосистеми. Слід відрізняти місце мешкання від екологічної ніші. Екологічна ніша є більш широким поняттям і включає в себе також місце існування виду. Для розуміння змісту «екологічної ніші» Ю. Одум застосовував аналогію з людською професією та адресою проживання. Професія людини є багатогранним поняттям, яке включає не лише професійну роль особи у суспільстві, а й дозволяє встановити особливості її існування. Місце мешкання людини залежить від фінансового стану, а отже й від професії. Також можна передбачити спосіб пересування людини, її раціон, і, навіть, дозвілля (порівняйте за цими параметрами різні людські професії). Отже, екологічна ніша виду у біоценозі – це «професія» виду, а місце існування – це «адреса» виду. Кожний вид у біоценозі не має чіткої «формули» ніші, за якою можна визначити його роль в екосистемі, опис екологічної ніші окремого виду можливий лише приблизно, за певними ознаками.

Структура екологічної ніші. Таким чином, екологічна ніша – багатовимірний параметр, що характеризує все різноманіття умов існування виду в біоценотичному угрупованні. Для зручності опису параметрів існування виду у біоценозі застосовують окремі структурні складові екологічної ніші:

За структурою екологічні ніші поділяють на:

1. Топічну (просторову) – параметри існування організму у просторі, в тому числі і просторі екологічних факторів (просторове розташування особин, просторове розташування відносно градієнту умов середовища, зв’язок з певним видом субстрату, ярусу тощо).

2. Трофічну – характерні особливості живлення виду, місце виду у трофічній мережі біоценозу.

3. Термальну – відношення виду до температурного фактору. Подібно до температурного фактору, може бути виділена ніша за будь-яким екологічним чинником.

4. Часову – зміна фізіологічної активності або переміщення особин у просторі та часі.

5. Багатомірна ніша – характеризує діапазон можливості існування виду (зона толерантності) за кількома екологічними факторами.

Фактично екологічна ніша за окремим екологічним чинником відповідає поняттю зони толерантності виду (за законом толерантності В. Шелфорда).

Як і у випадку *екологічної валентності*, екологічні ніші різних видів можуть характеризуватися відмінною шириною. Тому для *еврибіонтів* часто кажуть про наявність широкої екологічної ніші за певним екологічним фактором. *Стенобіонти*, навпаки, характеризуються вузькою екологічною нішею. Як і у випадку з еври- або стенобіонтністю, про ширину екологічної ніші можна казати лише у порівняльному аспекті, коли порівнюють властивості окремих видів в умовах визначених біоценозів.

Якщо уявити собі умовний простір чотирьох екологічних факторів, для кожного з яких існує визначений діапазон оптимуму існування виду, то багатовимірна ніша буде виглядати як умовний центр такого простору. Визначити параметри такої екологічної ніші для окремого живого організму можливо лише в умовах лабораторного експерименту, а отриманий діапазон буде відповідати поняттю *фундаментальна ніша*.

Фундаментальна екологічна ніша – умовний простір екочинників, в якому можливе потенційне існування виду (популяції).

У зв’язку з тим, що кожний вид взаємодіє з іншими членами біоценозу, й ця взаємодія найчастіше відбувається за типом конкуренції, то його потенційні можливості ніколи не співпадають з реальними умовами існування в екосистемі. А його реальна екологічна ніша буде перекриватися з нішами інших видів. Така екологічна ніша отримала назву *реалізованої* екологічної ніші.

Реалізована екологічна ніша – місце виду у конкретній екосистемі, яке обумовлено взаємодією комплексних внутрішніх та зовнішніх чинників. Таким чином, реалізована екологічна ніша завжди є вужчою за фундаментальну. Вона деформована завдяки впливу обмежуючих факторів, перш за все – біотичної природи. Основною діючою силою обмеження реалізованої екологічної ніші є *конкуренція*.

Формування екологічної ніші. Займання екологічної ніші організмом не є пасивним процесом. У більшості випадків види створюють екологічну нішу або модифікують її параметри в залежності від умов довкілля та власних вимог до середовища існування. В результаті збільшуються шанси на виживання популяції. При цьому модифіковане середовище внаслідок життєдіяльності багатьох попередніх поколінь створює умови для успішного існування наступних. Цей принцип отримав назву *екологічного успадкування* (ecological inheritance). Яскравим прикладом є коралові рифи – велетенські геологічні

утвори біогенного походження, де коралові поліпи мешкають лише у зовнішньому поверхневому шарі. Поступово відмираючи, вони створюють субстрат для існування наступних поколінь. Без такого субстрату мадрепорові корали існувати не можуть. Іншим прикладом є популяції степових злаків на розвинутих чорноземах. Формування чорнозему відбувалося протягом тисячоліть шляхом відмирання рослинних решток за умов сухого клімату. Ерозія грунту та руйнування запасів гумусу призводить до неможливості відновлення популяцій таких рослин навіть при штучному висіві.

2.7 Біосфера та її межі

«На земній поверхні немає хімічної сили, могутнішої за своїми кінцевими наслідками, ніж живі організми, взяті в цілому» - говорив В. І. Вернадський - вчений, який започаткував біогеохімію, радіогеологію, творець учень про біосферу та ноосферу, перший президент Академії наук України).

Поняття «*жива речовина*» ввів у науку В. І. Вернадський і розумів під ним *сукупність усіх живих організмів планети*.

Жива речовина протидіє хаосові та ентропії. Використовуючи прямо й непрямо сонячну енергію, жива речовина створює з простих, бідних на енергію молекул, передусім води й вуглекислого газу, складніші й енергетично впорядкованіші сполуки – вуглеводи, білки, жири, нуклеїнові кислоти та інші – або переробляє їх.

Наприклад, бактерії однієї з груп – залізобактерії – дістають необхідну для життя енергію за рахунок окиснення двовалентного заліза до тривалентного. При цьому в процесі утворення 1 г біомаси цих бактерій відбувається окиснення до 500 г солей двовалентного заліза. Кінцеві продукти – солі тривалентного заліза – відкладаються навколо бактеріальної клітини й утворюють так звану болотну руду. Саме з болотної руди за часів Київської Русі виплавляли чавун. На прикладі залізобактерій простежуються *функції живої речовини: окиснення; концентрація; перерозподіл хімічних елементів.*

Основні властивості живої речовини:

1. високоорганізована внутрішня структура;

2. здатність уловлювати із зовнішнього середовища й трансформувати речовини та енергію, забезпечуючи ними процеси своєї життєдіяльності;

3. здатність підтримувати сталість власного внутрішнього середовища, незважаючи на коливання умов середовища зовнішнього, якщо ці коливання сумісні з життям;

4. здатність до самовідтворення шляхом розмноження.

Жива речовина існує у формі конкретних живих одиниць – організмів (індивідів), які, своєю чергою, групуються в більш або менш дискретні одиниці існування матерії – види.

Простір нашої планети, в якому існує й «працює» жива речовина, називають *біосферою* (від грец. біос — життя та сфера — куля). Перші уявлення про біосферу як «зону життя» дав відомий французький природознавець Ж.-Б. Ламарк, а термін «біосфера» ввів у науку австрійський геолог Е. Зюсс (1875 р.). Проте цілісне вчення про біосферу створив наш видатний співвітчизник, засновник і перший президент Академії наук України В.І. Вернадський.

Біосфера охоплює нижні шари атмосфери до висоти близько 11 км, всю гідросферу і верхній шар літосфери до глибини 3–11 км на суші й 0,5–1,0 км під дном океану. Товщина біосфери на полюсах Землі близько 10 км, на екваторі – приблизно 28 км. Іноді верхньою межею біосфери вважають озоновий шар (25–30 км над поверхнею планети), вище від якого живе зазвичай гине під дією космічних випромінювань.

Межа біосфери в літосфері також чітко не окреслена. Починаючи з глибин 0,5–2 м від земної поверхні кількість живої речовини зменшується в логарифмічній послідовності. На глибинах понад 10 м породи, як правило, вже стерильні. Та навіть у товщі стерильної породи іноді трапляються острівці життя. Найбільші глибини, де знайдено живу речовину – 2-3 км. У нафтових родовищах на цих глибинах виявлено свою, «нафтову», мікрофлору. Нафта залягає також і на значно більших глибинах – до 5-7 км. Припускають, що й у таких глибинних родовищах можна знайти «нафтові» бактерії. Деякі дослідники нижньою межею біосфери вважають глибини, на яких температура літосфери починає перевищувати 100 °С: близько 10 км на рівнинах і 7-8 км у горах.

Межі біосфери в гідросфері окреслені чітко: біосфера охоплює всю гідросферу, в тому числі найбільші океанічні западини до 11 км, де існує значна кількість глибоководних видів. У 1977 р. в океані на глибині кількох кілометрів було знайдено гарячі вулканічні зони, в яких за температури 350˚С існують численні термофільні бактерії (вода там не кипить через високий тиск і велику концентрацію солей).

В експериментах американського дослідника Р. Камерона синьозелені водорості протягом кількох місяців не втрачали життєздатності в умовах, що відповідали марсіанським. Жива речовина не гине в рідкому азоті (на цій властивості ґрунтуються методи кріоконсервації всіляких живих організмів). Деякі види, наприклад ті ж таки синьозелені водорості, не гинуть під дією потужного іонізуючого випромінювання й оселяються в епіцентрі ядерного вибуху вже через кілька днів після його здійснення. Але незважаючи на свої великі потенційні можливості, *«працює» жива речовина лише в межах біосфери.*

2.8 Походження й еволюція біосфери

Біосфера має довгу історію, тісно пов’язану з еволюцією Землі, яку можна умовно поділити на кілька фаз.

Перша фаза. *Формування ранньої земної кори, атмосфери та гідросфери. Виникнення геологічного кругообігу речовин.*

Первинна кора нашої планети – Землі – утворилася приблизно 4,6 млрд. років тому. Відтоді на її поверхні осідали метеорити й космічний пил. З тріщин тонкої кори неперервно вивергалася розжарена лава, а разом із нею – гази. Втримуванні гравітаційними силами, ці гази утворили первинну атмосферу планети. Вона складалася з метану, аміаку, водяної пари, вуглекислого газу, сірководню й практично не містила кисню та озону.

Коли поверхня планети охолола, водяна пара почала конденсуватися в атмосфері й випадати першими дощами, розчинюючи численні мінерали земної кори. Поступово вода накопичувалася, утворюючи океани. На планеті сформувалася гідросфера. Циркуляція атмосферних мас, води й розчинених у ній мінералів, переміщення магматичних .продуктів на поверхню планети й знову в її надра породили великий, або геологічний, кругообіг речовин.

Друга фаза. *Передбіологічна (хімічна) еволюція*. Протягом цієї фази (4,6–3,8 млрд. років тому) на Землі відбувалися процеси абіотичного синтезу й накопичення простих органічних сполук, необхідних для існування життя: амінокислот і простих пептидів, азотистих основ, простих вуглеводів.

Гіпотезу про можливість виникнення таких сполук абіотичним шляхом, тобто без участі живої речовини, висловив у 1923 р. російський біохімік, академік О. І. Опарін, а вперше експериментально перевірив у 1953 р. американський вчений С. Міллер, який у своїх дослідах зімітував умови давньої Землі: в стерильний реактор він помістив водень, метан, аміак та воду, і крізь цю суміш пропускав електричні розряди, імітуючи блискавки в первинній атмосфері. За тиждень у реакторі було виявлено кілька амінокислот, деякі прості вуглеводи, інші органічні сполуки, які входять до складу живої речовини. Експерименти С. Міллера, повторені й підтверджені в багатьох інших лабораторіях. *Жива речовина докорінно змінила зовнішній вигляд Землі - виникла біосфера.*

Третя фаза. *Давня біосфера. Еволюція прокаріотичного світу. Виникнення біологічного кругообігу речовин. Формування кисневої атмосфери.* Ця фаза еволюції нашої планети почалася приблизно 3,8–4 млрд. років тому. Рештки перших живих організмів (їхній вік становить 3,8 млрд. років) дійшли до нас у вигляді так званих строматолітів — вапнякових решток синьо-зелених водоростей і актиноміцетів, а також у вигляді осадових порід.

Перші живі організми мали примітивну – *прокаріотичну* – будову, були *анаеробами*, тобто організмами, які існують у безкисневому середовищі. Необхідні для життя енергію й речовини перші мешканці Землі діставали, використовуючи готові органічні сполуки первинного бульйону, тобто були *гетеротрофами*.

Згодом з’явився принципово новий спосіб добування енергії й поживних речовин – *автотрофний*. Організми-автотрофи для побудови своїх клітин не використовували готові органічні речовини, а самі синтезували їх з неорганічних – вуглекислого газу, води, азотовмісних і фосфоровмісних

сполук. Такі процеси потребували значних енергетичних затрат. Необхідну енергію автотрофи діставали або за рахунок окисних реакцій – у процесі хемосинтезу, або в результаті прямого вловлювання й перетворення променистої енергії Сонця – фотосинтезу.

З появою автотрофів на планеті замкнувся цикл біологічного кругообігу речовин. Жива речовина – продуценти, консументи й редуценти – утворила ланцюг живлення (трофічний ланцюг), який через неживу речовину – мінеральні сполуки – замкнувся в коло. Продуценти синтезували органічні речовини з неорганічних, консументи їх трансформували, а редуценти розкладали до мінеральних сполук, які потім знову споживалися продуцентами для процесів синтезу.

Геологічний і біологічний кругообіги речовин разом склали біогеохімічний кругообіг, з'єднавши в ньому водночас величезну потужність першого й надзвичайні швидкість та активність другого. Біогеохімічний кругообіг «налагоджувався» приблизно 1,5–2 млрд. років, потім стабілізувався, суттєво не змінюючись протягом більш як 2 млрд. років – дотепер.

Поява фотосинтезуючих продуцентів, окрім усього іншого, мала один важливий наслідок — на Землі сформувалася киснева атмосфера, яка визначила подальші етапи еволюції планети й біосфери.

Організми, що діставали енергію на основі процесу кисневого розщеплення простих цукрів названо *аеробними.* Оскільки шар озону захищав тепер клітини від ультрафіолетового випромінювання, аероби почали колонізацію багатих на кисень поверхневих шарів Світового океану та його мілководь — шельфу. Жива речовина заселила всю гідросферу.

Четверта фаза. *Виникнення еукаріот. Заселення суші. Сучасна біорізноманітність органічного світу.*

Еукаріотичні клітини значно складніші за прокаріотичні. Вони диференційовані на системи певних органоїдів (ядро, мітохондрії, ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, лізосоми, хлоропласти тощо), здатні до мітозу, мейозу й статевого процесу, можуть живитися шляхом фагоцитозу й пінозитозу і т. д. Завдяки здатності до статевого процесу еукаріоти еволюціонують набагато швидше за прокаріот і мають більший адаптивний потенціал, а отже, краще пристосовуються до змін умов існування. Вважають, що еукаріотична клітина виникла приблизно 1,2 млрд. років тому в результаті серії симбіозів різних прокаріотичних клітин.

За порівняно короткий час близько 430–415 млн. років тому перші рослини – нащадки водоростей, а слідом за ними й різноманітні тварини та гриби вийшли на сушу, завершуючи колонізацію всієї поверхні нашої планети.

*З виходом живої речовини на сушу прискорилися процеси вивітрювання гірських порід***.** Відтоді не лише коливання температури, дощі та вітри руйнували гірські масиви, а й величезна армія рослин, бактерій, грибів і лишайників подрібнювала, розпушувала, розчиняла мінерали.

Консументи-тварини, споживаючи продуцентів, швидко переносили вміщені в органічній речовині елементи на значні відстані, редуценти вивільняли, розкладали, перевідкладали органіку консументів. Частина вивільнених мінеральних і напівперероблених органічних речовин трансформувалася в гумус, утворюючи родючі біокосні системи – ґрунти. Те, що не поверталося в біологічний кругообіг або не запасалося в ґрунті, змивалося дощами в річки й виносилося в Світовий океан, де споживалося, концентрувалось або перевідкладалось у вигляді осадових порід мешканцями гідросфери. Тектонічні переміщення земної кори повільно виносили осадові породи на поверхню, роблячи нагромаджені в них речовини знову доступними для живої речовини літосфери.

Біосфера – це відкрита термодинамічна система, що одержує енергію у вигляді променистої енергії Сонця й теплової енергії процесів радіоактивного розпаду речовин у земній корі та ядрі планети. Основне джерело енергії сьогодні – це сонячне випромінювання. Щороку Земля одержує від Сонця енергію, яка становить близько 10,5 * 1020 кДж. Близько 34 % цієї енергії відбивається від хмар, пилу й земної поверхні, 42 % –нагріває атмосферу, літосферу й Світовий океан, після чого розсіюється в космічному просторі у вигляді інфрачервоного випромінювання, 23 % витрачається на випаровування води й утворення хмар, близько 1 % на переміщення повітряних мас – утворення вітру. І лише 0,023 % сонячної енергії, що потрапляє на Землю, вловлюється продуцентами – вищими рослинами, водоростями та фототрофними бактеріями – й запасається в процесі фотосинтезу у вигляді енергії хімічних зв´язків органічних сполук.

Ця зв’язана енергія далі використовується консументами й редуцентами в ланцюгах живлення, і за її рахунок жива речовина виконує роботу – концентрує, трансформує, акумулює й перерозподіляє хімічні елементи в земній корі. Робота живої речовини супроводжується розсіянням у вигляді тепла майже всієї запасеної в процесі фотосинтезу сонячної енергії. Лише частки процента цієї «фотосинтетичної» енергії не потрапляють у ланцюги живлення й консервуються в осадових породах у вигляді органічної речовини торфу, вугілля, нафти та природного газу.

Отже, *в процесі роботи, яку здійснює біосфера, вловлена сонячна енергія трансформується, тобто йде на виконання так званої корисної роботи, й розсіюється. Ці два процеси підпорядковуються двом фундаментальним природним законам – першому та другому законам термодинаміки.*

Перший закон термодинаміки часто називають ***законом збереження енергії****. Це означає, що енергія не може бути ні народжена, ні знищена, вона може бути лише трансформована з однієї форми в іншу. Кількість енергії при цьому не змінюється.*

Другий закон термодинаміки визначає напрям якісних змін енергії в процесі її трансформації з однієї форми в іншу**.** Закон описує співвідношення корисної та марної роботи під час переходу енергії з однієї форми в іншу й дає уявлення про якість самої енергії**.**

Отже, за другим законом термодинаміки, будь-яка робота супроводжується трансформацією високоякісної енергії в енергію нижчої та найнижчої якості – тепло – й призводить до зростання ентропії. Спрощено ентропія – це міра дезорганізації, хаосу, випадковості систем та процесів.

Знизити ентропію в *термодинамічно закритій системі*, яка не отримує енергії ззовні, *неможливо* – адже вся якісна енергія такої системи врешті-решт перетворюється на низькоякісну, деградує до тепла. Проте у *відкритій термодинамічній системі можливо протидіяти зростанню ентропії*, використовуючи для цього високоякісну енергію, що надходить ззовні, й відводячи низькоякісну енергію за межі системи.

Всесвіт є закритою системою, й у ньому ентропія постійно зростає. Біосфера є відкритою системою, яка підтримує власний низький рівень ентропії, використовуючи для цього зовнішнє джерело якісної променистої енергії — Сонце — й розсіюючи в космічний простір низькоякісну теплову енергію. Тому, крім ентропії фізичної (ентропії замкненої системи), в екології використовують поняття «*ентропія екологічна*» *– кількість необоротно розсіяної в просторі теплової енергії, яка, проте, компенсується трансформованою енергією зовнішнього джерела – Сонця***.**

Існування життя на Землі залежить не лише від потоку енергії, а й від *кругообігу речовин у біосфері*. Будь-які живі організми дістають із довкілля хімічні елементи, котрі потім використовують на побудову чи підтримання своїх тіл і на забезпечення процесів розмноження. Всього відомо близько *80 елементів, необхідних біоті.* З продуктами життєдіяльності або після смерті ці елементи знову потрапляють у довкілля – атмосферу, гідросферу чи літосферу, й у подальшому використовуються іншими організмами. Отже, в біосфері постійно відбувається кругообіг речовин. *Прямо чи опосередковано цей кругообіг здійснюється за рахунок сонячної енергії та сил гравітації.*

Хімічні елементи, які використовуються живою речовиною у великих кількостях і зазвичай становлять не менш як 0,1 % загальної маси організму, називають макроелементами. До макроелементів належать вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, сірка, калій, магній і кальцій. Елементи, необхідні організмам у менших кількостях (до 0,1 %), належать до мікроелементів. Це мідь, цинк, молібден, бор, йод, силіцій та ін.

Великий кругообіг речовин і вплив на нього антропогенного фактора. Енергія Сонця й сили гравітації рухають два кругообіги речовин: біологічний та геологічний. Біологічний кругообіг швидкий і розімкнений: початкова й кінцева ланки замикаються через доступні неорганічні речовини. Геологічний кругообіг повільний і замкнений. Частина речовин із біологічного кругообігу надходить у геологічний у вигляді відмерлих решток, утворюючи осадові породи, які з часом під впливом тиску, температури та інших факторів трансформуються в граніти. Тектонічні підняття спричинюють винесення частини гранітних порід на поверхню. Граніти вивітрюються, й, як наслідок, утворюється фонд доступних речовин, що в подальшому знову залучаються до біологічного кругообігу.

Процеси кругообігу речовин у біосфері здійснюються збалансовано. Переважна більшість речовин, залучених до біологічного кругообігу, повертається в мінеральний стан і стає доступною для повторного використання живою речовиною. Лише невелика частина відкладається в осадових породах, але ці втрати компенсуються речовинами, які вивільнюються з гірських порід у результаті процесів вивітрювання. Баланс та узгодженість біологічного й геологічного циклів досягаються завдяки живій речовині: за рахунок тривалих процесів видоутворення в разі появи нових ресурсів чи нових умов середовища й за рахунок формування численних прямих, зворотних і непрямих зв´язків між різними організмами та факторами середовища.

3 ЛЮДИНА І ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1 Атмосфера, гідросфера, літосфера

Атмосфера – це газова оболонка, що оточує Землю, товщиною понад 1000 км. Наявність атмосфери – одна з найголовніших умов життя на планеті. Процеси, які проходять у атмосфері, є надзвичайно динамічними і визначають більшість явищ у біосфері.

Атмосфера, як елемент глобальної екосистеми, виконує кілька основних функцій:

– захищає живі організми від згубного впливу космічних випромінювань та ударів метеоритів;

– регулює сезонні й добові коливання температури (якби на Землі не існувало атмосфери, то добові коливання температури досягали б ± 200 °С);

– є носієм тепла й вологи;

– є джерелом газів, які беруть участь у фотосинтезі й забезпечують дихання;

– зумовлює низку складних екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, діяльність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо).

Основні компоненти атмосфери: *азот* (78,084 %), *кисень* (20,946 %) та *аргон* (0,934 %). Важливу роль відіграють і так звані малі домішки: *вуглекислий газ, метан* тощо. Крім того, атмосфера містить *водяну пару*: від 0,2 % у приполярних районах до 3 % поблизу екватора. Нинішня киснево-азотна атмосфера – результат життєдіяльності живих організмів.

Крім газів, у повітрі атмосфери містяться ще й домішки так званих аерозолів, тобто дуже дрібних крапель рідин і твердих частинок як природного, так і штучного походження: сірчистих (краплі H_2SO_4), мінеральних (пил із земної поверхні), вуглеводневих (сажа), морських (частинки морських солей) та ін.

Біогеохімічна роль газових компонентів не відповідає їх загальному вмісту у повітрі: азот – відносно інертний газ, який за звичайних умов практично не бере участь у хімічних процесах біосфери. Проте, кисень, вуглекислий газ та вода – є найважливішими для всього живого компонентами атмосфери, які визначають як фізичні явища в атмосфері (зокрема енергетичний баланс біосфери), так і хімічні процеси (окислення, формування вільних радикалів).

Для атмосфери є характерним виражена вертикальна гетерогенність. За рядом фізичних параметрів повітряну оболонку Землі умовно поділяють на кілька шарів: ***тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу***.

Термосфера – фактично не є частиною атмосфери. Верхня межа є нечіткою і знаходиться на висоті близько 800 км. Характеризується відсутністю перемішування повітряних мас (турбопауза). Температура часто досягає 100-250˚С, однак звичайне поняття "температура" тут непридатне, оскільки незначна кількість частинок, що рухаються не дає відчуття тепла і не нагріває звичайний термометр. Вимірювання вільної теплової енергії повітря проводять іншими методами. У мезосфері та термосфері відбуваються складні енергетичні процеси поглинання енергії космічних випромінювань та сонячної радіації. Вони мають вплив на приземні умови існування організмів, проте багато явищ залишаються слабо дослідженими через свою віддаленість від поверхні Землі.

Мезосфера – шар атмосфери на висоті 40-50 – 80-90 км. Характеризується значним розрідженням повітря та різким підвищенням температури до +50˚С на висоті 60 км.

Стратосфера (от лат. *stratum* – настил, шар) – шар атмосфери простягається до висоти 48-50 км. Тут зосереджено близько 20% маси повітря. Повітря у стратосфері практично не містить води, проте містить достатньо багато озону. Основною ознакою стратосфери є підвищення температури повітря, досягаючи на її верхній межі стабільних величин від -30˚С до +20˚С (в залежності від широти та сезону). Ця область стабільної температури отримала назву ***стратопаузи***. Зростання температури повітря в стратосфері зумовлено взаємодією ультрафіолетового випромінювання Сонця з компонентами повітря (зокрема з озоном). У стратосфері за рахунок фотохімічних реакцій відбувається утворення ***озону***, відбувається іонізація атмосферних газів, утворюються вільні радикали. В результаті, короткохвильове випромінювання Сонця практично не проникає до тропосфери, поглинаючись у стратосфері. Незважаючи на значну віддаленість від поверхні Землі, фотохімічні процеси в стратосфері є важливими для існування життя на планеті.

Тропосфе́ра (ст.-гр. *τρόπος* – «поворот», «зміна» и *σφαερα* – «куля») – нижній шар атмосфери, товщиною у полярних областях 8-10 км, на екваторі 16-18 км. Протягом року товщина тропосфери змінюється – зазвичай взимку зменшується, а влітку – збільшується. Це пояснюється тепловим розширенням повітря. Незважаючи на те, що товщина тропосфери складає лише близько 1%

від загальної товщини атмосфери, у тропосфері зосереджено понад 80% всієї маси повітря атмосфери та понад 90% всієї атмосферної води. Тут відбуваються процеси турбулентного перемішування повітряних мас, їх широтного переміщення, здійснюється круговорот води, виникають хмари, формуються атмосферні фронти, циклони та антициклони. В результаті саме умови тропосфери визначають погоду та клімат, забезпечують існування життя на планеті. Саме тому, тропосфера є найбільш вивченою частиною атмосфери, а її екологічні умови невірно перекладають на всю атмосферу.

Середня температура повітря тропосфери становить 15˚С. Проте, для тропосфери характерна значна вертикальна та горизонтальна температурна гетерогенність. Відмінності температури повітря в різних районах Земної кулі пов'язані зі складними процесами теплопередачі у повітрі. При підйомі у тропосфері температура знижується на 0,65˚С через кожні 100 м і досягає мінімуму на висоті 8-18 км. Ця область відповідає межі тропосфери та стратосфери і отримала назву ***тропопаузи***. Цікаво, що температура тропопаузи є нижчою на екваторі (до -90˚С), і вищою на полюсах (до -50˚С). Тропосфера достатньо чітко відмежовується від іншої атмосфери ущільненим шаром повітря. Завдяки цьому тропосферне повітря повільно перемішується з повітрям стратосфери.

Крім повітря, земна атмосфера представлена різноманітними явищами. ***Атмосферні явища*** – видимий прояв складних фізико-хімічних процесів у повітряній оболонці Землі. Багато з атмосферних явищ мають визначний екологічний вплив, а їх трактують як важливі екологічні фактори. Їх можна поділити на 5 категорій: ***вітер, гідрометеори, літометеори, електричні*** *та* ***оптичні явища***.

Вітер. Нерівномірне прогрівання повітря від земної поверхні та його розширення призводить до створення різниці тисків в різних ділянках повітряних мас. В результаті створюється горизонтальне переміщення повітря, на яке також впливає сила Коріліса, і виникає важливе атмосферне явище – ***вітер*** – потік повітря, що рухається переважно в горизонтальному напрямку.

Екологічне значення вітру. Завдяки вітрам повітря постійно перемішується. Тому його склад біля земної поверхні є достатньо однорідним. Наприклад, концентрація кисню у полярних районах Земної кулі практично не відрізняється від екваторіальних районів, незважаючи на повну відсутність фотосинтезуючих організмів. З іншого боку, саме за рахунок вітру відбувається транскордонне переміщення забруднених повітряних мас. При цьому, відбувається повітряний експорт забруднення на сусідні території (так формуються *кислотні дощі*).

Важлива роль вітрів у тепловому балансі біосфери. Завдяки вітрам відбувається перенесення поглинутої сонячної енергії з екваторіальних районів до високих широт. Це зменшує температурний градієнт на поверхні Землі, змінює та пом'якшує межі кліматичних поясів.

Вітер здатний здійснювати переміщення величезних обсягів твердих частинок, виступаючи важливим геологічним чинником, а також живі організми, їх діаспори та пилок рослин на тисячі кілометрів.

Гідрометеори. Вода у твердому або рідкому стані утворює специфічні атмосферні явища, ***гідрометеори*** – сукупність крапель води або частинок льоду, які перебувають у повітрі в стані завису (хмари) або випадають на земну поверхню (опади). Прикладом гідрометеорів є ***хмари.***

Екологічне значення гідрометеорів. Хмари є важливим чинником зменшення прозорості атмосфери. Через це відбувається перехоплення сонячної енергії та нагрівання верхніх шарів тропосфери при одночасному охолодженні приземного шару повітря. Це добре помітно у хмарний день, коли охолоджується земна поверхня, а разом з тим охолоджується і повітря. З іншого боку, хмари перехоплюють інфрачервоні теплові промені від нагрітої поверхні землі. Тому хмарною ніччю тепліше, ніж зоряною. В результаті атмосферна волога є основним чинником формування *парникового ефекту.*

В основі формування хмар та випадіння атмосферних опадів лежить явище кругообігу води. Атмосферні опади, які випадають з хмар, поділяють на обложні (тривалі, помірної інтенсивності), зливові (раптові, нетривалі, значної інтенсивності), мрячні (нетривалі, слабкої інтенсивності). Також до атмосферних опадів належать тумани, роса, іній, які формуються на земній поверхні.

Атмосферні опади є основним джерелом вологи для більшості наземних екосистем. Райони з низькою кількістю опадів характеризуються слабким розвитком рослинності та перетворюються на пустелі. В деяких пустелях ніколи не випадає дощу. Єдиним джерелом вологи є тумани. Наприклад, в океанічній прибережній частині пустелі Наміб ніколи не буває дощів. Проте, вологе повітря та тумани з океану дають достатню кількість вологи для формування рослинності. Така ж ситуація існує в чилійській пустелі Атакама, де з туману місцеві жителі добувають питну воду.

Літометеори (в англомовній літературі застосовують термін particulate matter або PM) – сукупність частинок пилу та аерозолів, які піднімаються з земної поверхні, переносяться на певну відстань та випадають з повітря. Приземне повітря обов'язково містить тверді частинки. Залежно від розмірів, їх поділяють на *пил* (*завислі частинки, розміром менше 1 мм)* та *аерозолі (завис частинок розміром менше 0,1 мкм).* До складу аерозолів можуть входити як тверді, так і рідкі частинки, оскільки за таких розмірів агрегатний стан визначити неможливо. Для аерозольних частинок є характерним броунівський рух, що запобігає їх швидкому осадженню. На відміну від пилу, аерозолі здатні тривалий час знаходитися у тропосфері (від 10 діб до кількох місяців). Тверді частинки у свою чергу поділяють на *PM10* та *PM2,5*. Перші об'єднують частинки розміром понад 10 мкм, другі – від 2,5 до 10 мкм. Розміри частинок визначають їх аеродинамічні властивості (швидкість осідання та переміщення повітряними масами), хімічну активність та небезпеку для живих організмів.

Основним природним джерелом літометеорів є грунтовий покрив, з поверхні якого вітер піднімає тверді частинки за відсутності суцільної рослинності вже за швидкості 6 м/с (це легкий вітерець). За швидкості понад 10 м/с та великий відкритих площ грунту можливий розвиток пилового буревію. Ці явища є основною причиною вітрової ерозії грунту. Масштаби видування вітром грунтовогопокриву є величезними. Загальна кількість надходження пилу та аерозолів до атмосфери складає 2000 мегатонн на рік.

Іншим важливим природним джерелом пилу та аерозолів є виверження вулканів та дим пожеж. При сильних висхідних потоках повітря тверді частинки потрапляють у верхні шари тропосфери де можуть триматися протягом кількох місяців, поширюючись по всій планеті. Саме цим пояснюється глобальний вплив вулканічних вивержень на клімат Землі.

Також важливим джерелом твердих частинок є живі організми – спори грибів, бактерії, пилок рослин. Наймасштабнішим явищем природного забруднення тропосфери є пилкування рослин. Особливе значення при цьому мають *анемохорні* рослини – пилок яких пристосований до перенесення вітром на відстані кількох сотень кілометрів. Пилок таких рослин здатний викликати сезонну алергію у осіб, з підвищеною чутливістю.

Електричні та оптичні атмосферні явища. *Електричні явища* – світлові та звукові прояви атмосферної електрики (блискавка, грім). *Блискавки* – іскровий розряд статичної електрики, акумульованої у грозових хмарах. *Гроза* – складний атмосферний процес, який виникає при утворенні купчасто-дощових хмар, сильному вітрі, зливовому дощі. Енергія, яка породжує грозу, вивільнюється під час конденсації водяної пари та утворенні дощових крапель. Таким чином, ця енергія також являє одну з форм трансформованої сонячної енергії.

Електричні явища у тропосфері є важливим чинником формування тропосферного озону, який відіграє неоднозначну екологічну роль у біосфері. Вплив електричних явищ верхніх шарів атмосфери (стратосфери, мезосфери, термосфери та іоносфери) на біосферні процеси залишається неоціненим. Деякі з них можуть вказувати на інтенсивність іонізуючих випромінювань Сонця. Наприклад, *полярне сяйво* – люмінесценція верхніх шарів атмосфери (іоносфери), свідчить про вторгнення до атмосфери високоенергетичних заряджених частинок Сонячного або космічного походження. Інтенсивність полярного сяйва зростає при електромагнітних бурях на Сонці.

Оптичні явища – візуальні ефекти, які виникають внаслідок заломлення або дифракції світла в атмосфері. Незважаючи на свою яскравість, безпосереднього екологічного значення вони не мають. Проте, вони можуть вказувати на специфічні метеорологічні умови в атмосфері. Наприклад, різноманітні *гало* та *сонячні стовпи* свідчать про наявність у тропосфері дрібних кристаликів води при сухій морозній погоді. Різні форми міражів виникають при наявності температурної інверсії, яка є небезпечним метеорологічним явищем при наявності джерел забруднення, що запобігає розсіюванню газових викидів.

Гідросфера. Фізико-хімічні властивості води дуже специфічні: великі величини *прихованої теплоти* фазових переходів (випаровування, конденсації, танення, сублімації), значна теплоємність та незначна теплопровідність, аномальна залежність густини від температури.

Важливою властивістю води, що має надзвичайні екологічні наслідки, є високі значення *прихованої теплоти фазових переходів*. Зокрема, значні витрати теплоти на плавлення льоду (0,33 кДж/кг) забезпечують стабільність температурного режиму на планеті, оскільки завдяки цьому крига тане повільно без швидкого підвищення температури середовища. Прихована теплота пароутворення (випаровування) є ще більшою – 2,3 кДж/кг. Як наслідок для випаровування 1 л води необхідно у 5 разів більше енергії, ніж для її закипання. В результаті навіть у спекотні місяці вода з поверхні водойм випаровується дуже повільно, що забезпечує збереження їх екосистем. При цьому випаровування води призводить до зниження температури водної товщі водойми та перенесення теплоти до атмосфери. Значна величина прихованої теплоти випаровування призводить до того, що близько 23% сонячної енергії, яка надійшла до поверхні Землі, так чи інакше витрачається на процеси випаровування води. Ця запасена енергія забезпечує транспорт вологи з атмосферними масами. Разом з вологою переміщується й зв’язана теплова енергія, що нагріває повітря при конденсації пари та утворенні атмосферних опадів.

Найменша теплоємкість води приходиться на температуру 37˚С. За цією температурою зміни термодинамічних властивостей водної системи відбуваються за мінімальних обсягів енергії. Тому температура 37˚С є оптимальною для функціонування більшості біохімічних систем.

Гідросферою спрощено називають водну оболонку Землі. Проте, вода проникає в усі інші геосфери і відіграє найважливішу роль у глобальних процесах транспорту речовини те енергії.

До складу гідросфери включають воду:

1. Океанів – 96,4%.
2. Льодовиків – 1,86%.
3. Підземні та грунтові води (скоріше належать до літосфери) – 1,7%.
4. Континентальних водойм – 0,04%.

Іноді до складу гідросфери включають атмосферну воду, обсяги якої не перевищують 0,0008%.

Біосферна роль окремих складових гідросфери не пропорційна їх обсягам. Зокрема, вода континентальних водойм складає лише невеличку частку від загальних обсягів гідросфери, проте її роль для існування наземних екосистем є вирішальною. Також, це є найактивніша частина води з геохімічної точки зору.

Вода, як елемент глобальної екосистеми, виконує функції:

– вода – це основна складова частина всіх живих організмів (тіло людини, наприклад, на 70 % складається з води, а деякі організми, такі як медуза або огірок, на 98–99 %);

– з участю води здійснюються численні процеси в екосистемах (наприклад, обмін речовин, тепла);

– води Світового океану – основний фактор утворення клімату та погоди, головний акумулятор сонячної енергії;

– вода – один із найважливіших видів мінеральної сировини, основний природний ресурс, що споживається людством (сьогодні води використовується в тисячі разів більше, ніж нафти чи вугілля).

Величезну роль відіграє гідросфера у формуванні поверхні Землі, її ландшафтів, у розвитку екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, ерозія, карст тощо), в перенесенні хімічних речовин, у тому числі й забруднювачів довкілля. Для багатьох організмів вода – це середовище їхнього життя.

Світовий океан містить основну частку води на Землі і вкриває понад 70% її поверхні. Єдність і безперервність Світового океану з відносно вільним обміном між її частинами має принципове значення для біосфери. Його акваторію умовно поділяють на 5 океанів - Арктичний, Тихий, Атлантичний, Індійський та Південний (це традиційна «західна система»). Завдяки вільному обміну водними масами, хімічний склад океанічної води є доволі сталою і на даний час солоність складає 35 г/дм^3. Середня глибина океану становить близько 4000 м. Глибина Маріанського жолоба сягає 11 км, що відповідає висоті тропосфери.

Велика теплоємкість води разом з незначною теплопровідністю забезпечує теплозапас океанів, що є визначає особливості регіонального та глобального клімату. Але ця маса води є неоднорідною за фізичними властивостями та хімічним складом. Океанська вода утворює два шари: верхній – теплий, і основний – холодний з температурою <4˚С. Температура швидко знижується з 20˚С – до 10˚С на межі 100-200 м. Такий різкий перехід отримав назву *термоклину*. Глибина розташування термоклину може змінюватися в залежності від географічного положення та сезону року. Холодні океанічні води характеризуються збільшенням солоності та вмісту деяких біогенних речовин. Термоклин відокремлює верхні шари води, що беруть участь у біосферному кругообігу, від нижніх, які до обміну практично не залучені (понад 95% всієї океанської води). Тому повний водообмін океану відбувається за період близько 2 млн. років.

Передача тепла від нагрітої водної поверхні до атмосфери завдяки конвекції та головним чином – випаровування, формує потужні атмосферні потоки, які транспортують величезну кількість теплової енергії у тропосфері. Причому температура повітря при випаровуванні знижується, а при випадінні атмосферних опадів – підвищується. Такі теплові потоки визначають глобальний клімат на Землі.

Градієнт температури води створює як глибинні течії, які здійснюють винос поживних речовин з глибин (*апвелінг*), так і поверхневі течії, які транспортують тепло з тропічних широт до полюсів. В районах апвелінгу

розташовані найпродуктивніші екосистеми. Саме там здійснюється основний світовий вилов риби.

Перенос тепла поверхневими океанськими течіями має більш визначальний вплив на клімат окремих регіонів, ніж перенос тепла повітряними масами. Відомо, що завдяки теплій течії Гольфстрім клімат Північної півкулі є значно м'якішим та теплим. Найбільш відомим океанським явищем теплопереносу є явище Ель-Ніньйо.

Прісна вода становить усього 2 % її загальної кількості на планеті, причому 85 % її зосереджено в льодовикових щитах Гренландії та Антарктиди і гірських льодовиках. *1 % прісної води містять річки, озера й підземні води*; саме ці джерела й використовує людство для своїх потреб.

Льодовики формуються у регіонах, де швидкість утворення твердих атмосферних опадів (головним чином – снігу) перевищує швидкість їх танення. Останні десятиліття багато уваги приділяється змінам площі світового льодовикового покриву. За даними *Climate Change's (IPCC) 2013 report* у Північній півкулі спостерігається швидке скорочення площі арктичної криги, у Південні півкулі, навпаки, відбувається накопичення льодовикової маси у Антарктиці.

Льодовики мають важливий вплив на клімат окремих регіонів планети: Арктики, Антарктики, гірських масивів. Вони сприяють зниженню температури атмосферного повітря та водних мас завдяки великій прихованій теплоті танення (поглинається близько 2% всієї сонячної енергії на Землі). Крім того завдяки високому альбедо вони впливають на тепловий баланс поверхні Землі та атмосфери.

Льодовики є основним джерелом водного живлення деяких великих річок (Інд, Ріоні, притоки Дунаю). Внаслідок танення льодовиків відбувається надходження до Світового океану таких важливих біогенних елементів, як кремній та залізо, що сприяє розвитку діатомового фітопланктону.

Вода суходолу, поверхневі води. Річки та озера – найважливіший компонент гідросфери, який відрізняється високою швидкістю водообміну. Сумарний об'єм річок всього світу складає лише 0,0002% від загальних запасів води і 0,005% від запасів прісної. Це пояснюється тим, що на поверхню суходолу випадає не більше 15% загальної кількості атмосферних опадів. Причому з них лише 50% перетворюється на річковий стік.

Річковий стік – основне джерело водопостачання для людини. Значну проблему для людей становить нерівномірний розподіл річкового стоку по поверхні Землі. Річковий стік України становить у середньому 83,5 млрд. $м^3$, а в посушливі роки зменшується до 48,8 млрд. $м^3$. Він розподіляється по території держави нерівномірно. У багатьох районах півдня України відчувається гострий дефіцит води.

Головне джерело води для України – річки Дніпро, Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут, Сіверський Донець. Стан води й повноводність цих артерій залежать в основному *від стану їхніх приток – малих річок,* яких в *Україні налічується близько 63 тис.* Однак стан малих річок України

сьогодні викликає велику тривогу. За даними Держводгоспу, протягом другої половини XX ст. в Україні зникло близько 5 тис. малих водотоків. Це невідворотно веде до деградації великих річок, тому проблема їх збереження та оздоровлення — одна з найгостріших для нашої держави. *Постійне необоротне використання вод більшість річкових ландшафтів України опинилися в стані екологічної кризи.*

В умовах непорушених ландшафтів поверхневий стік практично не несе в річки забруднень. Саме природні ландшафти, завдяки *фільтраційній здатності природних біоценозів*, раніше були ідеальним фільтром. Нині в Україні природні ландшафти або знищені, або перебувають на різних стадіях деградації. А водоохоронні зони, якщо вони є взагалі, зведено до вузьких берегових лісопосадок, які не виконують належним чином функції фільтраторів стоків.

Підземні води розташовані нижче земної поверхні і дна поверхневих водоймищ і водотоків, що заповнюють пори, тріщини й інші порожнечі гірських порід у рідкому, твердому або газоподібному стані. Такі шари отримали назву *водоносних горизонтів*. Окремі водоносні горизонти, складені насиченими водою породами, відокремлені водоупорними шарами - щільними гірськими породами, непроникними для води. В залежності від глибини розташування, особливостей рельєфу та геологічної будови земної кори залежить кількість водоносних горизонтів, їх потужність та хімічний склад води. Запаси підземних вод утворюються внаслідок інфільтрації атмосферних опадів та поверхневих вод, конденсації водяної пари, вивільнення води із земної кори внаслідок магматичних процесів. В залежності від походження, підземні води поділяють на:

- *метеогенні* (надходять з атмосфери);
- *літогенні* (формуються у літосфері і можуть являти давні води);
- *ендогенні* (надходять до літосфери з мантії).

Загальний обсяг підземних вод складає 1,7% від об’єму гідросфери. З них менше половини є прісними. Зазвичай глибинні давні води характеризуються підвищеною мінералізацією та наявністю специфічних розчинених компонентів. Підземні води разом з поверхневими водами забезпечують замикання великого кругообігу води. Тому швидке вичерпування підземних води призводить до пришвидшення інфільтрації поверхневих вод та просочування солоних морських вод

Підземні води України мають велике значення для забезпечення водою населення: близько 70 % жителів сіл і селищ міського типу задовольняють свої потреби в питній воді за рахунок ґрунтових вод (колодязі) чи глибших водоносних горизонтів (свердловин). Стан підземних вод України в цілому кращий, ніж поверхневого стоку, хоча місцями вони забруднюються стоками промислових підприємств, тваринницьких комплексів тощо. В деяких промислових районах (Донбас, Кривбас) розробка шахт і кар´єрів негативно впливає на якість і запаси підземних вод. У результаті багаторічного

відкачування води з цих об´єктів її рівень дуже понизився, а з деяких водоносних горизонтів вода зникла зовсім.

Літосфера – *це зовнішня тверда оболонка Землі, що охоплює всю земну кору й частину верхньої мантії; вона складається з осадових, виверженних і метаморфічних порід.*

***Літосфера, як елемент глобальної екосистеми**, виконує **функції**:*

– на її поверхні живе більшість рослинних і тваринних організмів, у тому числі й людина;

– верхня тонка оболонка літосфери на материках – це ґрунти, що забезпечують умови життя для рослин і є основним джерелом отримання продуктів харчування для людей;

– літосфера – «комора» корисних копалин (руд металів, мінеральних речовин, будівельних матеріалів тощо).

У літосфері періодично відбувалися й відбуваються *виверження вулканів, землетруси, зсуви, селі, обвали, ерозія земної поверхні*, які призводять до небезпечних екологічних ситуацій на певних ділянках планети. Іноді ці процеси спричинюють глобальні екологічні катастрофи.

Нижня межа літосфери нечітка й визначається за різким зменшенням в´язкості порід та іншими геофізичними характеристиками. ***Товщина літосфери*** на континентах і під океанами різна й становить відповідно 25–200 та 5–100 км. Найглибші шахти, пройдені людиною, сягають 3–4 км, а найглибша в світі свердловина (пройдена на Кольському півострові) – трохи більше за 12 км. Про склад і будову глибших зон літосфери відомо на основі непрямих методів (сейсмо- та електророзвідка, гравіметрія тощо).

Верхній шар літосфери – ґрунти.

Ґрунти *– органо-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла й світла*. Це природні утворення, які ***характеризуються родючістю*** *– здатністю забезпечувати рослини речовинами, необхідними для їхньої життєдіяльності.*

Найродючіші й найпотужніші ґрунти – чорноземи – формувалися протягом багатьох тисячоліть у зонах лучних степів, де був сприятливий клімат (тепле літо, кількість опадів – 500–600 мм/рік), оптимальні умови для розвитку багатої трав´янистої рослинності. Найбільші в світі запаси чорноземів зосереджені на території України. Сьогодні запаси та якість цього природного ресурсу в нашій державі істотно знизилися, що пояснюється варварською, непродуманою їх експлуатацією, ерозією, засоленням, відчуженням земель під кар´єри та промислові споруди тощо.

Дуже важливим ***компонентом ґрунту*** є ***гумус*** (перегній) – *органічна речовина, що утворилася з решток відмерлих рослин під впливом діяльності мікроорганізмів, які переробляють їх, розкладають, збагачують вуглекислим газом, водою, сполуками азоту та іншими речовинами.* ***Ґрунтоутворення*** *–* ***важлива частина біологічного кругообігу речовин та енергії***. *Ґрунт забезпечує рослини калієм і вуглецем, азотом і фосфором тощо. Родючість ґрунту залежить від кількості цих речовин у гумусі, гумусу в ґрунті й товщини*

шару ґрунту. Найкращі чорноземи містять до 9 % гумусу. За останні 35–40 років уміст гумусу в ґрунтах України зменшився на 0,3-0,4 %.

Функції ґрунтів:

– основне джерело отримання продуктів харчування;

– очищають природних і стічних вод, які фільтруються крізь них;

– ґрунтово-рослинний покрив планети – регулятор водного балансу суші, він поглинає, втримує й перерозподіляє атмосферну вологу;

– універсальний біологічний фактор, і нейтралізатор багатьох видів антропогенних забруднень.

Літосфера є коморою природних ресурсів.

Під ***природними ресурсами*** розуміють *природні тіла, явища і процеси, які людина використовує у виробничій діяльності.* За класифікацією, в основу яких покладено відмінності у використанні людиною природні ресурси за В.А. Вронським поділяються на дві категорії:

Невичерпні ресурси – тобто ті, обсяги яких не зменшуються в процесі використання людиною (наприклад енергія сонячного світла, припливно-відливні сили, енергія втру тощо). ***Вичерпні ресурси*** – їх обсяги зменшуються в процесі використання. ***Вичерпні,*** в свою чергу, поділяються на *невідновлювальні та відновлювальні*. До невідновлювальних відносять запаси надр (викопне паливо, металева мінеральна сировина – залізо, мідь тощо, неметалева мінеральна сировина – глини, фосфати тощо. До відновлювальних ресурсів відносять чисте повітря, прісну воду, родючі ґрунти, рослинність, тваринний світ, деякі мінеральні ресурси, наприклад, солі. При нераціональному використанні деякі види відновлювальних ресурсів можуть перейти в ранг невідновлювальних.

Такий поділ має певну умовність, оскільки при використанні невичерпних ресурсів, їх енергія переходить в іншу форму, тобто на певний час ресурс зменшується. Наприклад, перетворення енергії вітру в енергію електричного струму може призвести до зменшення інтенсивності переміщення повітряних мас і мати негативний вплив на довкілля.

Водночас вичерпні природні ресурси, які належать до підкатегорії "відновлювальних", за умови раціонального використання по суті є невичерпними. Темпи витрачання вичерпних відновлювальних ресурсів повинні відповідати темпам їх відновлення.

Охорона вичерпних невідновлювальних ресурсів передбачає раціональне та економне використання, боротьбу з втратами при добуванні, перевезенні, обробці та застосуванні, пошук замінників.

Невичерпні природні ресурси є такими в масштабах геологічних уявлень про час. За умови інтенсивного використання, певні покоління можуть відчути нестачу цих ресурсів. І хоч згодом баланс буде відновлено, в часовому проміжку розмірному із тривалістю людського життя, можлива криза зумовлена перевикористанням невичерпних ресурсів. Тому і ця група ресурсів потребує подібних заходів з охорони, що і вичерпні.

Широке розповсюдження має класифікація природних ресурсів на ***реальні*** та ***потенційні.*** Перші використовуються у виробництві на даному рівні розвитку виробничих сил. Другі, хоч і потрібні для виробництва, але не можуть бути задіяні за деякими причинами, наприклад, за можливостей технічного устаткування.

Спираючись на вже нові здобутки науки, належить скорочувати споживання природних ресурсів, в першу чергу невідновлювальних, переходити на інші види матеріалів та енергії, повсюдно на планеті поширювати прогресивні ресурсонемісткі безвідходні технології і припинити забруднення довкілля та забезпечити його якісне відтворення.

3.2 Природні та антропогенні джерела забруднення довкілля

*Під **забрудненням** навколишнього середовища розуміють надходження у біосферу твердих, рідких і газоподібних речовин або енергії (тепла, шуму, радіоактивних речовин) у кількостях, що безпосередньо чи опосередковано шкідливо впливають на людину, тварин і рослини.*

Прямими *об'єктами забруднення* (акцепторами) є основні компоненти природного середовища – атмосфера, вода, ґрунти, надра, тваринний і рослинний світ. Речовини, які спричиняють забруднення навколишнього природного середовища називають ***забруднювачами*** або ***полютантами***.

Забруднення **за джерелами походження** поділяються на:

- ✓ ***природні***, викликані будь-якими природними, катастрофічними чинниками (повені, виверження вулканів, селевий потік тощо),
- ✓ ***антропогенні***, які виникають внаслідок діяльності людей.

За **масштабами дії** розрізняють такі забруднення біосфери:

- ✓ ***локальне*** – характерне для міст, великих промислових і транспортних підприємств, районів видобутку корисних копалин, великих тваринницьких комплексів тощо;
- ✓ ***регіональне*** – охоплює значні території і акваторії як результат впливу великих промислових районів;
- ✓ ***глобальне*** – поширюється на великі відстані від місця виникнення і справляє несприятливий вплив на великі регіони, аж до загальнопланетарного впливу (найчастіше пов'язане з викидами в атмосферу).

Антропогенні забруднення за ***типом походження*** поділяють на *механічні, хімічні, фізичні й біологічні*.

Механічні забруднення – це різні предмети у воді й ґрунті, а також тверді частинки різної величини.

Хімічні забруднення – це різноманітні чужі природні штучні хімічні речовини (рідкі, тверді та газоподібні), які утворилися в наслідок хімічної реакції в хімічній, металургійній чи інших галузях господарства.

Біологічні (мікробіологічні) забруднення – різні організми, що з'явилися завдяки життєдіяльності людства (бактеріологічна зброя, нові віруси), а також катастрофічне розмноження рослин чи тварин, переселених з одного середовища в інше людиною.

Фізичні забруднення – це зміни теплових, електричних, радіаційних та світлових полів у природному середовищі, а також шуми, вібрації і гравітаційні сили, спричинені людською діяльністю.

Згідно іншої класифікації *техногенні забруднення* поділяють на дві основні групи – *матеріальні* та *енергетичні*.

До ***матеріальних*** належать викиди в атмосферу (газоподібні, рідкі, тверді і мішані), стічні води (умовно чисті й брудні) та тверді відходи (не токсичні і токсичні).

До ***енергетичних*** віднесені теплові викиди, шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні поля, світлове, лазерне, інфрачервоне, ультрафіолетове, іонізуюче та електронне випромінювання.

Розрізняють такі **види забруднень**:

- ***інгредієнтне*** забруднення – пов'язане з надходженням у природне середовище речовин ворожих природним біогеоценозам;

- ***параметричне*** забруднення пов'язане зі зміною якісних параметрів навколишнього середовища (підвищення рівнів шуму, радіації тощо);

- ***біоценотичне*** забруднення пов'язане зі зміною структурних параметрів популяцій;

- ***стаціально-деструкційне*** забруднення полягає у деструктивному впливі на місця існування популяцій у результаті використання природних ресурсів.

За **силою та характером дії** на навколишнє середовище забруднення бувають ***фонові, залпові, постійні, катастрофічні***.

За **галузями виникнення** забруднення поділяють на *промислові, транспортні, сільськогосподарські, побутові.*

Джерелами забруднювальних речовин є промислові підприємства, об'єкти паливно-енергетичного комплексу, а також викиди комунально-побутового господарства, транспорту. Значної шкоди природі завдають викиди в атмосферу і скиди стічних вод металургійних, металообробних і машинобудівних заводів. Велику небезпеку приховують стічні води хімічної, целюлозно-паперової, харчової, деревообробної, нафтохімічної промисловості, викиди теплових електростанцій, хімічні речовини, які використовуються у сільському господарстві. Автомобільний транспорт є

основним джерелом забруднень важкими металами і токсичними вуглеводнями. Зростання обсягів морських перевезень, в першу чергу, збільшення потоків нафтоперевезень, нарощування видобутку корисних копалин у шельфі Світового океану призвело до забруднення морів і океанів.

У країнах Європейського Союзу всі відходи поділяють на **три категорії**:

– "***зелені***" – безпечні;

– "***жовті***" – шкідливі, на складування котрих потрібно отримати спеціальний дозвіл;

– "***червоні***" – дуже небезпечні, які знаходять під суворим контролем.

3.3 Антропогенний вплив на навколишнє середовище. Основні наслідки антропогенної діяльності

В останні півстоліття все більше і більше загострюється **негативний вплив** суспільства на природне навколишнє середовище. Всі його прояви можна звести до чотирьох головних ***форм***.

I. Зміна компонентного складу біосфери, кругообігу речовин у природі (видобуток мінеральної сировини, нагромадження відходів, викиди та скиди забруднюючих речовин у повітряне та водне середовища). Основним у цьому відношенні є викиди забруднювальних речовин у природне середовище.

Епоха бурхливого промислового розвитку ознаменувалася виникненням до того невідомого антропогенного феномену – випаданням ***кислотних дощів***, тобто опадів, які містять велику кількість сірчаної кислоти з домішками кислоти азотної. Кислотними називають опади, pH яких нижче 5,6. Їх джерело в атмосфері – гази, які містять сполуки сірки і азоту. Вони потрапляють до атмосфери як природним шляхом, так і в результаті господарської діяльності людини. Природними донорами двоокисів сірки, азоту є руйнування органічних речовин (30-40 млн. тон за рік), виверження вулканів, грозові розряди, що супроводжуються переходом молекулярних кисню і азоту в плазмовий стан і до утворення оксидів азоту, лісові пожежі тощо. Проте, вагомішим є антропогенний чинник – спалювання вугілля, яке дає 70% викидів двоокису сірки, нафтопродуктів, їх переробка, металургійні процеси промисловість, викиди підприємств по виробництву сірчаної кислоти.

Наслідками дії кислотних дощів є закислення ґрунту, підвищення мобільності важких металів, кальцію, закислення прісних вод та інші негативні наслідки. Утворення кислотних дощів пов'язане з попаданням в атмосферу оксидів сірки і азоту в результаті спалювання високо сірчаного вугілля на теплових електростанціях і промислових об'єктах. Їх випадання призвело до суттєвого закислення природного середовища. Кислотні дощі випадають на значній відстані (до 1000 км) від джерела первинного викиду.

Світові викиди сірки і азоту становлять близько 300 млн. т, в т. ч. у Європі – 65-70 млн. т. Головними наслідками негативного впливу кислотних дощів є закислення водойм, загибелі значних площ лісів, особливо хвойних (тільки у Європі за останні 20 років постраждали 35 тис. га лісів), знищення несучих конструкцій і декору будівель.

II. Зміна структури земної поверхні (розорювання земель, вирубування лісів, проведення меліоративних заходів, створення штучних водойм, зміни режиму стоку поверхневих вод, урбанізація, розробка корисних копалин тощо). Складною проблемою, особливо у засушливих районах планети, стали *аридизація* і *опустелювання*.

Аридизація – це процеси зменшення зволоженості значних територій і викликаного цим скорочення біологічної продуктивності ґрунтово-рослинних екологічних систем. Нині вони мають місце у вигляді частих засух на великих територіях Африки, Південно-Східної і Південної Азії, ряду країн Південної Америки, і відбуваються ці процеси на загальному фоні подальшого загострення продовольчої та енергетичної проблем. Їх поглиблюють і примітивне землеробство, і нераціональне використовування пасовищ, і хижацька експлуатація величезних територій, які обробляються без жодної сівозміни або агротехнічного догляду за ґрунтом.

Опустелювання – втрата місцевістю рослинності як природної так і штучної. Воно може проявлятися також у формі погіршення якостей ґрунтів з неможливістю їх подальшого відновлення без участі людини. Воно проходить в результаті природних змін і антропогенних факторів. Щороку площі пустинь зростають на 60 тис. км^2, що відповідає площі двох Бельгій. Нині площі антропогенних пустель становить 9115 тис. км^2 . Це становить майже 7% суші, а під загрозою опустелювання знаходиться ще 30 млн. км^2 . Вперше з цим явищем людство стикнулося в 1968-73 рр. – цього процесу зазнали території на південь від Сахари, що призвело до голоду серед місцевого населення. Ці ж процеси широко проявилися в районі Аральського моря, яке практично на сьогодні висохло.

Загострюються проблеми, пов'язані з використанням ресурсів Світового океану. В морях і океанах масштабними стали видобуток нафти (600 тисяч тон її потрапляє в океани) і газу, кольорових металів, будівельної і хімічної сировини. Морське риболовство нині дає до 90 млн. тон риби щороку, а її неконтрольований вилов в окремих регіонах призвів до виснаження цих морересурсів. Велику небезпеку приховують аварії нафтоналивних танкерів, а також практика захоронення токсичних і радіоактивних відходів на морському дні. Погіршення екологічної ситуації в ряді регіонів світу, *деградація умов існування і розмноження призвела до знищення рослинного і тваринного світу.* За історичний період з Землі зникло 94 види птахів, 63 види ссавців, при чому,

зникнення 86% перших і 75% других безпосередньо пов'язані з господарською діяльністю людини.

III. Зміна енергетичного балансу планети і буферних властивостей Землі. За останні 100 років людство збільшило більш ніж у тисячу разів обсяги використання енергії. Внаслідок спалювання палива частка вуглекислого газу в атмосфері зросла на 25-30%, що може у майбутньому призвести до підвищення середньої температури на 1,5-2,0 °С, що викличе явище *парникового ефекту*, коли ефективне випромінювання Землі буде меншим, ніж отримання планетою сонячної радіації. Збільшення в атмосфері вуглекислого газу та парів води порушує таким чином тепловий баланс Землі. Нагрівання атмосфери у глобальному масштабі на 2-4 °С призведе до розтавання полярних льодовиків, наслідком чого буде підвищення рівня океану приблизно на 20 м і затоплення значної частини суші.

Останнім часом занепокоєність у світі викликає проблема озонових дір – *локального зменшення частки озону в озоновому шарі Землі.* Озоносфера представляє собою шар розрідженого озону на висоті 10-50 км, який поглинає шкідливе ультрафіолетове випромінювання. Основна кількість озону спостерігається на висоті 15-45 км з максимумом концентрації на висоті 20 - 25 км. Зменшення озону в окремих регіонах (Антарктида, Ісландія) призводить до збільшення потрапляння УФВ, що шкідливо впливає на життєдіяльність живих організмів. Для прикладу, збільшення УФВ на 10% призводить до зростання кількості захворювань на рак шкіри на 300 тисяч випадків. Раніше припускали, що на озон впливають атомні вибухи, польоти ракет і висотних літаків. Проте, встановлено, що причина цього явища – реакції з озоном певних речовин, серед них хлоровані вуглеводні і фреони. Вони застосовуються в сучасних побутових і промислових холодильниках, в аерозольних балончиках і як засоби хімічного очищення або для виробництва полімерів. Світове виробництво цих речовин досягло майже 1,5 млн. т.

У **1987** р. був прийнятий **Монреальський протокол**, згідно до якого визначили перелік найнебезпечніших озоноруйнівних речовин, а країни-виробники зобов'язалися обмежити їх випуск. У червні **1990** р. в **Лондоні** в Монреальський протокол внесли уточнення: до 1995 р. понизити виробництво фреонів удвічі, а до 2000 р. припинити його зовсім.

IV. Знищення рослинного і тваринного розмаїття, природних місць існування і розмноження тварин і рослин, штучна акліматизація і адаптація тварин та рослин на нових місцях існування, виведення нових сортів рослин і порід тварин тощо. Щороку в Світі вирубується 150 тис. км^2 лісів, за останні 60 років більше 1 млрд. га лісів замінені сільськогосподарськими угіддями. За 20 останніх років лісистість планети зменшилась на 2%. Щорічно вирубується 11,3 млн. га тропічних лісів.

Людством, за його недовгу історію, було знищено багато видів живих організмів. Темпи їх знищення становлять нині 150 видів на рік. На сьогодні зникло 120 видів ссавців та 150 видів птахів. Під загрозою знищення зараз перебуває до 2 млн. живих організмів, що становить від 15 до 20% від загальної кількості рослин і тварин.

На процеси забруднення впливають проблеми народонаселення.

За останні 200 років чисельність населення Землі зростає дуже швидкими темпами. За період з 1830 року, коли кількість жителів планети досягла 1 млрд. осіб, населення зросло більш, ніж у 6 разів і становить нині більше 6 млрд. Невпинно зростають і темпи приросту населення. У 1930 році чисельність населення була 2 млрд. осіб, а в 1960 р. вже 3 млрд. Тобто зростання на 1 млрд. жителів пройшло за 30 років. У 1975 році на Землі проживало вже 4 млрд. осіб, а в 1987 р. – 5. Через 20 років – у 1999 р. – у Сербії народився шестимільярдний житель планети Земля. Нині щорічний приріст населення у світі становить більше 80 млн. чоловік. За передбаченнями футурологів (футурологія – наука, яка вивчає майбутнє і займається прогнозуванням і обґрунтуванням моделей подальшого розвитку) у першій половині XXI століття кількість населення сягне 11 млрд.

Нині людство не спроможне вирішити глобальну демографічну проблему, враховуючи той факт, що найбільший приріст населення спостерігається у мало розвинутих країнах. Зараз 80% всього населення мешкає у країнах, які розвиваються. Проблеми перенаселення окремих територій, які вже не спроможні забезпечити місцеве населення продуктами харчування, можна вважати локальними відображеннями загальної проблеми. Найщільніше заселеними є території Бангладеш (712 осіб/км^2), пониззя Рейну, долини Нілу, Великої Китайської рівнини. З 240 млн. жителів Індонезії 80% проживають на острові Ява.

Тут необхідно зважати на те, що проблеми стрімкого демографічного розвитку загострюються на фоні продовольчої проблеми, поглиблення диспропорцій у рівнях життя населення слабо і високо розвинутих країн та ряду інших. Дедалі погіршуються умови проживання населення, що значною мірою відбивається на демографічному розвитку регіонів. Так нині більше 100 млн. жителів проживають у районах, які піддаються дії УФВ, тобто над якими спостерігають озонові діри. Більше 1 млрд. жителів існують в умовах постійних злиднів. У 47 країнах світу, більшість яких знаходиться в Африці, населення не отримує достатньої кількості продуктів харчування і відчуває хронічне недоїдання. Бідні жителі тропіків підручними методами – вогнем і сокирою – розчищають ділянки лісів під сільськогосподарські угіддя, кочівники пустинь і напівпустинь будуть виганяти свої стада на бідні пасовища, перетворюючи їх безповоротно у мертву пустелю.

З середини 50 років минулого століття кількість міських жителів зросла біль, ніж на 2 млрд. мешканців (Киреев Н. Г., Киреева Н. В., 1999, С. 25). Велика їх частка не забезпечена роботою, житлом, перебивається тимчасовими заробітками. Типовими явищами стали недоїдання, хвороби, висока смертність.

Бідність – це крайність, протилежна хижацькому надмірному споживанню. Вона не вирішує ні економічних, ні екологічних проблем. Але вона їх суттєво загострює.

Промислово розвинуті країни споживають 2/3 сталі, більше 2/3 алюмінію, міді, свиню, нікелю, олова, цинку, 3/4 всієї енергії. Ці ж країни забезпечують 2/3 всіх викидів забруднюючих речовин у атмосферу – тільки США виробляють приблизно 40% світових забруднювачів.

І бідність і надмірне споживання це велике зло та для природи різниці між ними немає (Кирєєв Н. Г., Кирєєва Н. В.).

Урбоекологічні проблеми.

Надзвичайно складною в умовах бурхливого промислового розвитку стала проблема ***утилізації відходів***.

Основи радіоекології.

Застосування ядерної енергії – це нове явище, народжене бурхливим розвитком науки і техніки за останні 50 років. Її використання дає людям як великі блага, так і незчисленні лиха. Використання атомної енергії дає значний ефект, який визначається наступними факторами:

1) можливість отримувати велику кількість теплової енергії при затраті мізерної кількості ядерного палива;

2) генерування теплової енергії без споживання кисню повітря чи будь-якого іншого окисника.

Разом з тим, економічний ефект від її використання може бути повністю нівельований негативними результатами. Незважаючи на те, що атомна енергетика є найбільш екологічно безпечною, порівняно з усіма іншими типами електростанцій (не враховуючи сонячних. вітрових, припливних, гідротермальних, роль яких в енергетичному балансі людства навіть у віддаленій перспективі буде мізерною), ядерна енергія, може стати небезпечним джерелом забруднення навколишнього середовища, погіршення стану запасів живих ресурсів і знищення генофонду населення постраждалих територій.

Головними джерелами радіоактивного забруднення є радіоактивні аерозолі, які утворюються внаслідок випробувань ядерної зброї, аварій на АЕС, радіоактивні відходи, а також радіонукліди, які виділяються з відходів, які вже захороненні. На момент аварії на Чорнобильській АЕС у світі працювали 272 АЕС, ще 236 споруджували. Значну частку у виробництві

електроенергії саме на АЕС виробляють Франція, США, Японія, Швеція, Україна.

Забезпечення ядерної безпеки може йти різними напрямками. Головним з них треба вважати обережну експлуатацію атомних реакторів та установок і недопущення аварійних викидів. Особливо небезпечними є експериментальні дослідження, які мали місце, в тому числі, і на Чорнобильській АЕС. В результаті аварії у навколишнє середовище було викинуто 77 кг радіоактивних речовин, 25% яких розсіялося територією України, на якій проживає більше 2 млн. жителів.

Важливим заходом є повна заборона випробувань ядерної зброї всіма державами у всіх природних сферах. Особливо небезпечними випробуваннями є атомні вибухи у повітряному та водному середовищах. У результаті усвідомлення цього виникла нагальна необхідність заборони розміщення на морському дні ядерної зброї і її випробувань у повітрі.

Ідея створення зон, вільних від ядерної зброї, практично застосована відносно Антарктиди, а 1 грудня 1959 р. у Вашингтоні був підписаний Договір, який оголосив "район на південь від 60 паралелі південної широти, включаючи всі шельфові льодовики", без'ядерною зоною. Тут заборонено виробництво, розміщення, використання та зберігання атомної, термоядерної зброї, установок, пов'язаних з обслуговуванням такої зброї, а також застосування подібної зброї на території Антарктики. Крім того заборонені випробування ядерної зброї в атмосфері, космосі, під водою.

Атомну енергію, яку широко застосовують не лише в енергетиці і військовій справі, використовують ще й на морському транспорті. Найбільший ефект атомні установки дають на потужних арктичних криголамах. Будівництво таких суден, а також військових атомних субмарин ставить на порядок денний питання забезпечення їх технічної безпеки та екологічно безпечних режимів плавання.

Екологія і космос.

Більше 40 років тому, з розвитком технологій по використанню енергії атому, постало ще одне питання – проблема переробки радіоактивних відходів. Головна проблема тут – технологічна складність цього процесу. Лише кілька держав мають відповідні можливості в цій галузі. Складною проблемою у процесі переробки радіоактивних відходів і їх складування і зберігання є дуже тривалі терміни їх дії. Так період піврозпаду урану становить 4,5 млрд. років, що майже співрозмірно усій геологічній історії планети Земля.

Бурхливий розвиток науки і техніки у другій половині XX століття дозволив людству покинути межі звичного середовища існування. У 1957 році на Земну орбіту було виведено перший штучний супутник, а 12 квітня 1962

року людина вперше на космічному кораблі подолала силу земного тяжіння і облетіла у космічному просторі нашу планету. Після цього було здійснено тисячі запусків штучних супутників і космічних кораблів, на орбіті працюють орбітальні станції, на яких постійно проживають космонавти. Людина вийшла у відкритий космос, побувала на Місяці, запустила космічні апарати для дослідження Венери, Марсу, інших планет Сонячної системи.

На орбітах навколо Землі обертається близько 3 тисяч космічних об’єктів, більшість з яких вже виконали свої завдання і давно відпрацювали свій ресурс. Тому необхідно розробити і реалізувати міжнародні програми мінімізації кількості космічних об’єктів, які втратили наукове та практичне значення, хоча ліквідація “мертвих” об’єктів із космосу на сьогодні надзвичайно складна технологічно задача. Забруднення Космосу загрожує можливістю зіткнення з іншими об'єктами, в тому числі космічними апаратами, які заново запускають із Землі. Крім того, витрачаються величезні кошти на постійне спостереження за поведінкою і рухом "мертвих" космічних об'єктів.

Освоєння космічного простору може бути пов'язане з бажанням окремих держав використати його і військовій сфері. Тому виникло питання необхідності регулювання процесів освоєння Космосу зараз і на далеку перспективу. З метою недопущення цього Резолюцією Генеральної Асамблеї ООН від 1984 р. заборонено розміщувати в космічному просторі та на небесних тілах будь-які об’єкти із зброєю масового знищення. Окрім цього, заборонено виводити на орбіти в космос об’єкти з хімічною, бактеріологічною, радіоактивною та іншою зброєю масового знищення і розміщувати їх на небесних тілах.

3.4 Вплив війни на природне середовище (за матеріалами О. Омельчук, С. Садогурська)

Повномасштабне вторгнення росії до України з 24 лютого вже завдало та продовжує завдавати величезної шкоди людям та інфраструктурі населених пунктів, де тривають бойові дії. Але війна впливає і на дику природу.

Зараз навіть неможливо повністю оцінити вплив війни на довкілля через брак точної інформації. Причин цьому дві. Насамперед, навіть збирати ці дані небезпечно для фахівців, оскільки тривають активні бойові дії. По-друге, не вся інформація може бути озвучена публічно з тактичною метою.

Проте точно зрозуміло: чим довше триває війна, тим більше шкоди вона завдасть довкіллю, і тим більше наслідків ми матимемо в майбутньому. Це підтвердилося, хоч і в меншому масштабі, на початку цієї війни, 8 років тому, коли росія загарбала Крим і частини Донеччини та Луганщини. Як безпосередньо бойові дії, так і дії окупаційної адміністрації вплинули на природу цих регіонів. За тим, як саме – можна спробувати спрогнозувати наслідки теперішнього повномасштабного вторгнення.

Вплив на ландшафт та оселища

У перші дні повномасштабного вторгнення російські війська рухалися в межах наявної інфраструктури. Військові дії затягнулися – і тому росіяни змінили тактику та готуються до тривалих протистоянь. Для цього вони формують бази та фортифікаційні споруди. Це означає, що вони просуваються вглиб природних територій: займають ліси та території природно-заповідного фонду. Рух важкої техніки, будівництво фортифікаційних споруд і бойові дії пошкоджують ґрунтовий покрив. Це призводить до деградації рослинного покриву та посилює вітрову та водну ерозії.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, за попередніми підрахунками, станом на 1 березня 2022 року агресор веде бойові дії на території 900 об'єктів природно-заповідного фонду площею 12406,6 кв.км, що становить близько третини площі природно-заповідного фонду України.

Під загрозою знищення перебувають близько 200 територій Смарагдової мережі площею 2,9 млн га. Смарагдова мережа – це мережа природоохоронних територій, створена задля збереження видів та оселищ, які потребують охорони на загальноєвропейському рівні, але розташовані в країнах, які не є членами ЄС. Усе це середовища існування для тисяч видів рослин і тварин. Ці території мають важливу роль для захисту біорізноманіття та збереження клімату. Ареали деяких рідкісних і ендемічних видів і оселищ опинилися в зоні активних бойових дій, що загрожує їхньому існуванню, наприклад це цілинні нерозорані степи, крейдяні схили на Донеччині, приморські оселища у південних областях, болота на півночі.

Унаслідок бойових дій частина лісів у Київській, Чернігівській, Сумській, Луганській, Донецькій та Херсонській областях наразі перебуває під контролем окупантів. Оцінити збитки майну та лісовому господарству поки неможливо. У лісах уже є велика кількість ракет, що впали, а також нерозірваних боєприпасів. Як показує практика та регулярні зведення того ж ДСНС із інформацією про випадково знайдені авіабомби часів Другої світової, це становитиме потенційну небезпеку для людей протягом багатьох десятиліть.

Також російські війська, знищуючи наші ліси, використовують деревину для будівництва фортифікаційних споруд, прокладання інфраструктури, обігріву та приготування їжі.

Втрата біорізноманіття та загроза червонокнижним видам

Бойові дії порушують спокій диких тварин, вони або гинуть, або намагаються втекти з гарячих точок. Через бойові дії є великий ризик для виведення потомства багатьох птахів і ссавців. Більшість птахів навесні виводять своє потомство, тому їм потрібен спокій. Також із квітня по червень відбувається отелення лосів, а бойові дії ставлять під загрозу успішність цього процесу та виживання новонароджених лосенят. В Україні лось є рідкісним видом та внесений до Червоної книги.

Крізь Україну проходять три основні міграційні шляхи птахів: Азово-Чорноморський широтний (південний коридор) – із найбільшою концентрацією перелітних птахів в Україні; Поліський широтний (північний коридор) – уздовж лісової смуги Полісся і на півночі Лісостепу; та Дніпровський меридіанний міграційний шлях, який проходить уздовж річища Дніпра та його притоки Десни. Цей шлях особливо використовують водоплавні та прибережні птахи – гуси, качки, гагари, кулики, мартини, крячки та інші.

На водоймах зупиняються великі зграї гусей, качок, лебеді, мартини, крячки, на луках і болотах – журавлі, кулики та інші, на деревах і кущах – багато видів горобцеподібних птахів: зяблики, дрозди, вівсянки, шпаки, вільшанки, вівчарики, кропив'янки, мухоловки. Місця зупинок дуже важливі для харчування та відпочинку мігрувальних птахів, тому вони потребують охорони.

Більша частина міграційних коридорів зараз проходить над зоною бойових дій. Усе це може стати причиною неспокою птахів, їх виснаження через зміну маршрутів чи відсутності можливості відпочити, та потрапляння під обстріли.

Пожежі в екосистемах через бойові дії

Унаслідок обстрілів зростає ризик виникнення пожеж в екосистемах. Після сходження снігу навесні торішня трава підсихає, внаслідок чого може швидко спалахнути. В сухих умовах влітку пожежі поширюються моментально та на великі площі. На територіях, окупованих російськими військами, служби ДСНС не зможуть працювати та проводити ліквідацію загорянь. Також сприятливі умови для поширення пожеж у монокультурних соснових насадженнях на півночі та сході України.

Крім лісів, на півночі країни, де велися активні бойові дії, поширені болотні екосистеми і торфовища. Велика частина торфовищ України є осушеною, а отже – на них є сприятливі умови для виникнення торфових пожеж. Такі пожежі важко погасити і, у звичайний час. Тож на території північних областей є важкі наслідки як для довкілля, так і для здоров'я людей. Під час горіння торфовищ в повітря виділяються такі токсичні речовини, як оксид і діоксид вуглецю, дрібнодисперсний пил із діаметром часток 2,5 мікрони (характерно для горіння), летючо-органічні сполуки, до складу яких входить акролеїн, формальдегід.

Під час воєнних дій на супутникових знімках були зафіксовані пожежі в природних територіях, зокрема і в Чорнобильській зоні.

Хімічне забруднення від обстрілів і ракет

За даними Міністерства оборони, за 20 днів військового вторгнення росії на територію України було запущено близько 900 ракет різного калібру та типу. На 5.09.2022 за повідомленням міністра захисту довкілля та природних ресурсів щонайменше 3500 ракет було випущено по території України від початку повномасштабного вторгнення. Ворог атакує як цивільні об'єкти, так і військову інфраструктуру – аеропорти, сховища боєприпасів у Краснопіллі,

Кривому Розі, Дніпрі та Житомирі, аеродроми та їх паливні цистерни в Гостомелі, Чугуєві, Чорнобаївці, Мелітополі, Івано-Франківську, Миколаєві, Херсоні, також військово-морські об'єкти. Проте переважна більшість обстрілів припадає на населені пункти та об'єкти промисловості в них. Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO_2), водяна пара (H_2O), бурий газ (NO), закис азоту (N_2O), діоксид азоту (NO_2), формальдегід (CH_2O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N_2), а також велика кількість токсичної органіки, окислюються навколишні ґрунти, деревина, дернина, конструкції.

Під час вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу. Основні з них – вуглекислий газ і водяна пара – не є токсичними, але шкідливі в контексті зміни клімату, оскільки обидва є парниковими газами. В атмосфері оксиди сірки та азоту можуть спричинити кислотні дощі, які змінюють pH ґрунту та викликають опіки рослин, до яких особливо чутливі хвойні. Кислотні дощі мають негативний вплив і на організм людини, інших ссавців та птахів, впливаючи на стан слизових тканин та органів дихання.

Металеві уламки снарядів, що потрапляють у довкілля, також є небезпечними. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боєприпасів та містить у своєму складі не тільки стандартні залізо та вуглець, а й сірку та мідь. Ці речовини потрапляють до ґрунту і можуть мігрувати до ґрунтових вод і в результаті потрапляти до харчових ланцюгів, впливаючи і на тварин, і на людей.

У менших масштабах (але з більшою різноманітністю впливів) джерелом забруднення є також згорілі танки, транспортні засоби, збиті літаки та інші залишки бойових дій.

Забруднення ґрунтів та моря нафтопродуктами

Російські війська атакують портову інфраструктуру вздовж узбережжя Чорного та Азовського морів і кораблі на якірних стоянках, що призводить до забруднення вод і поширення отруйних речовин у море. Нафтопродукти негативно впливають на морські біоценози, формуючи плівки на поверхні води, що порушує обмін енергією, теплом, вологою та газами між морем і атмосферою. Крім того, вони напряму впливають на фізико-хімічні та гідрологічні умови, викликають загибель риби, морських птахів і мікроорганізмів. Усі компоненти нафти токсичні для морських організмів. У нафти є ще одна побічна властивість. Її вуглеводні здатні розчиняти низку інших забруднюючих речовин, таких як пестициди, важкі метали, які разом із нафтою концентруються в приповерхньому шарі та ще більше отруюють його.

Забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами відбувається унаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки. У ґрунтах, просочених паливно-мастильними матеріалами, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. Внаслідок цього погіршується водний, повітряний

режими та колообіг поживних речовин, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток, що спричиняє загибель.

Наслідки від пожеж на промислових об'єктах

Обстріли об'єктів промисловості та інфраструктури призводять до пожеж, які спричиняють додаткове забруднення повітря, ґрунту та води. Продукти горіння, які потрапляють, у повітря складаються з токсичних газів і твердих частинок. На цих об'єктах також є значне забруднення ґрунту та води. Там, де були проведені заходи з гасіння пожежі, забруднення можуть включати залишки протипожежної піни.

Ризики, пов'язані з пошкодженням комунікацій, підприємств та інших об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, мають особливе значення, адже в умовах відсутності контролю й можливостей ліквідації негативних наслідків ці явища потенційно збільшують масштаби негативного впливу.

27 лютого 2022 року російські військові вразили балістичною ракетою нафтобазу у Васильківському районі Київської області. Унаслідок ракетного удару виникла пожежа. На території нафтобази поблизу села Крячки загорілися 10 цистерн по 2000 $м^3$ бензину та дизельного палива. Подібні випадки сталися в Охтирці, Луганську, Чернігові, Житомирі, Черняхові.

3 березня 2022 року в селі Чайки під Києвом снаряд влучив у склад з пінополіуретаном, через що на складі та в прилеглій до нього офісній будівлі сталася пожежа. Продукти горіння пінополіуретану спричиняють як отруєння тварин та людей, так і сприяють появі кислотних дощів. Небезпека кислотних дощів у тому, що вони спричиняють опіки рослин. Це призводить до зменшення біомаси у сільськогосподарських культур, а також до ослаблення диких рослин та лісових культур. Ослаблені ліси можуть швидко вражатися шкідниками, що у свою чергу сприяє зростанню кількості мертвої деревини лісу та поширенню пожеж в екосистемах.

Стічні води у Дніпрі

Пошкодження комунальних комунікацій призводить до забруднення органічними речовинами води. 14 березня відбувся обстріл очисних споруд Василівського експлуатаційного цеху водопостачання та водовідведення (с. Верхня Криниця, Запорізька область). Через це зруйновано будівлю каналізаційної насосної станції №1, що подає стічні води міста Василівка на очисні споруди. Зворотні води з міста зараз потрапляють до Дніпра без будь-якого очищення. Неочищені скиди містять велику кількість органічних речовин, яйця гельмінтів, патогенні бактерії, сульфати, хлориди. Таке забруднення може призвести до великих масштабів цвітіння води в Дніпрі та Чорному морі з настанням теплішої погоди.

Що буде після війни?

Після війни треба буде вживати заходів по відновленню зруйнованих екосистем внаслідок бойових дій, забрудненню ґрунтів, зменшенню біорізноманіття, зростання кількості шкідників у лісах. Крім того, відбудова країни потребуватиме значної кількості природних ресурсів. Також є ризик

невиконання Україною вже поставлених кліматичних цілей, адже війна — це внесок у зміну клімату, а відновлення країни неминуче буде супроводжуватись значними викидами парникових газів. Оскільки очікується значне хімічне забруднення ґрунтів та вод, важливо після війни подбати про ефективну систему моніторингу стану довкілля. Яка б дозволила зафіксувати реальний об’єм завданої шкоди довкіллю та дозволила вжити найефективніших заходів, щоб уникнути подальшого погіршення ситуації та щоб відновити екосистеми до безпечного стану – і для людини, і для дикої природи. Зараз є дуже важливою активність Міндовкілля, громадянського суспільства та екологічного комітету Верховної Ради, щоб уся шкода довкіллю була максимально зафіксована та у подальшому компенсована агресором. Також важливо, щоб план відновлення України включав заходи з відновлення та збереження екосистем та заходи з адаптації до зміни клімату.

4 СУЧАСНІ ПІДХОДИ, МЕТОДИ Й ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРИ

4.1 Особливості утворення забруднювальних речовин в галузевих технологічних процесах і пристроях, властивості забруднювачів

У процесі побутової та виробничої діяльності людське суспільство впливає на навколишнє середовище, яка негайно або через певний проміжок часу реагує на цей вплив та робить зворотну позитивну чи негативну дію.

Вплив людини на природу визначається трьома обставинами:

- синтезом безлічі (більше мільйона) речовин, відсутніх в природних умовах, які володіють якостями, не властивими природним сполукам;

- будівництвом широкої мережі газо- і нафтопроводів, шосейних доріг і залізниць, що поряд зі спеціалізацією виробництва призвело до масового транспортування різноманітної сировини з районів видобутку в райони переробки, а також до перерозподілу і розсіюванню забруднень. Розсіюванню забруднювальних речовин сприяло і задимлення атмосфери викидами ТЕЦ, металургійних, хімічних, нафтоперегонних та інших заводів, автомобільного та авіаційного транспорту;

- інтенсифікацією виробництва сільськогосподарської продукції, яка вимагала масового застосування добрив, гербіцидів і пестицидів, негативний побічний вплив яких на навколишнє середовище виявився лише через тривалий час.

Захист навколишнього середовища - складова частина концепції сталого розвитку людського суспільства, що означає тривалий безперервний розвиток, який забезпечує потреби нині живих людей без шкоди задоволенню потреб майбутніх поколінь. Концепція сталого розвитку не зможе реалізуватися,

якщо не будуть розроблені конкретні програми дій щодо запобігання забрудненню навколишнього середовища, що включають в себе:

- організаційні, технічні та технологічні розробки з розвитку ресурсо-, енергозберігаючих та маловідходних технологій,
- зниження газових викидів і рідинних скидів,
- переробки та утилізації промислових і побутових відходів,
- зменшенню енергетичного впливу на навколишнє середовище,
- удосконаленню і використання засобів захисту навколишнього середовища.

У результаті антропогенної діяльності відбувається забруднення атмосфери, що призводить до зміни хімічного складу атмосферного повітря. Під забрудненням атмосфери розуміють рідкі й тверді часточки та газуваті речовини, що надходять в атмосферу внаслідок побутової та промислової діяльності людей, а також фізіологічного життя людей і тварин у понаднормовій кількості. ***Забрудненістю атмосфери*** називають несприятливі зміни стану атмосферного повітря, цілком або частково зумовлені діяльністю людини, які безпосередньо чи опосередковано впливають на розподіл енергії, що надходить, рівні радіації, фізико-хімічні властивості атмосфери та умови існування живих організмів.

Забруднення атмосфери відбувається також і природним шляхом, джерелами є вулканічні гази, природний пил, мікроорганізми, пилок рослин тощо. Різні джерела забруднення природного та антропогенного походження наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Види забруднень і джерела забруднення атмосфери (Франсуа Рамад, 1981)

Забруднювальна речовина		Джерела забруднення
Гази	Вуглекислий газ	Вулканічна діяльність, дихання живих організмів, спалювання викопного п-а
	Оксид карбону (II)	Вулканічна діяльність, двигуни внутрішнього згоряння
	Вуглеводні	Рослини, бактерії, двигуни
	Органічні сполуки	Хімічна промисловість, спалювання відходів, різне паливо
	Сірчистий газ та інші похідні сірки	Вулканічна діяльність, морські бризи, бактерії, спалювання викопного палива
	Похідні азоту	Бактерії, горіння
	Радіоактивні речовини	Атомні електростанції, ядерні вибухи
Тверді часточки	Важкі метали і мінеральні сполуки	Вулкани, метеорити, вітрова ерозія, водяний пил, промисловість, двигуни ВЗ
	Органічні речовини, природні й синтетичні	Лісові пожежі, хімічна промисловість, різне паливо, спалювання відходів, с/г (пестициди)
	Радіоактивні речовини	Ядерні вибухи, аварії на АЕС

Кожне з наведених джерел пов’язане з викидами специфічних домішок, склад яких не завжди піддається ідентифікації. Найпоширенішими забрудниками, що надходять з промисловими викидами, є попіл, сажа, оксид цинку, силікати, сірчистий і сірчаний ангідриди, аміак, озон, окиси карбону, фторид і хлорид гідрогену, радіоактивні гази та аерозолі. Наприклад, заводи виробництва будівельних матеріалів викидають пил, фториди, оксиди сульфуру (IV) та нітрогену (IV).

Класифікація забруднень довкілля наведена у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Класифікація видів забруднень довкілля

Забруднення	Визначення
1. Механічне	Засмічення середовища агентами, що надають лише механічний вплив без хіміко-фізичних наслідків (наприклад, сміттям)
2. Хімічне	Зміна хімічних властивостей середовища, що спричиняє негативний вплив на екосистеми і технологічні пристрої
3. Фізичне	Зміна фізичних параметрів середовища: температурно-енергетичних (теплове або термальне), хвильових (світлове, шумове, електромагнітнітне), радіаційних (радіаційне, радіоактивне) і т.п.
3.1. Теплове (термальне)	Підвищення температури середовища, головним чином у зв'язку з промисловими викидами нагрітого повітря, газів, що відходять і води; може виникати і як вторинний результат зміни хімічного складу середовища
3.2. Світлове	Порушення природної освітленості місцевості в результаті дії штучних джерел світла; може призводити до аномалій в житті рослин і тварин
3.3. Шумове	Збільшення інтенсивності шуму понад природного рівня; у людини призводить до підвищення стомлюваності, зниження розумової активності і при досягненні 90-100 дБ до поступової втрати слуху
3.4. Електро-магнітне	Зміна електромагнітних властивостей середовища (від ліній електропередач, радіо і телебачення, роботи деяких промислових установок тощо), призводить до глобальних та місцевих географічних аномалій і змін у тонких біологічних структурах
4. Радіаційне	Перевищення природного рівня вмісту в середовищі радіоактивних речовин
5. Біологічне	Проникнення в екосистеми і технологічні установки видів тварин і рослин, чужих даним спільнотам і пристроям
5.1. Біотичне	Поширення певних, як правило, небажаних з точки зору людей, біогенних речовин (виділень, мертвих тіл та ін) на території, де вони раніше не спостерігалися

5.2. Мікро-біологічне	а) Поява надзвичайно великої кількості мікроорганізмів, пов'язане з їх масовим розмноженням на антропогенних субстратах або в середовищах, змінених в ході господарської діяльності людини;
	б) Придбання раніше нешкідливою формою мікроорганізмів патогенних властивостей або здатності придушувати інші організми в спільнотах

Всі перераховані види забруднень взаємопов'язані, і кожен з них може виявитися поштовхом для виникнення інших видів забруднення. Зокрема, хімічне забруднення атмосфери може сприяти підвищенню вірусної активності, а отже, біологічного забруднення.

Під впливом атмосферних опадів, сонячної радіації, перенесення повітряних мас, взаємодії з гідросферою й літосферою та діяльності мікроорганізмів атмосферне повітря позбавляється від сторонніх домішок. Цей процес називають ***самоочищенням атмосфери***. Проте в результаті антропогенної діяльності утворюється така велика кількість забруднень, що атмосфера вже не здатна самоочищатися і відбувається значне накопичення забруднювальних речовин у повітрі.

За останні десятиріччя масштаби техногенних викидів в атмосферу істотно зросли і за розмірами наближаються до їх природних надходжень або за деякими інгредієнтами перевищують їх. В атмосферу викидається все більше ксенобіотиків, від яких вона не встигає очищатися.

За *агрегатним станом* забруднювальні речовини поділяють на *газуваті, рідкі, тверді та змішані*.

Промислові викиди в атмосферу також поділяють:

– за *організацією відведення й контролю* – на ***організовані*** і ***неорганізовані;***
– за *температурою викидних газів* – ***нагріті***, температура яких вища від температури атмосферного повітря, та ***холодні***.

Організований промисловий викид – це викид, який надходить в атмосферу через спеціально споруджені газоходи.

Неорганізованим називають промисловий викид, що надходить в атмосферу у вигляді неспрямованих потоків газу внаслідок порушення герметичності обладнання, відсутності або незадовільної роботи обладнання для відсмоктування газу в місцях завантаження, вивантаження та зберігання продукту, а також через повітряні ліхтарі цехових приміщень.

Промислові викиди в атмосферу поділяють на первинні й вторинні. ***Первинні*** – це викиди, що надходять в атмосферу безпосередньо від джерела**,** ***вторинні*** є продуктами первинних, але можуть бути токсичнішими й небезпечнішими, ніж первинні (наприклад, перетворення деяких речовин у результаті фотохімічного окиснення).

Усі джерела забруднення атмосферного повітря промисловими викидами можна класифікувати за такими ознаками:

1) за призначенням:

технологічні, що складаються з хвостових газів після вловлювання на установках, продування апаратів та повітряних витяжок;

вентиляційні викиди – місцеві відсмоктування від обладнання та загальнообмінна витяжка;

2) за місцем розташування:

незатінені, або ***високі,*** що знаходяться в зоні недеформованого вітрового потоку (високі труби і точкові джерела, що видаляють забруднення на висоту, більшу від висоти будівлі в 2,5 раза);

затінені, або ***низькі,*** розташовані на висоті, меншій у 2,5 раза від висоти будівлі;

наземні, розміщені близько до земної поверхні (відкрито розташоване обладнання, каналізаційні колодязі, пролиті токсичні речовини і скиди відходів виробництва);

3) за геометричною формою:

точкові (труби, шахти, дахові вентилятори),

лінійні (аераційні ліхтарі, відкриті вікна, близько розташовані витяжні шахти й факели);

4) за режимом роботи:

безперервні і ***періодичної дії,***

залпові та ***миттєві***. Залпові викиди можливі під час аварій, спалювання швидкогорючих відходів виробництва на спеціальних площадках знищення. Миттєві викиди забруднення викидаються впродовж часток секунди інколи на значну висоту. Вони трапляються під час підривних робіт і аварій;

5) за місцем розташування:

внутрішньоплощеві, коли викинуті в атмосферне повітря забруднення залишаються у високій концентрації на території промислової зони, тоді як у житлових районах забруднень не спостерігається;

позаплощеві, коли вони можуть спричинювати значні забруднення повітря на території житлового району.

Причинами значних викидів в атмосферу є: відсутність або неефективно локалізація джерел виділення газів и пилу; недостатня герметичність, конструктивні недоліки виробничого обладнання, його технічна несправність; неправильне ведення технологічних процесів тощо.

Численні дослідження вчених-екологів засвідчують, що зі всієї кількості забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря, близько 90 % становлять газоподібні речовини і близько 10 % – тверді та рідкі частинки.

Викиди шкідливих речовин в атмосферу можна поділити на чотири групи: *тверді, рідкі, теплові та парогазоподібні*.

Причини утворення твердих речовин (виробничий пил) залежать від типу виробничого процесу та його характеру:

а) механічна обробка різних речовин (буріння, розрівнювання, заповнення, подрібнення, розмелювання, полірування тощо);

б) транспортування сипких матеріалів (навантажувально-розвантажувальні процеси, просіювання, змішування тощо).

Рідкі забруднення (туман, краплі) утворюються:

а) при конденсації випарів;

б) при розпилюванні або розтіканні рідин;

в) у результаті хімічних або фотохімічних реакцій.

Теплові викиди трапляються під час спалювання, обпалювання, сушіння, плавлення, конденсування, карбонізації, газифікації, дистиляції тощо.

Утворення паро- і газоподібних забруднень характерне для різних промислових підприємств, технологічні процеси яких відрізняються за характером, токсичністю, ступенем виділення шкідливих речовин в атмосферу. Переважна більшість технологічних процесів відзначається хімічними реакціями (окислення, відновлення, заміщення, розкладання), а також електрохімічними (електроліз) та фізичними (випарування, дистиляція, азеотропна дистиляція) процесами.

Найбільшу частину паро- і газоподібних викидів становлять продукти окислення, що утворюються переважно в процесах горіння, коли під час окислення вуглецю виділяється діоксид та оксид вуглецю, при окисленні сірки – діоксид сірки, а при високотемпературному окислені азоту в печах – оксид і діоксид азоту. Однак, при неповному згорянні не відбувається повне окислення органічних речовин і можуть утворюватися альдегіди, кетони або органічні кислоти.

Джерелом великої кількості забруднення може бути процес випаровування, якщо навіть випаровувати невелику кількість речовин із дуже неприємним запахом у повітрі.

Забруднення повітря в результаті надходження в нього різного роду шкідливих речовин має ряд **несприятливих наслідків**.

Санітарно-гігієнічні наслідки. Оскільки повітря є середовищем, в якому людина знаходиться протягом всього життя і від якого залежить його здоров'я, самопочуття і працездатність, наявність у повітряному середовищі навіть невеликих концентрацій шкідливих речовин може несприятливо відобразитися на людині, привести до необоротних наслідків і навіть до смерті.

Екологічні наслідки. Повітря є найважливішим елементом навколишнього середовища, що знаходяться в безперервному контакті з усіма іншими елементами живої та мертвої природи. Погіршення якості повітря внаслідок наявності в ньому різних забруднювачів призводить до загибелі лісів, посівів сільськогосподарських культур, трав'яного покриву, тварин, до забруднення водойм, а також до пошкодження пам'яток культури, будівельних конструкцій, різного роду споруд и тощо.

Економічні наслідки. Забруднення повітря викликає значні економічні втрати. Запиленість та загазованість повітря у виробничих приміщеннях призводить до зниження продуктивності праці, втрати робочого часу через збільшення захворюваності. У багатьох виробництвах наявність пилу в повітряному середовищі погіршує якість продукції, прискорює зношування

обладнання. У процесі виробництва, видобутку, транспортування багатьох видів матеріалів, сировини, готової продукції частина цих речовин переходить у пилоподібний стан и втрачається (вугілля, руда, цемент тощо), одночасно забруднюючи навколишнє середовище. Втрати на ряді виробництв становляться до 3 - 5%. Заходи щодо зменшення наслідків забруднення обходяться дорого.

4.2 Властивості забруднювачів газових викидів

Кожне промислове підприємство справляє певну дію на навколишнє середовище. В основному в атмосферу поступають газоподібні речовини, які можна розглядати як продукт обміну між виробництвом і повітряним басейном. В більшій чи меншій мірі такий обмін характерний для будь-якого промислового підприємства. Найбільш важливими компонентами з кількісної точки зору є газоподібні продукти згорання CO, CO_2, SO_2, SO_3, і пиловидна летюча зола, яка складається в основному з неорганічних речовин, та незгорілого вуглецю.

Нарівні з газоподібним забрудненням велику проблему при очищенні газів і охороні повітряного басейну створюють дрібні частинки твердих речовин та краплини туману. Дими, які утворюються при виробництві та рафінуванні низько плавких металів, таких як свинець, миш’як, берилій, кадмій і цинк, надзвичайно отруйні, тому їх очищення необхідно проводити особливо старанно. Вміст кислотних туманів, наприклад, що утворюються при виробництві сірчаної чи фосфорної кислоти, дуже часто обмежується законодавством. Звичайно в таких цехах встановлюється ефективне газоочисне обладнання.

Тверді частинки і рідкі краплини мають різні назви: зола (гріт), пил, дим, туман, кіптява, аерозоль чи смог. В табл. 4.3 наведена класифікація атмосферних забруднень та їх розподілення за різними категоріями залежно від приблизних розмірів, основних методів визначення розмірів та візуального ефекту наявних частинок.

В процесах пило уловлювання важливими є фізико-хімічні характеристики пилу, туманів, а саме: густина частинок, дисперсний (фракційний) стан тощо.

Таблиця 4.3 – Класифікація атмосферних забруднень за розмірами частинок

Назва атмосферних забруднень	Розміри
Зола	Великі частинки, розміром більше 75 мкм
Пил	Частинки розміром менше 75 мкм і більше 1 мкм
Туман	Рідкі частинки, звичайно менші 10 мкм
Дим	Тверді частинки, звичайно менші 1 мкм
Імла (фог)	Тумани деколи називають фогом (імлою), якщо вони досить густі та сильно погіршують видимість
Кіптява	Летюча зола, продукти неповного згорання у рідкому або твердому стані
Смог	Смог – їдучий туман у приземному шарі повітря, який складається з дуже дрібних крапель кислот тощо
Сажа	Злиплі частинки не згорівшого вугілля, які утворюються при неповному згоранні
Аерозолі	Будь-які суспензії в повітрі (раніше так називали дрібнодисперсні суспензії, відносно стабільні в повітрі)

Густина частинок. Розрізняють декілька видів густини частинок:

- істинна;
- насипна (враховує повітряний прошарок між частинками пилу, при злежуванні насипна густина зростає в 1,2-1,5 рази)
- насипна густина шару;
- уявна (представляє собою відношення маси частинок до об’єму, який вони займають, з урахуванням пор, нерівностей, пустот).

Гладкі монолітні частинки мають уявну густину, що практично співпадає з істинною – найбільша різниця між різними видами густини спостерігається для пористих тіл.

Дисперсність частинок. Розмір частинки являється основним її параметром. Вибір пиловловлювача значною мірою залежить саме від розміру частинок пилу. Частинки промислового пилу можуть мати різну форму (кульки, палички, пластинки, пластівці тощо), а також можуть коагулювати чи утворювати конгломерати.

В пиловловлюванні прийнято характеризувати розмір частинки величиною, яка визначає швидкість її осадження. При цьому сама частинка може мати довільну форму.

Найбільший і найменший розміри частинок характеризують ***діапазон дисперсності пилу.*** Для характеристики дисперсного стану усю масу пилових частинок розбивають на фракції, які обмежуються частинками певного розміру. Сукупність фракцій частинок пилу за їх розмірами із вказуванням, яку частку у відсотках по масі (або кількості) займає та чи інша фракція, називається ***дисперсним складом газопилової суміші***.

За дисперсністю пил класифікують на 5 груп.
I – дуже крупно-дисперсний пил (*d50* > 140 мкм);
II – крупно-дисперсний пил (*d50* = 40-140 мкм);
III – середньо-дисперсний пил (*d50* = 10-40 мкм);
IV – дрібнодисперсний пил (*d50* = 1-10 мкм);
V – дуже дрібнодисперсний пил (d50 < 1 мкм).

Кварцевий пил – *d50* = 3,7 мкм, цемент – 20 мкм, абразив (заточування інструментів) - *d50* ≤ 38 мкм.

Адгезійні властивості частинок. Ці властивості визначаються здатністю частинок до злипання. Підвищене злипання може привести до часткового і повного забивання апаратів. Чим менший розмір частинок, тим легше вони налипають на поверхні апарату.

За злипанням пил розподіляється на 4 групи:
1) Пил, що не злипається: сухий шлаковий і кварцевий пил, суха глина;
2) Пил, що слабо злипається: коксовий, замоклий пил;
3) Пил, що має середнє злипання: торфовий пил, PbO, ZnO, летюча зола, сажа, сухе молоко, борошно, ошурки;
4) Пил, що сильно злипається: цементовий, гіпсовий, алебастровий пил, солі натрію, подвійного суперфосфату. Чим дрібніший пил, тим вище його здатність до злипання.

Увесь пил, що відноситься до IV і V груп дисперсії, відноситься до пилу, що сильно злипається, пил II і III груп – до пилу, що середньо злипається, а пил I групи – до пилу, що слабо злипається. При зволоженні здатність до злипання значно зростає.

Абразивність частинок. Абразивність пилу характеризує інтенсивність зносу матеріалу при однакових швидкостях газового потоку і концентраціях пилу. Вона залежить від: - твердості; - форми; - розмірів; - густини. Абразивність враховують при розрахунках апаратури (вибір швидкості газу, товщини стінок).

Змочуваність частинок. Цей показник має важливе значення при мокрому способі очистки ГПС, особливо при роботі з рециркуляцією. Гладкі частинки змочуються краще, ніж частинки з нерівною поверхнею, оскільки на останніх, як правило більше абсорбована газова оболонка, яка ускладнює змочування.

За змочуваністю усі тверді тіла розподіляють на три основні групи:
1) гідрофільні матеріали – добре змочуються (силікати, окиси мінералів);
2) гідрофобні мінерали – погано змочуються (графіт, вугілля, сірка);
3) абсолютно гідрофобні (парафін, тефлон, бітуми).

Гігроскопічність частинок. Здатність вбирати вологу, залежить від хімічного складу, розміру, форми і ступеню шорсткості поверхні частинок. Гігроскопічність сприяє уловлюванню частинок в апаратах мокрого типу.

Електрична зарядженість частинок. Знак заряду частинок залежить від їх хімічного складу пилу, від властивостей речовин, з якими він стикається. Цей показник впливає на вибуховість та адгезійні властивості.

Здатність частинок до самозаймання і утворення вибухонебезпечних сумішей з повітрям. Горючий пил внаслідок сильно розвинутої поверхні контакту частинок (біля 1 $м^2/г$) з киснем повітря здатний самозайматися та утворювати вибухоподібні суміші з повітрям. Інтенсивність вибуху залежить від хімічних і термічних властивостей пилу, концентрації та інше. Цю здатність має пил як органічного так і неорганічного походження: барвників, пластмас, пил металу (Mg, Al, Zn). Мінімальні вибухоподібні значення концентрацій ≈ 20 – 500 $г/м^3$, максимальні 700 – 800 $г/м^3$. Чим більший вміст кисню в газовій суміші, тим більша ймовірність вибуху. При вмісті $O_2 < 16\%$ пилова суміш не вибухає.

4.3 Основні напрями та методи захисту атмосфери

Під безвідходною технологією розуміють замкнуті технологічні процеси, при яких відходи попереднього процесу є початковою сировиною для наступного. Прообраз цієї технології є кругообіг речовин і енергії в природі. Впровадження на всіх етапах виробництва безвідходної технології дозволить повністю зняти проблему антропогенного забруднення біосфери.

Нині розвиваються ***3 основні напрямки екологізації виробництва***:

1. Розробка ефективних засобів очищення промислових, комунальних та тваринницьких стічних вод і промислових та транспортних викидів в атмосферу. Воно частково запобігає забрудненню довкілля, але повністю не ліквідує його, хоча ефективність окремих очисних технологій сягає 99% - 99,9%, їм не може належати провідна роль, коли мова йде про гармонізацію взаємодії суспільства і природи (дуже висока ціна сучасних очисних технологій). Основні види очистки: механічні, хімічні, біологічні, електричні тощо.

2. Значно перспективнішими є заходи спрямовані на зменшення або повну ліквідацію шкідливих відходів, що забруднюють довкілля. Головний напрям – це перехід до використання замкнутих технологій, для яких характерна відсутність обміну речовин із зовнішнім середовищем. Стосовно технологічної операції це можна розуміти як процес, у якому відсутні викиди твердих, рідких і газоподібних речовин – відходів. Важливе значення тут відводиться розробці нових альтернативних технологій в енергетиці, нетрадиційних матеріалів, розробка технологій на основі природних (екологічних) процесів, саме тут важливе значення має використання останніх досягнень науки і техніки. Це найперспективніший шлях екологізації.

3. Важливим сучасним напрямком екологізації є утилізація, тобто повторне використання відходів.

Найбільш важливий захід – це регенерація первинних відходів, тобто залишення їх у циклі виробництва з метою додаткової переробки і вилучення невикористаних елементів або сполук. Є три напрямки:

- повернення відходів у той самий виробничий процес, з якого його отримано;

- використання відходів в інших виробничих процесах;

- використання у вигляді сировини для інших виробництв.

Це вже дозволяє вирішити проблему мінімізації відходів, а у окремих випадках досягти їх повної ліквідації. Але й тут існує ряд проблем, в першу чергу фінансових, а також часто кількість відходів просто перевищує реальні можливості їх споживання. Тому найбільш перспективний напрям екологізації виробництва слід вважати розробку принципово нових екологічних (маловідходних) технологій і перехід виробництва до основ екологічно "чистого" виробництва. (Т. Сербіна "Основні критерії чистого виробництва" (Грінпіс, UNEP)).

Універсальних методів захисту навколишнього середовища, які радикально вирішують проблему боротьби з забрудненнями, поки що не існує, і тільки поєднання декількох, раціонально підібраних і науково обгрунтованих заходів в кожному конкретному випадку може привести до бажаних ефективних результатів охорони природного середовища.

Для ***захисту від антропогенних забруднень*** застосовують такі ***методи***:

- *технологічні* - безпосередній вплив на технологічні процеси, які є джерелами забруднення, тобто активне втручання в технологію;

- *організаційно-технічні* ~ зменшення концентрацій і рівня забруднень на шляху їх розповсюдження в біосфері, тобто невтручання в технологію, а тільки боротьба з уже утвореними внаслідок технологічного процесу забрудненнями шляхом використання технічних засобів захисту і проведення організаційно-планувальних заходів.

При використанні ***технологічних методів*** проблема ліквідації забруднень вирішується радикально, але їх розроблення і впровадження пов'язані з трудомісткими і дорогими заходами, а саме:

- реконструкцією підприємств і зміною існуючої технології;

- значними капітальними витратами;

- проведенням спеціальних науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт;

- вирішенням складних технологічних і організаційних задач не тільки науково-технічного, а і соціально-економічного плану.

Незважаючи на проведення такого складного комплексу заходів, вирішити питання захисту навколишнього середовища тільки технологічними методами не завжди можливо. Тому ще широко застосовують організаційно-технічні методи, незважаючи на те, що вони менш ефективні й захист навколишнього середовища в цьому випадку носить локальний характер.

Загальна класифікація методів захисту навколишнього середовища наведена на рис. 4.1. При проведенні технологічних заходів для боротьби з забрудненнями навколишнього середовища застосовують ***прямі й побічні*** методи.



Рисунок 4.1 - Класифікація природоохоронних методів захисту навколишнього середовища від антропогенних забруднень

Прямі методи дозволяють знизити масу, об'єм, концентрацію і рівень забруднень безпосередньо в джерелі їх утворення при основному технологічному процесі. Наприклад: поліпшення якості палива (зниження в ньому вмісту сірки - основного забруднювача атмосфери при спалюванні), удосконалення топкових пристроїв, форсунок і пальників, переведення автотранспорту з бензинового на газове паливо чи на електроживлення (електромобілі) тощо.

Побічні методи не забезпечують безпосереднього зниження рівня забруднень в джерелі при основному технологічному процесі, але дозволяють знизити до мінімуму або виключити їх утворення при проведенні наступних технологічних процесів. Наприклад:

- наближення форми і розмірів заготовки до форми і розмірів оброблюваних деталей машин, а також зменшення припусків внаслідок використання більш прогресивних методів лиття і оброблення тиском дозволяють знизити забруднення навколишнього природного середовища при переробленні металевої стружки і пилу, які утворюються при виготовленні деталей на металооброблювальних верстатах;

- заміна процесу травлення (що неминуче супроводжується утворенням токсичних стоків) на голкофрезерування, при якому шкідливі відходи практично не утворюються;

- заміна початкових неутилізованих матеріалів на такі, що забезпечують повну утилізацію всіх відходів тощо.

Вищою формою вдосконалення технології виробництва є створення замкнутих технологічних процесів, систем оборотного водопостачання і безвідходної технології, що можливо тільки при поєднанні прямих і побічних методів. Під безвідходною технологією розуміють замкнуті технологічні процеси, при яких відходи попереднього процесу є початковою сировиною для наступного. Прообраз цієї технології є кругообіг речовин і енергії в природі. Впровадження на всіх етапах виробництва безвідходної технології дозволить повністю зняти проблему антропогенного забруднення біосфери.

Організаційно-технічні методи, застосування яких не пов'язано з безпосереднім впливом на джерело забруднення, застосовують для захисту навколишнього середовища такими шляхами:

- розосередження джерел забруднення. Воно не захищає безпосередньо навколишнє природне середовище, але дозволяє понизити локальне навантаження шкідливих речовин на біосферу до допустимих концентрацій і рівнів, з нейтралізацією яких природа справляється ще сама;

- локалізація джерел забруднення за рахунок ізоляції, герметизації, екранування, а також захоронення відходів, що дозволяє обмежити розповсюдження забруднювачів в біосфері;

- очищення (повного чи до допустимих концентрацій) викидів, що поступають в біосферу за допомогою спеціальних технічних пристроїв і апаратів, які використовують фізичні, хімічні, фізико-хімічні та біохімічні способи очищення і обеззаражування забруднювачів.

На сьогоднішньому рівні розвитку технології застосування організаційно-технічних методів є основним способом боротьби з забрудненням навколишнього природного середовища. При цьому перевага віддається розробленню і удосконаленню пристроїв і апаратів очищення викидів в біосферу.

Екологічна ситуація в Україні складна: високий рівень забруднення усіх природних ресурсів та зменшення якості екологічних послуг відображає поглиблення кризи у взаємодії суспільства та навколишнього природного середовища, підпорядкування інтересів охорони довкілля отриманню економічної вигоди. Перевитрата природних ресурсів продовжує збільшуватися, поступово приводячи до руйнування екосистем, накопичення відходів, забруднення всіх компонентів природи і зміни клімату.

Негативні процеси, що відбуваються в природному середовищі, складають загрозу для здоров'я та життя населення. Зокрема, перш за все необхідно відзначити критичний стан атмосферного повітря, наслідками якого є збільшення рівня захворюваності та смертності населення. До основних антропогенних факторів розвитку екологічної кризи в Україні належать передусім промислові комплекси - великі споживачі сировини, енергії, води, повітря, земельних просторів і водночас найпотужніші джерела практично всіх видів забруднень (механічних, хімічних, фізичних, біохімічних).

Така небезпечна екологічна ситуація на Україні вимагає посилення уваги до проблем екологізації виробництва на всіх рівнях, і, в першу чергу, на рівні підприємств – реальних природокористувачів. Керівництво підприємств повинні при прийнятті всіх стратегічно важливих рішень орієнтуватися не тільки на досягнення високих показників економічної ефективності, але і враховувати вплив на довкілля. Часто вирішення невідкладних екологічних проблем підприємствами відкладається на другий план, і це призводить до збільшення негативного антропогенного навантаження.

Однією із проблем, що призводить до великих екологічних втрат, є бажання товаровиробників одержувати високі прибутки, а матеріально-технічна та технологічна бази більшості підприємств є застарілими, і, як наслідок, в несприятливих еколого-економічних умовах постійно виникають великі, не лише екологічні, а й соціально-економічні втрати та збитки. Тому для України вкрай актуальною є зміна існуючої екологічної політики, значна роль в якій повинна відводитися екологізації промислового виробництва на базі сучасних ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій.

Дослідження залежності між обсягами викидів в атмосферне повітря і рівнем захворюваності населення України за 2002-2012 роки показує, що із збільшенням екологічно шкідливих викидів на 1 тис. т. кількість хворих на злоякісні новоутворення зростає на 209 чол., а збільшення концентрації SO_2 на кожні 0,01 мг/м^3 (20 % ГДК) сприяє підвищенню показника загальної захворюваності в 1,4 рази.

Стан довкілля впливає на якість і темпи економічного зростання, зменшує показники валового внутрішнього продукту в країні, що потребує

рішучих та конструктивних змін в екологічній політиці як держави в цілому, так і окремих суб'єктів господарювання. Україні необхідна принципова нова екологічна політика, значна роль в якій повинна відводитися екологізації промислового виробництва на базі сучасних ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій. Проблема мінімізації екологічного пошкодження в умовах промислового виробництва має вирішуватися у двох напрямках за рахунок збільшення ефективності існуючих методів очищення промислових викидів у навколишнє середовище (стічні води, відпрацьовані гази, дими і інші частини), ліквідація переробки твердих відходів а також впровадження нових альтернативних технологій (економічно чистих, безвідходних).

Визначальним чинником вирішення екологічних проблем на Україні повинні стати інноваційні технологічні зміни. Як приклад можна навести підприємство "Запоріжсталь", яке вже протягом багатьох років успішно впроваджує екологічні програми. МК «Запоріжсталь» став переможцем Всеукраїнського конкурсу «Екологічна якість та безпека» в номінації «Системний підхід до управління та впровадження чистих технологій виробництва» в рамках III Міжнародного форуму GREEN MIND, який пройшов у Києві з 8 по 9 жовтня 2014 р. З серпня 2012 року в екологічну модернізацію комбінату інвестовано понад 250 млн доларів. Прогрес підприємства в сфері охорони навколишнього середовища вражає: за останні 10 років викиди пилу в атмосферу знизилися на 41%, скидання стічних вод - на 30%, на підприємстві підвищили повторне використання технічної води на 86%.

Першим кроком для впровадження програми екологізації на кожному підприємстві є аналіз сильних і слабких сторін, що дасть можливість визначити напрями оптимізації впливу підприємства на навколишнє середовище і розрахувати ефективність проведення запланованих заходів. В таблиці 4.4 наведений приклад такого аналізу виконаний для ПАТ «Кременчуцький завод дорожніх машин».

Таблиця 4.4 – Аналіз сильних і слабких сторін ПАТ «Кременчуцький завод дорожніх машин»

Напрями	Сильні сторони	Слабкі сторони	Можливості оптимізації	Ефективність оптимізації
1	2	3	4	5
Забруднення повітря	У структурі підприємства функціонує атестована лабораторія аналітичного контролю викидів та скидів шкідливих речовин	Основні викиди – оксид вуглецю, діоксид при випробуванні котлів на стендах, оксид заліза, шестивалентний хром, марганець та його з'єднання на постах зварювання, ксилол, уайт спирит,	Локалізація забруднюючих речовин за рахунок реконструкції вентиляції. • Використання наступних способів уловлювання шкідливих газів: механічні обезпилюючі прилади; мокрі або гідравлічні прилади; фільтруючі прилади, в яких тверді частинки затримуються пористим фільтруючим прошарком; електричні пило-	Зменшення викидів NO_x на 40 %, CO на 30 %

		аерозоль фарби, бутилацетат, формальдегід, луги, водень хлористий, сірчанокисла мідь тощо	вловлюючі, в яких частинки пилу осідають за рахунок іонізації газу та пилинок. • Обладнання пилогазоочисним обладнанням джерела викидів на термічній дільниці ковальсько-термічного цеху.	
Забруд-нення води		Забруднення води на дільниці фарбування (промивка водою деталей після обробки поверхні нефрасом). Промислові стоки гальванічного виробництва підприємства складаються з хромовміщуючих та кислотно-лужних стоків. Промислові стічні води містять окрім мінеральних домішок інші специфічні забруднення, наприклад, масла, смоли, нафтопродукти, ПАР.	• Очистка, регенерація води та повторне використання • Попередня очистка хімічних сполук, вміщених у стоках гальванічного виробництва, на станції нейтралізації. • Використання спеціальних конструкцій відстійників – радіальних відстійників, багатополочного тонкослойного нафтовловлювача, відстійників-флотаторів, згущувачів. • Доочистка промислово - зливових стічних вод, що призведе до зменшення кількості забруднюючих речовин в скидах.	Зменшення об’єму забрудненої води на 10-15%.
Розді-лення відходів	Збір відходів по ходу технологічних процесів	Відсутність розділення побутових відходів: пластмаса, скло	Комунальне господарство не передбачає розділення побутових відходів	
Знешко дження відходів	Укладено договори зі спеціалізованим и організаціями на вивіз побутових відходів, металобрухту, пластику, здавання макулатури	В процесі виробництва утворюються наступні види відходів: відпрацьовані лампи, що містять ртуть, відпрацьовані акумуляторні батареї, відпрацьований розчин електроліту, нафтовідходи, відходи фіксажних розчинів, фотоплівки і фотопаперу, відпрацьовані розчинники і маслофільтри, ганчір’я, масна тирса, масний пісок, шлам гальванічного	• Впровадження технологій по переробці відходів для їх подальшого використання. Наприклад, використання відпрацьованого масла для змащення металевих форм. • Збір та здача ресурсоцінних відходів, таких як відходи металевого брухту, макулатура, відходи скла, відпрацьовані мастила. • Установка компресорів (заміна), що призведе до зменшення утворення кількості відходів з компресорної станції.	Зменшення кількості відходів на 3-5%. Додаткові доходи від здачі ресурсоцінних відходів

		виробництва, шлам станції нейтралізації, відходи фарб та емалей, шлам з гідро фільтрів, шини відпрацьовані, побутові відходи.		
Використання енергії	Використання для опалення автономної модульної котельної	Споживання природного газу	Використання альтернативних джерел енергії (сонячної, поновлювані джерела енергії, використання теплових насосів і т.п.).	Зменшення використання газу на 20-30%.

Впровадження подібних екологічних программ на промислових підприємствах України надасть можливість значно знизити негативне антропогене навантаження на навколишнє середовище. Але подібна екологізація відбувається дуже повільно на Україні. Незважаючи на певне прискорення, технологічне забезпечення екологізації промисловості все ще значно відстає від економічно розвинутих країн світу і потребує значної державної підтримки. В Україні екологізація промислового виробництва ще не інтегрована у відтворювальні цикли через відсутність стійкого попиту на екологічну безпечну продукцію, покращення іміджу товаровиробників, інтеграцію підприємств з місцевим співтовариством. Промислові підприємства не завжди зацікавлені у запровадженні екологічних інновацій, оскільки це потребує додаткових затрат.

Для стимулювання процесу екологізації промисловості необхідно провести: вдосконалення законодавства України про охорону навколишнього природного середовища та його наближення до європейського; підвищення стимулюючої функції зборів за забруднення та їх диференціація залежно від досягнутого рівня екологізації виробництва. На сьогодні нормативи зборів не виконують стимулюючу функцію для проведення активної екологічної політики на рівні підприємств, тому що частка зборів за забруднення навколишнього середовища складає на більше 0,1% собівартості реалізованої продукції; формування та використання екологічних фондів та інших джерел фінансування інноваційної діяльності природоохоронного спрямування.

4.4 Методи очищення газопилових викидів промислових підприємств

Технологічний процес лежить в основі будь-якого виробництва, адже він є складовою виробничого процесу. Одночасно технологічний процес складається з окремих елементів (складових матеріальних частин) і стадій (складових часово-просторових частин).

Недосконаліть саме технічних засобів та технологічних процесів призводить до головних видів забруднення навколишнього середовища. Коли

промислове підприємство, технічний засіб чи умови праці не задовольняють нормативи безпеки та екологічності, необхідно проводити комплекс заходів, спрямованих на поліпшення цих показників.

З метою зменшення забруднення атмосферного повітря пилом та іншими шкідливими домішками потрібно на всіх промислових підприємствах організувати ефективне очищення відхідних газових викидів. Усі методи очищення можна розподілити на три групи: механічні, фізико-хімічні й хімічні (рис. 4.2).



Рис. 4.2 - Методи очищення відхідних газових викидів

Вибір методу очищення залежить від кількості відхідних газів та їхнього складу. Механічні методи застосовують для очищення вентиляційних та інших газових викидів від грубодисперсного пилу. В них пил відокремлюється під дією сили гравітації, інерції або відцентрової сили.

Вибираючи систему пиловловлювання, слід враховувати швидкість газового потоку, вміст пилу та його фізико-хімічні властивості, розмір часточок і наявність водяної пари. Існує два види пиловловлювання: сухе і мокре. З екологічного й економічного погляду досконалішими є сухі пиловловлювачі. Вони дають змогу повернути у виробництво вловлений пил,

тоді як при мокрому утворюються водяні суспензії, переробка яких потребує більших матеріальних затрат. Недоліком сухого пилоочищення є те, що воно забезпечує високий ступінь очищення тільки у разі малої запиленості відхідних газів.

З відхідними газами в атмосферу надходять тверді, рідкі, паро- і газоподібні речовини неорганічного і органічного походження. Відхідні гази промисловості, що містять завислі тверді або рідкі частинки, представляють собою двохфазну систему. Суцільною фазою в системі є гази, а дисперсною фазою – тверді частинки або крапельки рідини. Такі аеродисперсні системи називають ***аерозолями***.

За агрегатним станом аерозолі класифікують:

- ***тумани*** – системи з рідкою дисперсною фазою (крапельки рідини розміром 0,3-5 мкм), утворюються в результаті конденсації парів або при розпилюванні рідини у газі;

- ***дими*** – системи з твердою фазою (розмір частинок 0,1-5 мкм);

- ***пил*** – (розмір частинок 5-50 мкм). Дими, які утворюються при згорянні палива і адсорбують вологу з атмосфери, є одночасно димами і туманами. Такі системи існують над великими промисловими містами і називаються смогом. Вони є небезпечними для здоров’я.

За походженням аерозолі розділяють на ***диспергаційні*** і ***конденсаційні***. Диспергаційні аерозолі одержують при подрібненні твердих тіл або розпилюванні рідин. Високодисперсні аерозолі можна отримувати конденсаційними методами, або в результаті хімічних реакцій.

Аерозолі відрізняються яскраво вираженою здатністю до світлорозсіяння, що пов'язано з великою різницею показників заломлення дисперсної фази і газового середовища. Тому аерозолі застосовують для створення димових завіс.

Руйнування аерозолів. Оскільки аерозолі забруднюють атмосферу, то виникає необхідність в їх руйнуванні. Для руйнування аерозолів використовують циклони, електрофільтри, паперові, азбестові, пористі керамічні фільтри тощо. У циклонах частинки аерозолів осаджуються під дією відцентрової сили. У електрофільтрах частинки заряджаються і осідають на одному з електродів. Аерозолі руйнують також введенням речовин, що можуть бути центрами кристалізації, чи конденсації. Так, при розпиленні твердого CO_2 або AgI відбуваєтеся конденсація парів води, яка випадає у вигляді дощу.

Застосування аерозолів. Аерозолі застосовують для фарбування поверхні, розпилення палива перед горінням, розпилення добрив та отрутохімікатів. У фармації широко використовують аерозольну лікарську форму, яка дозволяє об’єднувати кілька лікарських речовин та є простою в застосуванні. Обов'язковим компонентом аерозольних сумішей є пропеленти (фреони, зокрема фторхлорвуглеводні) чи такі гази, як пропан, бутан.

Методи очищення промислових газів від аерозолів.

Для зниження кількості аерозолів (пилу, туманів) використовують сухі, мокрі та електричні методи.

В основі роботи сухих апаратів лежать гравітаційні, відцентрові, інерційні механізми осадження та механізми фільтрації.

В мокрих пиловловлювачах здійснюється контакт запилених газів із рідиною. При цьому осадження відбувається на краплі, на поверхні газових пухирців або на плівці рідини.

В електрофільтрах відділення заряджених частинок відбувається на осаджувальних електродах.

Вибір методу і апарату для уловлювання аерозолів залежить від їх дисперсного стану (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Методи і апарати для уловлювання аерозолів

Розмір частинок, мкм	Апарати	Розмір частинок, мкм	Апарати
40-1000	Пилоосаджувальні камери	20-100	Скрубери
		0,9-100	Тканинні фільтри
20-1000	Циклони: d = 1-2 м	0,05-100	Волокнисті фільтри
5-1000	Циклони: d = 1 м	0,01-10	Електрофільтри

Фізичні основи процесів пилоуловлювання. Робота будь-якого апарату для процесів пилоуловлювання заснована на використанні одного чи декількох *механізмів осадження* завислих у газах частинок:

- *гравітаційне* осадження (седиментація) – відбувається в результаті вертикального осідання частинок під впливом сили тяжіння при проходженні через газоочисний апарат;

- осадження *під впливом відцентрової сили* відбувається при криволінійному русі аеродинамічного потоку, коли розвиваються відцентрові сили, які відкидають частинки на поверхню осадження;

- *інерційне* осадження – відбувається, коли маса частинки або швидкість її руху на стільки значні, що вона не може рухатись із газовим потоком, який огинає перешкоду, а намагаючись по інерції продовжити свій шлях, стикається з перешкодою і осаджується на ній;

- *зачеплення* (ефект дотикання) відбувається, коли відстань частинки, що рухається із газовим потоком, від тіла, яке обтікається газовим потоком дорівнює або менше її радіуса;

- *дифузійне* осадження – відбувається, коли дрібні частинки підлягають безперервному впливу молекул газу, що знаходяться в постійному броунівському русі, в результаті чого можливе осадження на поверхні обтікаючих тіл або стінок апарату;

- *електричне* осадження – відбувається при іонізації газових молекул електричним розрядом, що викликає заряджування частинок. Під впливом електричного поля вони осаджуються на електродах.

Гравітаційний метод осадження використовується у пилоосаджувальних камерах. Це механічне ***сухе пиловловлювання.*** В основному використовується як перший етап очищення (попередня очистка).

В осаджувальних камерах очищають гази з грубодисперсними часточками пилу розміром від 50 до 500 мкм і більше (рис. 4.3*а)*. Ефективнішою є осаджувальна камера Говарда (рис. 4.3б), в якій газовий потік розбивається горизонтальними пластинами на окремі секції.

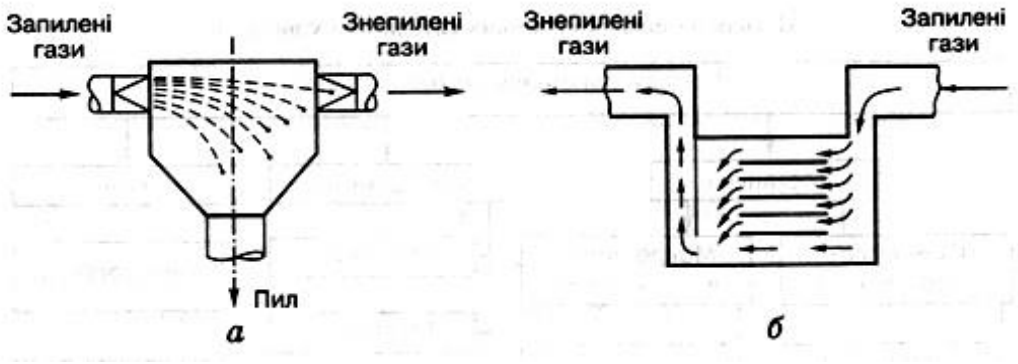


Рисунок 4.3 – Пилоосаджувальна камера (а) та осаджувальна камера Говарда (б).

Осадження відбувається з горизонтально-спрямованого потоку. Переваги методу: 1. Простота виготовлення і експлуатації. 2. Низька вартість. Недоліки методу: невелика ефективність уловлювання.

В інерційних пиловловлювачах використовують ***ефект інерційного осідання.*** Переваги: 1. Простота експлуатації; 2. Мала вартість. Недолік - недостатня ефективність. Застосовуються на заводах гірничої і кольорової металургії

В апаратах інерційного пиловловлювання різко змінюється напрямок потоку (рис. 4.4). Часточки пилу за інерцією вдаряються об поверхню, осаджуються і через розвантажувальний пристрій видаляються з апарата.

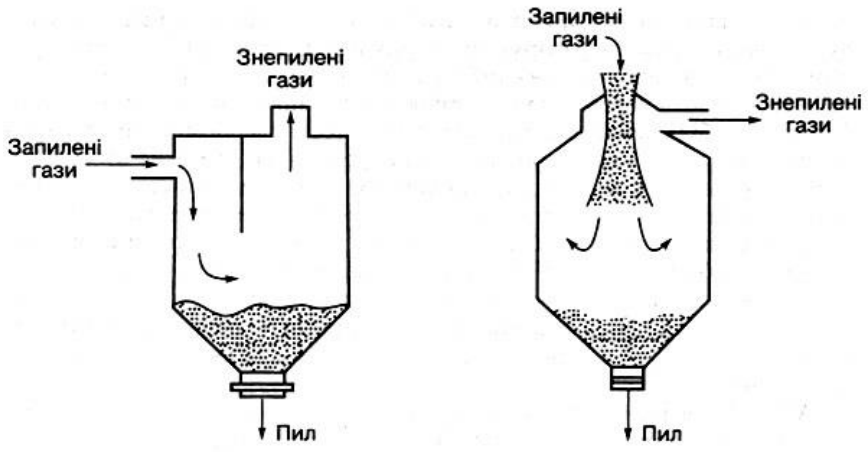
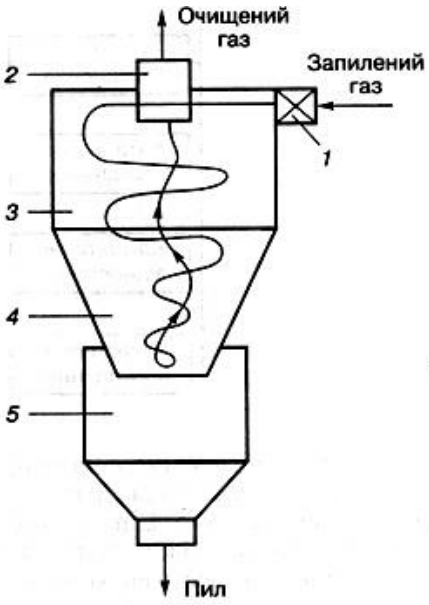


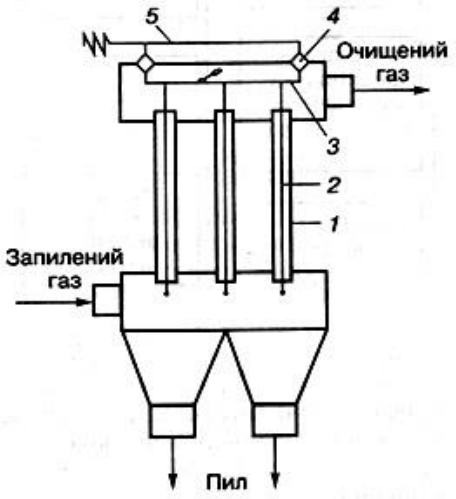
Рисунок 4.4 – Інерційні пиловловлювачі.

Значно поширеніші циклонні сепаратори (рис. 4.5). У них запилений газ, обертаючись по спіралі, відкидає часточки пилу на стінки апарата *3, 4,* звідки вони потрапляють у пилоосаджувальну камеру *5*. Циклонні сепаратори ефективно очищають гази, що містять часточки розміром не менш як 25 мкм. Коефіцієнт корисної дії циклонів залежить від концентрації пилу і розмірів його часточок. Середня ефективність знепилення газів у циклонах становить 78-86 % для пилу розміром 30-40мкм. Основний недолік циклонів – значне абразивне спрацювання частин апарата пилом. Тому ці частини вкривають синтетичними матеріалами або зносостійкими сплавами, що здорожує конструкцію апарата. Циклони використовують для очищення запилених газів і повітря з великими часточками в різних галузях промисловості.



1 — вхідний патрубок; *2* — вихлопна труба; *3* — циліндрична камера; *4* — конічна камера; *5* — пилоосаджувальна камера

Рисунок 4.5 – Циклон



1 — осаджувальний електрод; *2* — коронувальний електрод; *3* — рама; *4* — ізолятор; *5* — струшувальний пристрій

Рисунок 4.6 – Трубчастий електрофільтр

Для тонкого очищення газів від пилу використовують ***електрофільтри*** (рис. 4.6). За допомогою електрофільтрів очищають значні об'єми газів від пилу з розміром часточок 0,01- 100 мкм за температури газів до 500 °С. Фільтри ефективно працюють при невеликих газових потоках, досягаючи ступеня очищення 99,9 %.

У фільтрах газовий потік проходить крізь пористий матеріал різної щільності й товщини. Очищення від *грубодисперсного пилу* здійснюють у фільтрах, заповнених коксом, піском, гравієм, насадкою різної природи й форми. Для очищення від *тонкодисперсного пилу* використовують фільтрувальний матеріал типу паперу, повсті або тканини різної щільності.

В залежності від призначення і величини вхідної та вихідної концентрації пилу, фільтри умовно розподіляють на ***три класи***:

- ***фільтри тонкої очистки*** (високоефективні або абсолютні фільтри) – використовують для уловлювання субмікронних частинок з ефективністю 99% з промислових газів з низькою вхідною концентрацією (<1мг/м^3) та швидкістю фільтрації <1см/с, використовують для уловлювання особливо токсичних матеріалів, а також для ультратонкого очищення в деяких технологічних процесах. Ці фільтри не регенерують.

- ***повітряні фільтри*** – використовують в системах приточної вентиляції і кондиціювання повітря. Працюють при $C_{пилу}$<50 мг/м^3, швидкість фільтрації 2,5 - 3 м/с. Можуть регенеруватись або не регенеруватись.

- ***промислові фільтри*** (тканинні, зернисті, грубоволокнисті) використовують для очищення газів концентрацією до 60 г/м^3. Фільтри регенерують.

Уловлювання пилу в електрофільтрах. Електричне очищення на сьогодні є одним з найбільш досконалих методів очистки аерозолів (пилових сумішей, димів, туманів) від завислих частинок.

Для підвищення ефективності роботи електроди інколи змочують водою. Такі електрофільтри називають ***мокрими***. У мокрих пиловловлювачах запилений газ зрошується рідиною або контактує з нею. Найпростішою конструкцією є промивна башта, заповнена кільцями Рашіга, скловолокном або іншими матеріалами. До апаратів такого типу належать скрубери та труби Вентурі. На рис. 4.7 зображено порожнистий форсунковий скрубер. Він являє собою циліндричну (або прямокутну) башту, виготовлену з металу, цегли чи залізобетону. Скрубери працюють за принципом протитечії: газ рухається знизу вгору, а поглинальна рідина (частіше вода) розпилюється форсунками згори вниз. Швидкість газу в скруберах – 1,0-1,5м/с. Ефективність очищення газів залежить від змочуваності пилу і досягає 96-98 %. Для вловлювання важко-змочуваного пилу, наприклад вугільного, у воду добавляють поверхнево-активну речовину (ПАР). Скрубери можна застосовувати для холодних і гарячих газів, які не містять токсичних речовин (кислот, хлору тощо), оскільки вони видаляються в атмосферу разом з очищеним газом у вигляді туману.

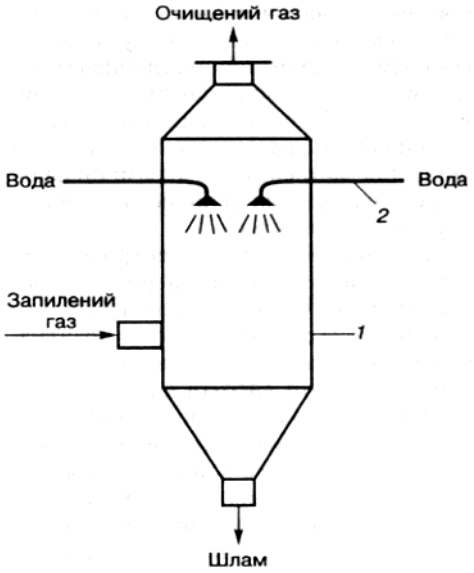


Рисунок 4.7 –
Порожнистий форсунковий скрубер:
1 – корпус;
2 – форсунки

Недоліком мокрого очищення газів є те, що вловлений пил перетворюється на мокрий шлам. Для видалення останнього потрібно будувати шламову каналізацію, що здорожує конструкцію. Мокрі пиловловлювачі типу труби Вентурі характеризуються значними витратами електроенергії для подавання й розбризкування води, особливо для уловлювання пилу з розміром часточок менш як 5 мкм. Під час очищення деяких газів можлива лужна або кислотна корозія. Значно погіршуються умови розсіювання через заводські труби відхідних газів, зволожених під час охолодження в апаратах цього типу.

Очищення та знешкодження технологічних і вентиляційних викидів промислових підприємств від газо- і пароподібних домішок характеризується тим, що, по-перше, гази, які викидаються в атмосферу, надто різні за хімічним складом; по-друге, вони мають іноді достатньо високу температуру і містять значну кількість пилу, що суттєво ускладнює процес газоочищення, і потребують попередньої підготовки відвідних газів; по-третє, концентрація газоподібних і пароподібних домішок часто у вентиляційних і рідше в технологічних викидах є змінна та низька.

Існуючі газоочисні установки дозволяють знешкоджувати технологічні та вентиляційні викиди без або з подальшою утилізацією вловлених домішок. Перший тип апаратів характеризується санітарними обмеженнями, пов'язаними з процесами видалення, транспортування та захоронення вилученого продукту. Найбільш перспективними є апарати з виділенням продукту в концентрованому вигляді та подальшим його використанням для потреб народного господарства. Виробництво таких установок є важливим завданням у розробці маловідходної та безвідходної технологій.

Для реалізації завдань захисту атмосфери від шкідливих викидів зараз застосовують шість основних методів:

- абсорбція;
- адсорбція;
- хемосорбція;
- термічна нейтралізація;
- каталітичне знешкодження;
- хімічне знешкодження.

Абсорбцію в техніці часто називають скруберним процесом очищення атмосферного повітря від парів та газів. Принцип цього методу полягає в розкладанні газоподібної суміші на складові частини поглинанням одного або декількох газових компонентів (абсорбентів) цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину. Основним при цьому є градієнт концентрації на межі фаз "газ – рідина". Розчинений у рідині адсорбат унаслідок дифузії проникає у внутрішні шари абсорбента.

Для вилучення із технологічних викидів таких газів, як аміак, хлористий або фтористий водень застосовують як поглинач воду.

На промислових підприємствах часто можна побачити башти з

ковпаковими тарілками. На рис. 4.8 наведена схема тарілчастого абсорбера, в якому замість насадки встановлено декілька тарілок *1*.

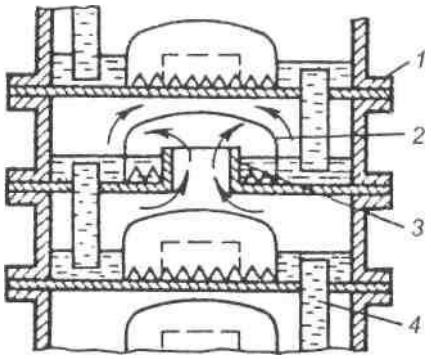


Рисунок 4.8 – Схема ковпаково-тарілчастого абсорбера:

1 – тарілка;
2 – ковпачок;
3 – патрубок;
4 – переливна трубка

Кожна тарілка обладнана ковпачками *2* із зубчастими краями, патрубками *3* і переливними патрубками *4*. Абсорбент у цих апаратах стікає від тарілки до тарілки через переливні вертикальні трубки.

Очищуване повітря рухається знизу доверху в напрямку, вказаному стрілками, барботуючи через шар рідини. Під час проходження між зубцями ковпачків загазоване повітря розподіляється на велику кількість струмочків і пухирців, унаслідок чого збільшується поверхня контакту взаємодіючих речовин. Іноді замість ковпакових тарілок застосовують перфоровані пластини з великою кількістю дрібних отворів (діаметром 6 мм), що призначаються для створення пухирців газу однакової форми та розміру.

Такі абсорбери знаходять широке застосування у машинобудівній, металургійній та деревообробній промисловостях

Метод адсорбції ґрунтується на властивостях деяких твердих тіл з ультрамікроскопічною структурою селективно вилучати та концентрувати на поверхні окремі компоненти із газової суміші. У пористих тілах з капілярною структурою поверхневе поглинання доповнюється капілярною конденсацією.

Адсорбція поділяється на фізичну і хемосорбцію. При фізичній адсорбції молекули газу прилипають до поверхні твердого тіла під дією міжмолекулярних сил притягання (сил Ван-дер-Ваальса). Вивільнене при цьому тепло залежить від сили притягання і за порядком значення (як правило, в межах від 2 до 20 кДж/моль) співпадає з кількістю тепла конденсації випарів.

Великою перевагою фізичної адсорбції є зворотність процесу. При зменшенні тиску адсорбату в потоці газу або при збільшенні температури поглинений газ легко десорбується без зміни хімічного складу. Зворотність цього процесу виключно важлива, якщо економічно вигідно рекуперувати адсорбований газ або адсорбент.

Адсорбційні установки, що вловлюють пари розчинників і розріджувачів, які після додаткової обробки знову повертаються у виробництво, називають рекуперацийними. Такі установки широко застосовуються в машинобудівній та приладобудівній промисловостях (у малярних цехах), в опоряджувальних цехах меблевих підприємств, на підприємствах з виробництва скловолокна, склотканин, а також для видалення

парів ефіру, ацетону, фурфуролу при виробництві нітроцелюлози. На рис. 4.9 наведена схема рекуперацийної установки.

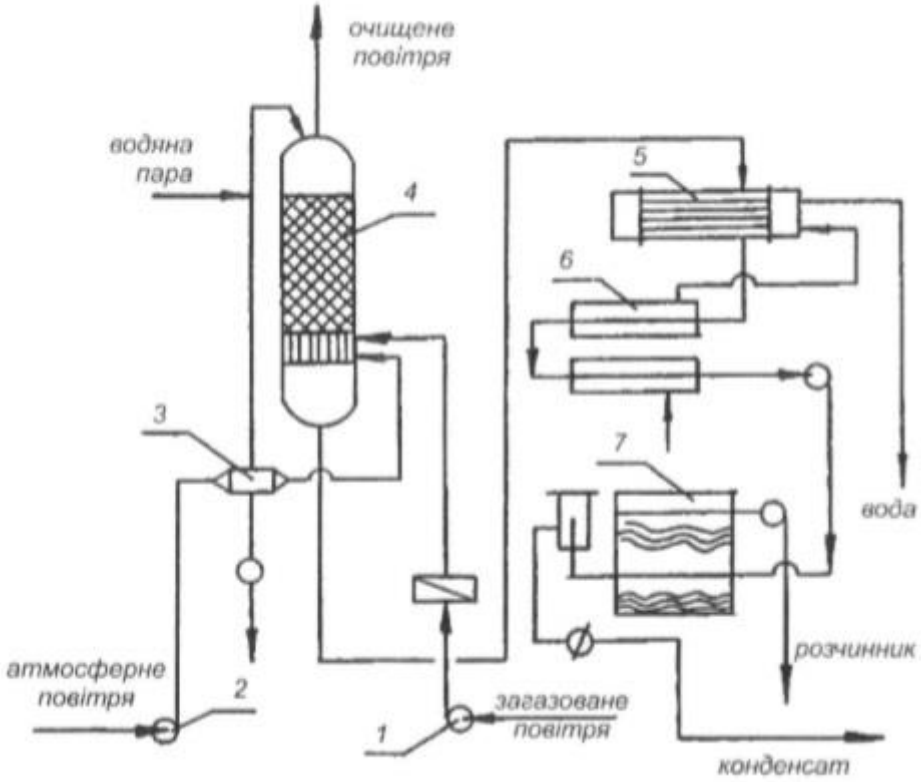


Рисунок 4.9 – Схема рекуперацийної установки:
1,2 – вентилятори; *3* – нагрівач; *4* – адсорбер; *5* – конденсатор;
6 – холодильник; 7 – сепаратор

Опишемо принцип роботи установки. Повітря, що містить пари розчинника, вентилятором *1* подається в адсорбер *4*. Пройшовши шихту адсорбера, очищене повітря викидається в атмосферу. Після спрацювання шихти потік повітря подають у паралельний адсорбер, а в попередньому адсорбері здійснюють десорбцію парів розчинника перегрітою водяною парою, що подається протитечією в напрямку подачі забрудненого повітря на стадії адсорбції. Суміш водяної пари та парів розчинника потрапляє в холодильну камеру *6*, де відбувається охолодження і конденсація водяної пари. Конденсат подається в конденсатор 5, а далі виводиться за межі установки. Пари розчинника подаються у сепаратор 7 для висушування, а потім у фракціонатор, де вони розподіляються на легкі та важкі вуглеводні. Отримані компоненти поступають у спеціальні камери, де за певних умов здійснюється перетворення газової суміші в рідку, після чого вже готовий розчинник подається у виробництво для повторного використання. Ступінь "витягування" розчинника в таких установках досягає 95 – 99%.

Метод хемосорбції ґрунтується на поглинанні газів і парів твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетких або малорозчинних хімічних сполук. Поглинаюча здатність хемосорбента майже не залежить від тиску, тому хемосорбція доцільніша при невеликій концентрації шкідливих речовин

у вихідних газах. Більшість реакцій, що протікають у процесі хемосорбції, є екзотермічними та зворотними, тому при підвищенні температури розчину хімічні сполуки розкладаються з виділенням вихідних елементів. На цьому принципі базується механізм десорбції хемосорбенту.

Прикладом хемосорбції може слугувати очищення газоповітряної суміші від сірководню із застосуванням миш'яково-лужного, еталоламінового та інших розчинів. При миш'яково-лужному методі вилучений із вихідного газу сірководень зв'язується оксисульфомиш'яковою сіллю, що знаходиться у водному розчині:

$$Na_4As_2S_50_2 + H_2S = Na_4As_2S_60 + H_2O, \quad (4.1)$$

Регенерацію розчину здійснюють окисленням кисню, що виділяється в очищуваному повітрі:

$$Na_4As_2S_60 + 1/2O_2 = Na_4As_2S_60_2 + S_2, \quad (4.2)$$

У цьому випадку побічним продуктом є сірка.

Метод термічної нейтралізації ґрунтується на здатності горючих токсичних компонентів (гази, пари та дуже ароматні речовини) окислювання до менш токсичних за наявності вільного кисню та високої температури газової суміші. Цей метод застосовується у випадках, коли об'єми викидів надто великі, а концентрації забруднювальних речовин перевищують 300 млн.

Методи термічної нейтралізації шкідливих домішок у багатьох випадках мають переваги перед методами адсорбції та абсорбції. Відсутність шламів, невеликі габарити очисних установок, простота їх обслуговування, а також можливість автоматизації їх роботи, висока ефективність знешкодження шкідливих речовин та інші позитивні якості стали причиною їх широкого застосування у машинобудівній промисловості.

Ділянка застосування методу термічної нейтралізації шкідливих домішок обмежується характером утворених при окисленні продуктів реакції. Так, при спалюванні газів з вмістом фосфору, галогену, сірки утворені продукти реакції за токсичністю в декілька разів перевищують вихідний газовий викид. Виходячи з цього, метод термічного знешкодження може застосовуватися лише для викидів, що не містять токсичних компонентів. До них належать речовини органічного походження, до яких не входять галогени, сірка та фосфор.

Розглядають три схеми термічної нейтралізації газових викидів в атмосферне повітря:

- пряме спалювання шкідливих речовин у полум'ї;
- термічне окислення;
- каталітичне спалювання.

Пряме спалювання у полум'ї та термічне окислення проводять при температурах 600 – 800°С, а каталітичне спалювання – при 250 – 450°С. Вибір схеми нейтралізації визначається хімічним складом забруднюваних речовин, їх концентрацією, початковою температурою газових викидів, об'ємною витратою та гранично допустимими нормами викиду цих речовин.

Пряме спалювання слід використовувати тільки в тих випадках, коли відвідні гази забезпечують підвід значної частини енергії, необхідної для здійснення процесу. Однією з проблем, що ускладнює пряме спалювання, є висока температура (1300°С), що може спричинити утворення шкідливих оксидів азоту.

Нині існує ряд конструктивних варіантів прямого спалювання шкідливих речовин у закритій камері. Основними вимогами до таких камер є високий ступінь турбулентності газоповітряного потоку та обмежений час перебування газу в камері – 0,2 – 0,7 с. Найбільш поширеною ділянкою застосування камерних доспалювачів з відкритим полум'ям є доспалювання газів для видалення органічних відходів від лакофарбових цехів машинобудівних і деревообробних підприємств, відвідних газів та оксидів азоту, що утворюються в процесі нітрування тощо.

На рис. 4.10 наведена схема установки очищення газових викидів лакофарбового виробництва.

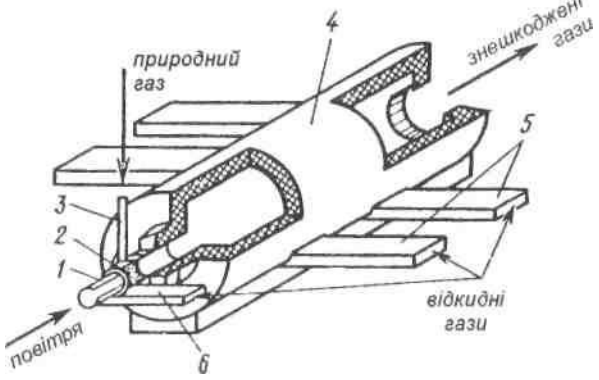


Рис. 4.10 – Схема установки для очищення газоподібних викидів лакофарбового виробництва

Установка – це циклонна топка з газовим пальником і камерою розведення газів після їх очищення. Опишемо принцип роботи установки. Повітря, забруднене токсичними газами органічних речовин (толуол, ксилол тощо), поступає у вихровий двозонний пальник *2* каналом *6* і далі у внутрішню порожнину печі *4* через тангенціальні канали 5. Природний газ подається у пальник через трубу 3. Час перебування газу в порожнині не менше 0,5 с і контакт з розжареними стінками камери забезпечує повноту їх згоряння. Атмосферне повітря подається через центральну трубу *1* пальника тільки при знешкодженні викидів з вмістом менше 15 % кисню. Запуск установки, виведення у робочий режим та його підтримка здійснюється за допомогою блоку автоматичного керування.

Термічне окислення застосовують тоді, коли температура викидних газів висока, але вони не містять достатньої кількості кисню, або коли недостатня концентрація горючих домішок для забезпечення підведення кількості тепла, необхідної для підтримування полум'я. Важливими факторами, що повинні враховуватися при проектуванні установок для термічного окислення, є час, температура та турбулентність.

Каталітичний метод використовують для перетворення токсичних компонентів промислових викидів у речовини, нешкідливі або малошкідливі для довкілля введенням у систему додаткових речовин – каталізаторів.

Каталітичні методи ґрунтуються на взаємодії вилучених речовин з одним із компонентів, наявних в очищуваному газі.

Каталітичне окислення має деякі переваги над термічним, зокрема, характеризується короткочасністю процесу, невеликими габаритами реактора, значно нижчою температурою для нагрівання газів (до 300°С) тощо. Основним критерієм вибору каталізаторів є їх активність і довговічність. Як каталізатори можуть застосовуватися метали або їх сполуки (оксиди міді, марганцю тощо).

Каталізаторна маса, як правило, виготовляється з кульок, кілець, пластин або дроту, сплетеного у вигляді спіралі із ніхрому, нікелю, оксиду алюмінію з нанесенням на їх поверхню (соті частки % до маси каталізатора) благородних металів. Каталітичний шар повинен створювати помірно незначний перепад тиску, забезпечити максимальну поверхню контакту з газовим потоком і максимальну довговічність каталізатора.

Температура початку окислення на каталізаторах для різних речовин є неоднаковою (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Значення оптимальних температур окислення деяких речовин

Речовини, що окислюються	Температура початку окислення, °С	Речовини, що окислюються	Температура початку окислення, °С
Ацетилен	207–234	Оксид вуглецю	316–343
Альдегіди	173–234	Пропан	293–332
Бензин	261–298	Розчинник	260–400
Бензол	277–300	Толуол	200–250
Ксилол	300–340	Фенол	216–427
Нітротолуол	265–297	Етанол	261–293

Дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних учених засвідчують, що для кожного каталізатора існує граничний температурний рівень. Для багатьох каталізаторів максимальна робоча температура становить 800 – 850°С.

В інженерній практиці нині відомі два конструктивні варіанти газоочисних каталітичних установок:

– ***каталітичні реактори,*** в яких здійснюється контакт газоповітряного потоку з твердим каталізатором, розташованим в окремому корпусі;

– ***термокаталітичні реактори*** (апарати), в яких у загальному корпусі розташовані контактний вузол і підігрівач.

На підприємствах машинобудівної, меблевої, текстильної та автомобільної промисловостей найбільш поширеними є термокаталітичні реактори, до складу яких входять реактор тепла, підігрівач і контактний вузол.

Біохімічний метод очищення повітря від газів ґрунтується на здатності мікроорганізмів руйнувати й перетворювати різні сполуки. Речовини розпадаються під дією ферментів, вироблених мікроорганізмами під впливом окремих сполук або групи речовин, наявних у газах, що очищаються.

Біохімічний метод газоочищення найбільше застосовується для очистки відвідних газів постійного складу. При частій зміні складу газу мікроорганізми не встигають адаптуватися до нових речовин і виробляють недостатню кількість ферментів для їх розкладання, внаслідок чого біологічна система матиме слабку руйнівну здатність відносно шкідливих компонентів газів. Високий ефект газоочищення досягається за умови, що швидкість біохімічного окислення вилучених речовин більша, ніж швидкість їх надходження із газової фази.

4.5 Паспортизація пилогазоочисного обладнання

Паспортизація пилогазоочисних установок та оформлення актів перевірки відповідності фактичних параметрів роботи установок очистки газу проектним (ефективність роботи ГОУ) виконується відповідно наказу Мінприроди № 52 від 06.02.2009р. "Про затвердження Правил технічної експлуатації установок очистки газу".

Правила технічної експлуатації установок очистки газу розроблені відповідно до Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища» та «Про охорону атмосферного повітря».

Установка очистки газу (далі - ГОУ) - комплекс споруд, призначений для відводу, транспортування та вловлювання з газопилового потоку , що відводиться від технологічного обладнання , наявних у ньому забруднюючих речовин. ГОУ складається з газоочисних апаратів, допоміжного обладнання , контролюючих приладів і комунікацій.

Вимоги цих Правил є обов'язковими для виконання суб'єктами господарювання (фізичними і юридичними особами), які розміщують, проектують, будують, реконструюють, технічно переозброюють, експлуатують ГОУ.

Ці Правила поширюються на установки очищення викидів пересувних джерел, джерел біологічного та радіоактивного забруднення, джерел викидів іонізуючих випромінювань і на технологічні ГОУ.

Відповідальними за додержання вимог цих Правил є суб'єкти господарювання, які зобов'язані:

1) Забезпечувати безперебійну ефективну роботу і безпечну експлуатацію ГОУ, підтримувати у справному стані споруди, устаткування та апаратуру для очищення викидів відповідно до вимог цих Правил.

2) Призначити осіб, відповідальних за:

- технічний стан, обслуговування і безпечну експлуатацію ГОУ;
- проведення поточних, планових і капітальних ремонтів;
- утримання у справному стані пристроїв відбору проб, систем контролю та засобів автоматики;

- належне розташування та обладнання місць відбору проб та вимірювання параметрів газопилового потоку згідно з вимогами чинного законодавства;

- здійснення інструментально-лабораторних вимірювань параметрів викидів забруднюючих речовин та ефективності роботи ГОУ;

- ведення журналу обліку робочого часу ГОУ.

3) На основі цих Правил, рекомендацій проектних організацій та відповідної документації, яка додається до ГОУ, що експлуатується суб'єктом господарювання, розробити і затвердити інструкцію з експлуатації ГОУ відповідно до умов їх роботи.

4) Проводити не менше одного разу на три роки технічне навчання і перевірку знань інженерно-технічного персоналу та не менше одного разу на рік обслуговуючого персоналу, залученого до експлуатації ГОУ. Результати перевірки знань оформлюються протоколом засідання комісії з перевірки знань з правил технічної експлуатації установок очистки газу.

5) Розробити паспорт на кожну ГОУ та провести його реєстрацію.

6) Здійснювати перевірку на відповідність фактичних параметрів роботи ГОУ проектним показникам (далі - ефективність роботи ГОУ) два рази на рік для забруднюючих речовин I-II класів небезпеки, що підлягають очищенню, один раз на рік - для забруднюючих речовин III-IV класів небезпеки, що підлягають очищенню.

7) Якщо клас небезпеки забруднюючих речовин не визначений, перевірка відповідності фактичних параметрів роботи ГОУ проектним показникам здійснюється з періодичністю, встановленою для забруднюючих речовин I-II класів небезпеки.

8) Результати перевірки ефективності роботи ГОУ оформлювати актом перевірки відповідності фактичних параметрів роботи установки очистки газу проектним (ефективність роботи ГОУ) на джерелі викиду. Оригінал акта додається до паспорта ГОУ. Перевірку ефективності роботи ГОУ здійснюють лабораторії, які атестовані на право проведення необхідних інструментально-лабораторних вимірювань.

5 СУЧАСНІ ПІДХОДИ, МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

5.1 Схеми використання води на промислових підприємствах

Від забезпеченості водою залежить життєдіяльність усіх живих організмів. Вода регулює клімат планети, забезпечує господарську та промислову діяльність людей.

Основними споживачами води є сільське й комунальне господарство та промисловість. У сільському господарстві воду використовують для поливу

рослин, напування й приготування корму для свійських тварин, у комунальному господарстві – для пиття та приготування їжі для людей, для задоволення їхніх санітарно-гігієнічних потреб, як теплоносій тощо. У промисловості воду використовують як сировину, реагент та розчинник для проведення різних технологічних процесів, а також для промивання сировини й продуктів тощо.

Усі галузі господарства за відношенням до водних ресурсів поділяють на користувачів і споживачів. ***Користувачі*** використовують воду як середовище або джерело енергії і не забирають її з джерел (водний транспорт, рибальство, туризм, спорт, гідроелектростанції тощо). ***Споживачі*** забирають воду з джерел і використовують її за призначенням (пиття, приготування їжі, вирощування сільськогосподарської продукції, здійснення технологічних процесів на виробництві, обігрівання приміщень тощо).

У багатьох випадках вода після використання частково або повністю повертається до джерел, але зі зміненою якістю. Найбільше (до 70%) прісної води споживає сільське господарство. Особливо велика кількість води витрачається в зрошувальному землеробстві. Нині у світі зрошується близько 15% площ усіх сільськогосподарських угідь (в 1970 р. – 235 млн га). За деякими прогнозами, зрошуванні площі найближчим часом зростуть до 420 млн га. Питоме споживання залежить від виду сільськогосподарських культур, фізико-географічних умов району, технічного стану зрошувальних систем і способу поливу. Як приклад наведемо норми зрошення деяких культур, $м^3$/га: зернові – 1500-3500, цукрові буряки – 2500-6000, багаторічні трави – 2000-8000, рис – 8000-15000.

Обсяг споживаної води в промисловості оцінюють ***водоємністю виробництва***. Водоємність різних видів продукції коливається в дуже широких межах. Кількість води, необхідної для виробництва однієї тони готової продукції, $м^3$/т: сталі, чавуну – 15-20, сульфатної кислоти – 25-80, синтетичного волокна – 500, міді – 500, пластмас – 500-1000, синтетичного каучуку – 2000-3000. Для роботи ТЕС потужністю 300 тис. кВт потрібно близько 300 $км^3$ води на рік. Середній хімічний комбінат щодоби витрачає 1 - 2 млн $м^3$ води.

Особливості використання води у промисловості

Промислові підприємства є практично в кожному населеному пункті. Це можуть бути невеличкі заводи місцевої промисловості (цегельні, залізобетонних конструкцій тощо), переробки сільськогосподарської продукції або заводи-велетні (металургійні, хімічної промисловості тощо). Вони можуть працювати в одну, у дві чи три зміни. Воду найчастіше витрачають протягом робочої зміни. Деякі з підприємств не працюють в окремі період року. Потреби підприємств у воді складаються з технологічних і господарсько-питних. Режим споживання води на технологічні потреби залежить від устаткування, технології виробництва та інших факторів і встановлюється технологами.

Промислові підприємства витрачають велику кількість води, а деякі підприємства вимагають навіть безперервної подачі води. Із збільшенням потужності підприємств, використанням складних технологічних процесів потреби у воді збільшуються. Витрати води, які споживає промисловість, у десятки разів перевищують кількість води, що споживає населення. Наприклад, кількість води, що використовується тільки на охолодження металургійними підприємствами, складає більше 5 млрд. $м^3$ на рік, що у два рази перевищує водоспоживання населення.

На підприємствах в залежності від прийнятих технологій, виготовленої продукції, потужності, займаних площ може існувати декілька систем водопостачання. В цілому системи водопостачання промислових підприємств можна поділити на такі:

- Господарсько-питні
- Протипожежні
- Виробничі.

Господарсько-питна система подає воду для питних та інших потреб робітників і службовців протягом зміни, а також для прийняття душів протягом 45 хв. після закінчення зміни. Залежно від виду виробництва (холодні або гарячі цехи) в розрахунках встановлюють графік витрачання води протягом зміни. Воду забирають питними фонтанчиками, раковинами, мийками, різними санітарними приладами. Для розрахунків вважають, що воду споживають усі працюючі, а душами користується якась частина їх. Кількість працюючих, які приймають душ, встановлюють залежно від типу виробництва. Якість води повинна відповідати вимогам «Вода питна».

Протипожежна система має подавати воду тільки під час пожежі із зовнішньої та внутрішньої мереж. Витрати води на пожежогасіння можуть бути великими, але це спостерігається дуже рідко. Використовувати можна воду як питної, так і іншої якості.

Виробнича система забезпечує водою тільки виробничі процеси. При цьому в залежності від типу виробництва на підприємстві можуть бути споживачі з різними вимогами до якості води. Як приклад, розглянемо водопостачання сучасного заводу синтетичного каучуку. На заводі існує 10 мереж води різної якості:

1) потрібна вода річкова технічна (неочищена);
2) технічна очищена до вмісту завислих речовин 20 $мг/дм^3$;
3) технічна профільтрована до вмісту завислих речовин 5 $мг/дм^3$;
4) охолоджуюча оборотна технічна вода;
5) прояснена і охолоджена до 7ºС, яка відводиться з температурою 12ºС;
6) вода частково зм’якшена натрій-катіонуванням з жорсткістю до 0,7 мг-екв/$дм^3$, яку використовують на відмивку каучуку;

7) зм’якшена натрій-катіонуванням до 0,05 мг-екв/дм^3, яку використовують для приготування каталізатора та живлення котлів-утилізаторів тепла;

8) знесолена до 20-30 мг/дм^3;

9) вода господарсько-питна;

10) протипожежна.

Для підприємств, які є великими споживачами неочищеної води, звичайно будують самостійний виробничий водопровід. Великі підприємства, які розташовані за межами населеного пункту, мають роздільні системи господарсько-питного та виробничого водопроводів. Протипожежний водопровід здебільшого об’єднують з господарсько-питним. Невеличкі підприємства здебільшого підключають до водопроводу населеного пункту. У разі потреби в якісній воді (кращій ніж питна) для якогось цеху або приладу можна робити локальні установки поліпшення якості води.

Типи водоспоживання у виробництві Вода у промисловості витрачається на самі різноманітні цілі. У цілому водоспоживання у виробництві можна класифікувати так: охолодження, промивання, пароутворення, гідротранспорт, у складі продукції. В залежності від ролі, що виконує вода у системах виробничого водопостачання, її можна поділити на чотири категорії:

Вода I категорії використовується для охолодження обладнання і продукту в теплообмінних апаратах (без контакту з продуктом). Вода тільки нагрівається і практично не забруднюється.

Вода II категорії використовується як середа, що поглинає та транспортує домішки, без нагрівання (збагачення корисних копалин, гідротранспортування). Вода забруднюється механічним та розчинними домішками, але не нагрівається.

Вода III категорії використовується також як середа, що поглинає та транспортує механічні та розчинні домішки, з нагріванням (уловлювання та очищення газів, гасіння коксу та інше).

Вода IV категорії використовується в якості розчинника реагентів, наприклад при флотаційному збагаченні копалин тощо.

Воду на охолодження використовують для конденсації пари, охолодження печей, машин, агрегатів. Звичайно, питома вага цих втрат значно перевищує інші витрати води і безперервно зростає. Так, в чорній і кольоровій металургії, в нафтопереробній промисловості на водяне охолодження використовується 95% води і тільки 5% на підсобні потреби, в хімічній та коксохімічній відповідно 90% і 10%.

Промивання водою сировини або продукції здійснюється, наприклад, на таких підприємствах, як шкіряні, консервні, овочесушильні, цукрові тощо. Водою змивають різне сміття, жир, мул. Вода використовується для промивки, замочування, та зволоження у целюлозно-паперовій, текстильній та вовно переробній промисловості.

Пару, яку одержують на різноманітному за потужністю та конструкцією паросиловому обладнанні, використовують практично на всіх підприємствах для обігріву приміщень, підігріву різних матеріалів, прогріву продукції – скажемо залізобетонних плит на заводі будівельної індустрії тощо.

Гідротранспорт передбачає транспортування потоком води лотками або жолобами шлаку, золи, сировини тощо. Його можна використовувати, наприклад, на теплосилових станціях для транспортування шлаку і золи, в доменному виробництві для транспортування шлаку, на збагачувальних фабриках для транспортування різних відходів, на цукрових заводах для транспортування цукрових буряків тощо.

Вода у складі продукції – прикладом можуть бути харчова промисловість, будівельна індустрія. Це стосується виготовлення консервів і продукції на овочесушильних виробництвах, молочних заводах, виготовлення цегли на цегляних заводах тощо.

Наприклад, на теплових електростанціях 85% загальної витрати води використовується на охолодження, 12% – на транспортування золи (на станціях, де вугілля використовують як пальне), 3% – на приготування пари. В цілому, по всім видам промисловості 70-75% води витрачається на охолодження механізмів та апаратів різних технологічних процесів.

Основні 4 випадки використання води у промисловості

1. *Вода не підлягає термічному впливу*.

В таких процесах, як гідротранспорт, мийка деталей або обладнання, сольовий склад води практично не змінюється, і тому не чинить шкідливого діяння на об’єкт, з яким контактує. В процесі використання така вода придбає тільки механічні забруднення. Для повторного використання цієї води достатньо її освітлення за допомогою відстоювання. Чим більший розмір отворів розподільчих та розбризкувальних пристроїв, тим менші вимоги до степені освітлення води, що використовується в оборотній системі.

2. *Вода підлягає термічному впливу*.

В оборотних системах охолодження теплообмінної апаратури вода багаторазово нагрівається та охолоджується у інтервалі 20-40°С. При цьому у зв’язку з випаровуванням частини води на градирні зростає кількість солей, у тому числі погано розчинних солей карбонатної жорсткості, які здібні утворювати накипі.

Для запобігання цьому технічну воду підкислюють сірчаною кислотою, в результаті чого солі карбонатної жорсткості перетворюються у краще розчинні сульфати, тобто карбонатна жорсткість переходить у некарбонатну.

3. *Вода нагрівається до 140°С*.

Це діється при підготовці гарячої води для систем гарячого водопостачання міста. Повне знесолення води у цьому випадку не потрібно, тому достатньо забезпечити запобігання корозії в опалювальних приладах міста та утворення накипі. З цією метою з води спочатку видаляються корозійно-активні гази (O_2, CO_2), а потім на натрій-катіонітних фільтрах

катіони кальцію та магнію, що утворюють накипі, замінюються на катіони натрію, солі якого добре розчинні.

4. *Вода повністю випаровується*.

При отриманні технологічної пари вода повністю переходить з рідкого стану у пароутворення. Тому солі, що містяться у воді можуть кристалізуватись на теплообмінній поверхні труб парових котлів. Підготовка води для отримання пари полягає у повному видаленні усіх розчинних у воді компонентів на спорудах хімводоочищення. Технологічний ланцюжок цього очищення включає послідовне видалення усіх компонентів в залежності від простоти вилучення цих компонентів. Спочатку з води видаляються корозійно-активні гази. У зв'язку з поганою розчинністю газу у гарячій воді для цього воду достатньо нагріти. Після цього з води собційним засобом вилучаються органічні речовини (нафтопродукти, гумінові солі). Розчинні неорганічні солі, що залишились у воді вилучають послідовно на катіонообмінних і аніонообмінних фільтрах. На катіонообмінних фільтрах усі металеві катіони заміняються на катіони водоводу. Для вилучення аніонів використовують виключно аніоніти, в яких усі аніони (кислотні залишки) заміняються на гідроксид-аніони. Таким чином вода повністю знесолюється.

Утворення промислових стічних вод. Призначення систем водовідведення промислових підприємств

Безперервне зростання промисловості обумовлює збільшення об'ємів споживання води на різні виробничі операції, процеси (для допоміжних цілей або для запровадження до складу продукції). Після використання у виробничих цілях вода, забруднюється або нагрівається, змінює свої первинні властивості, і стає непридатною для подальшого використання, тобто вона перетворюється у ***виробничі стічні води*** (промислові стоки).

Для своєчасного та організованого відведення промислових стоків, очищення та знешкоджування їх до необхідної степені з метою послідуючого використання або випуску у водойми (міську каналізацію), а також для обробки та утилізації осадків на промислових підприємствах влаштовуються системи водовідведення.

Системи водовідведення промислових підприємств складаються з водоприймальних ємностей, мереж водовідведення, насосів або спеціальних насосних станцій, очисних споруд, випусків.

Системи промислового водовідведення забезпечують нормальне та високоефективне функціонування промпідприємства; здійснюють очищення стічних вод до необхідного стану з метою їх послідуючого використання, що в решті решт охороняє водойми від забруднень і сприяє раціональному використанню води.

Обробка і утилізація осадів та інших забруднень, що видаляються при очищенні стічних вод, створюють умови для безвідходних виробництв або окремих технологій, служать охороні природи і раціональному використанню сировини, підвищують економіку та культуру виробництва.

На промислових підприємствах (заводах, фабриках, рудниках і т.п.) утворюються три категорії стічних вод:

1. Побутові, що утворюються у побутових приміщеннях (від санітарних вузлів, душових кабін) промпідприємств;
2. Атмосферні, що утворюються в результаті випадіння опадів та розтавання снігу;
3. Виробничі (промислові), що утворюються при використанні води у різних технологічних процесах виробництва або при добуванні корисних копалин (вугілля, нафти, руди).

Промислові стоки відрізняються виключно великою різноманітністю в залежності від умов утворення, кількості і особливо видів окремих забруднень, їх сполучень та концентрацій.

Промислові стічні води утворюються при гідродобуванні корисних копалин, їх збагаченні; гідротранспортуванні; промивці газів, що відходять; мокрого пиловловлювання в шахтах та рудниках, мийці посуду, робочих ємностей, приміщень, агрегатів; промивні води установок гальванічного покриття: лужні, кислі, забруднені важкими металами; нагріті промислові стоки після використання води для охолодження.

Норми водоспоживання та кількість промислових стічних вод

Витрата води на промислові потреби промпідприємств залежить від характеру та обсягу виробництва та застосованих технологічних процесів.

Нормою водоспоживання вважається доцільна кількість води, що необхідна для виробничного процесу і встановлена на основі передового опиту або науково обґрунтованого розрахунку. ***Нормою водовідведення*** є встановлена середня кількість стічних вод, що відводяться від виробництва у водойми при доцільній нормі водоспоживання.

При усьому цьому розрізняють повні витрати води, необхідної на потреби виробництва та витрати «свіжої» води, яка береться з водного об’єкту чи мережі міського водопроводу для поповнення втрат в оборотних циклах.

Кількість атмосферних вод, що утворюються в результаті випадіння опадів (поверхнево-зливовий стік з територій промпідприємств) залежить від клімату району розташування і розмірів промислової площадки, водонепроникності окремих видів покриттів. Кількість атмосферних вод залежить від інтенсивності і тривалості розрахункового дощу.

Вимоги до якості води, що застосовується у промисловості

Вимоги до якості води встановлюються в залежності від вимог технологічного процесу та схеми виробництва. Основною вимогою є те, щоб вода, яка використовується, не порушувала санітарно-гігієнічного стану робочих місць і технологічного процесу виробництва. У зв’язку з цим, вода:

1 повинна бути нешкідлива для обслуговуючого персоналу;
2 не повинна погіршувати якість продукції;
3 не повинна викликати корозії;
4 не повинна давати карбонатних та інших сольових відкладів і не викликати біологічного заростання;

5 не повинна погіршувати техніко-економічні показники виробничого процесу.

Більша частина води, яка подається на потреби промислових підприємств використовується в охолоджуючих системах прямоточного або оборотного водопостачання.

Вимоги до якості води визначаються з умов її використання в конкретних технологічних схемах з урахуванням специфіки виробництва. Усі вимоги зводяться до забезпечення високоефективної роботи теплообмінного обладнання. При цьому на поверхні охолоджуючих елементів не повинно виникати корозійних процесів та утворення сольових механічних або біологічних відкладів. Інакше будуть порушені умови теплопередачі, збільшаться енергетичні витрати, погіршаться експлуатаційні характеристики системи та буде відбуватися руйнування конструкційних матеріалів.

Природні води, які використовуються в системах технічного водопостачання і в яких не відбувається сольових відкладів, тобто не випадають солі карбонатної жорсткості при температурі 40-60°С, прийнято називати ***термостабільними***. Карбонатна жорсткість цих вод не перевищує 4 мг-екв/дм^3 для прямоточного водопостачання, та 2-3 мг-евк/дм^3 – для оборотного.

Обмежено термостабільними називають води, якщо утворення карбонатних відкладів відбувається при накопиченні солей кальцію.

Не термостабільні води –це коли при нагріванні води відразу утворюються відкладення.

В практиці водопідготовки ***стабільною*** прийнято називати воду, яка при визначеній температурі не здібна виділяти нерозчинні сполуки карбонату кальцію та не є агресивною, тобто не руйнує конструкційні матеріали.

Вибір схем водопостачання та водовідведення промислових підприємств.

Вимоги промислових споживачів до великих витрат води, якості та високої надійності зумовлюють особливий підхід до вибору схем водопостачання та водовідведення.

На промисловому підприємстві можуть бути декілька схем водопостачання, які обслуговують споживачів з різними вимогами до якості води. Вибір цих схем звісно не однозначний і часто потребує проведення техніко-економічного порівняння варіантів.

Найчастіше у системах промислового водопостачання використовують оборотне і послідовне використання води, рідко – прямоточне.

Розроблюючи схеми водопостачання, споживачів групують за вимогами до якості вихідної та відпрацьованої води, необхідним напорам і з урахуванням розташування цехів. При цьому розглядають варіанти використання місцевих установок по покращенню якості води або зміні напору (підкачка).

Системи водопостачання можуть бути пов’язані одна з одною. Наприклад, свіжа вода з річки подається в цикл оборотного водопостачання,

який потребує воду найкращої якості, вода після продувки цього циклу може використовуватись для підживлення циклів з більш низькими вимогами до якості.

Для більшості промислових підприємств вимоги до якості води значно менш жорсткі, ніж до складу вод, які підлягають скиду у водні об'єкти або міську систему водовідведення. Тому виробничі стічні води значно вигідніше повторно використовувати у системах оборотного та послідовного водопостачання, ніж піддавати їх очищенню, що задовольняє вимогам скиду.

Системи водопостачання промислових підприємств класифікуються за способами використання води: ***прямотечійні, оборотні та з послідовним використанням.***

Прямотечійні системи (рис. 5.1, ***а***) є найпростішими. Вода за допомогою насосної станції забирається з водного об'єкта і подається до об'єктів виробництва. Після цього каналізаційними шляхами вона надходить на очисні споруди. Після очищення відпрацьовані води можуть скидатися назад у водотік або водойму на певній відстані від водозабору. Такі системи водопостачання зазвичай бувають у достатньо забезпечених водою районах.

Ця схема поширена донині. Вона досить проста і дешева, але не надійна в гідроекологічному відношенні, оскільки скидна вода забруднює водойми.

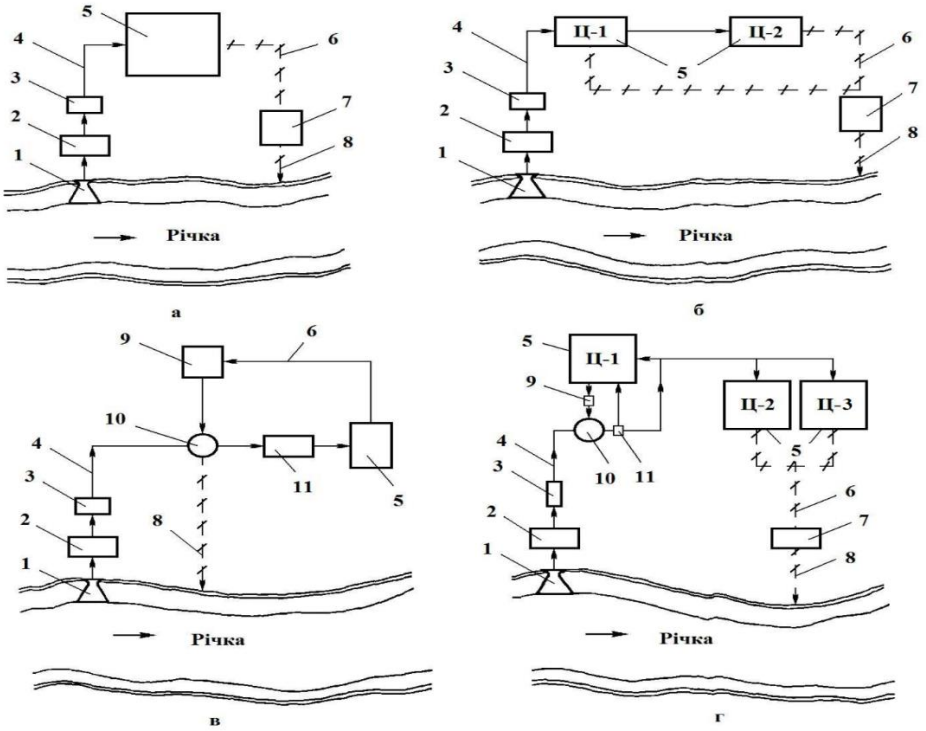


Рис. 5.1 – Схеми промислового водопостачання:
а – прямотечійна; ***б*** – прямотечійна з послідовним використанням; ***в*** – оборотна; ***г*** – комбінована; 1 – водозабір з насосною станцією першого підйому (НС-1); 2 – водоочисні споруди; 3 – насосна станція другого підйому (НС-2); 4 – подавання річкової води; 5 – промислові об'єкти; 6 – скид відпрацьованої води; 7 – станція очищення стічних вод; 8 – скид води в річку; 9 – водоохолоджувальне устаткування; 10 – збірна камера; 11 – насосна станція зворотної води.

Системи водопостачання з ***послідовним використанням*** (рис. 5.1, ***б***) води, передбачають повторне її використання на цьому самому підприємстві. Після завершення технологічного процесу в одному цеху відпрацьована вода надходить до іншого, де також забезпечує випуск промислової продукції. При цьому якість води після забруднення першим виробничим процесом має задовольняти потребам другого виробничого процесу. Інколи вода використовується багаторазово, після чого у забрудненому стані надходить на очисні споруди. Ця схема більш прогресивна, ніж перша, оскільки дозволяє зекономити приблизно у два рази кількість свіжої води, яка забирається підприємствами з водних об'єктів. Однак і ця система не скорочує кількість забруднювальних речовин, що скидаються у водні об'єкти.

Системи ***оборотного водопостачання*** (рис. 5.1, ***в***) впроваджуються за необхідності забезпечити потреби великих промислових підприємств з великою водомісткістю, особливо в умовах обмежених водних ресурсів і можливостях їх забруднення. За таких систем відпрацьовані води у водотоки і водойми не скидаються, а використовуються знову для потреб виробництва. Відпрацьована вода за необхідності пропускається крізь охолоджувальні споруди та пристрої і знову спрямовується у виробничий цикл. Інколи частина відпрацьованих вод може бути забрудненою, тому для повторного використання їх необхідно спочатку очистити. В зв'язку з тим, що деяка кількість води витрачається необоротно, її запаси необхідно періодично поповнювати з водного об'єкта. Величина необоротних втрат становить близько 2-5%. Для того щоб забезпечити певний сольовий склад, із системи постійно скидається частина води ($W_{\text{скид}}$) та додається певна кількість свіжої (підживлюється), тобто здійснюється продувка системи.

Комбіновану систему водопостачання, коли на одному підприємстві частина оборотної води використовується у виробництві Ц-1, а більша частина – у виробництвах Ц-2 і Ц-3, зображено на рис. 5.1, ***г***. Відпрацьовані води з останніх виробництв надходять на станцію очищення стічних вод, після чого скидаються у річку.

У південних регіонах України велике практичне значення мають групові та районні водопроводи, коли одна система водопостачання обслуговує кілька об'єктів різного призначення (міста, промислові підприємства, об'єкти сільського господарства тощо). Така система має значні економічні переваги тому, що експлуатаційні витрати об'єднаного водопроводу нижчі, ніж аналогічні витрати на локальні системи для кожного об'єкта.

5.2 Удосконалення технологічних і виробничих процесів галузі у напряму скорочення надходження забруднень у водні об'єкти

За законом розвитку довкілля, будь-яка природна система розвивається лише за рахунок використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього середовища. Із цього закону випливає наслідок: абсолютно безвідходне виробництво неможливе. Тому поняття «безвідходна

технологія» є умовним і наповнюється змістом залежно від розвитку техніки на певному історичному етапі. У 1976 р. в Дрездені на Міжнародному симпозіумі з маловідходних та безвідходних технологій було виділено чотири основні напрями, за якими розвиваються безвідходні технології, один з яких – розроблення різних видів безстічних технологічних схем і водооборотних циклів.

Класифікація систем оборотного водопостачання

Системи оборотного водопостачання є кроком уперед з питання захисту водойм від забруднення, оскільки дозволяють значно скоротити забір свіжої води та скоротити кількість стічних вод, що скидаються у водойми. Однак ***повністю замкнені системи*** оборотного водопостачання, в яких використовуються очищені й охолоджені води, не отримали ще великого поширення (наприклад, на заводах чорної металургії), оскільки робиться скид води у вигляді продувки для того, щоб підтримати сольовий зміст оборотної води на певному рівні. Однією з основних причин, які перешкоджають повному використанню забруднений або нагрітих стічних вод у обороті є утворення щільних сольових відкладів по тракту руху води – в одних випадках та корозійні процеси – в інших. Дуже часто ці обидва процеси протікають одночасно і нерозривно пов’язані. Таким чином, при переході на замкнений режим роботи виникає необхідність вивчення водно-сольового балансу систем оборотного водопостачання. Системи оборотного водопостачання поділяються на відкриті та закриті.

Відкриті системи – це такі системи, в яких охолодження води здійснюється на градирнях, бризкальних басейнах, ставках-охолоджувачах, з використанням обладнання та споруд відкритого типу при безпосередньому контакті охолоджуючої вод та повітря.

Закриті системи – це такі системи, в яких охолоджуюча вода не вступає у безпосередній контакт з повітрям і охолоджується у закритих теплообмінниках, тобто через стінку.

У відкритій системі втрати води складаються з втрат на випаровування та на крапельний винос з вітром. Поповнення втрат води здійснюється за рахунок підживлення. Втрати води називаються безповоротними.

У закритих системах втрати води зведені до мінімуму та визначаються тільки витіканням з нещільних з’єднань трубопроводів і арматури. У теперішній час закриті систем застосовуються в основному в охолоджуючих системах водопостачання, де вода тільки нагрівається і не забруднюється механічними домішками. На підприємствах часто кількість охолоджуючих систем значно перевищує інші, в яких вода забруднюється. В охолоджуючих системах використовується до 70-80% води від загальної витрати, що споживається підприємством. Це так звані умовно-чисті цикли. Для забруднених систем закриті теплообмінники поки що не застосовуються.

Основні питання, що характеризують роботу систем оборотного водопостачання, - це:

- водний і сольовий баланси;

- оцінка небезпечності та інтенсивності утворення щільних сольових відкладів у обладнанні та трубопроводах;
- оцінка небезпечності корозійного зносу;
- методи стабілізаційної обробки води.

Водно-хімічний режим оборотних систем водопостачання

Режим роботи оборотних систем різко відрізняється від прямоточних систем. Вода багаторазово підігрівається, охолоджується, випаровується, розбризкується та виноситься потоком повітря. Крім того, вода змінює свій хімічний склад внаслідок випаровування та підживлення свіжою водою.

Дуже важливими показниками водно-хімічного режиму систем оборотного водопостачання є водний та сольовий (матеріальний) баланси.

Водяний режим в оборотних системах характеризується зміною якісних показників води та впливом її на споруди. Так, в результаті випаровування в охолоджувачах частини води підвищується концентрація мінеральних солей, розчинних у циркуляційній воді систем оборотного водопостачання. При певних концентраціях солі тимчасової жорсткості (головним чином карбонат кальцію $CaCO_3$) можуть випадати з неї у теплообмінниках, що різко знижує коефіцієнт теплопередачі та погіршує експлуатаційні показники.

Для запобіганню випадінню солей жорсткості здійснюється постійна ***продувка*** систем оборотного водопостачання, тобто видалення з неї частин циркуляційної води.

Втрати води на продувку, винос та випаровування повинні бути компенсовані додаванням у систему свіжої додаткової води.

Стабілізація сольового складу буде спостерігатися при умові, якщо кількість солей, що виводяться з системи за рахунок продувки та в результаті бризкоуносу води з охолоджувача буде дорівнювати кількості солей, що надходить з додатковою водою.

Солі, що надходять у систему водопостачання слід розподіляти на дві основні групи:

1. Солі, що добре розчиняються у воді (не випадають у осад ні при яких умовах роботи системи, це хлориди калію, натрію, кальцію та магнію).
2. Солі, які внаслідок недостатньої розчинності при порушенні вуглекислотної рівноваги випадають у осад.

В практиці водопідготовки ***стабільною*** прийнято називати воду, яка при визначеній температурі не здібна виділяти нерозчинні сполуки карбонату кальцію та не є агресивною, тобто не руйнує конструкційні матеріали. В якості основної умови такої стабільності є співвідношення між розчиненою у воді вільною вуглекислотою і іонами кальцію.

Втрати води в оборотних циклах водопостачання

Як правило, із системи оборотного водопостачання частина води скидається у водні об’єкти, це обумовлено тим, що системи мають продувку, величина якої коливається в межах від 5 до 15% від витрати циркулюючої у системі води.

Продувка – це освіження циркулюючої води за рахунок скиду частини

води, що призводить до зниження рівня забруднень циркулюючої у системі води.

Разом із продувкою у водойми потрапляють у повному об'ємі всі ті забруднення, які потрапили у стічні води на тому чи іншому об'єкті. Тобто система оборотного водопостачання, яка працює із продувкою, не дозволяє знизити кількість розчинних у воді забруднень, що потрапляють у водойми.

Крапельний винос води на обладнанні для охолоджування води (на градирнях) за своїм хімічним складом являє собою циркулюючу у системі воду. Втрати води на винос крапельної вологи беруться для баштових градирень 0,5-1%, для вентиляторних 0,2-0,5% від витрати циркулюючої у системі води.

5.3 Сучасні методи й технології очищення стічних вод

Основними джерелами забруднення вод є атмосферні опади, стоки з сільськогосподарських полів, ферм та інших об'єктів, міські й промислові стічні води, водний транспорт та зливові води. Останні змивають з ґрунтів значні кількості бруду і переносять їх у річки та інші поверхневі водойми. До них добавляються промислові стічні води, в яких містяться шкідливі хімічні речовини. ***Стічні води*** – води, які відходять після використання в побутовій, промисловій та сільськогосподарській діяльності людини або які пройшли через будь-яку забруднену територію чи об'єкт.

Залежно від характеристики стічні води поділяють на умовно чисті (оборотні) і брудні. ***Умовно чистими*** (оборотними) стічними водами вважають води після охолодження технологічного обладнання, компресорів та іншого устаткування. Після використання в технологічних процесах їх охолоджують у градирнях і заводських ставках, у деяких випадках звільняють від зависей і знову повертають на охолодження. ***Брудні*** стічні води різняться за складом забрудників, який визначається технологією виробництва.

Усі види забруднень можна розподілити на хімічні, фізичні, біологічні й теплові. У різних технологічних процесах у промисловості використовують воду, внаслідок чого утворюються такі відпрацьовані стічні води:

- ***реакційні*** води, що виділяються в ході реакцій. Вони забруднені домішками сировини і продуктів реакції;
- ***промивні*** води після промивання сировини, продуктів, обладнання, тари, маточні водні розчини;
- ***води, що надходять із сировиною*** у вигляді вільної та зв'язаної води;
- ***водні екстрагенти і абсорбенти***;
- ***охолоджувальні води***, що не стикаються з сировиною і продуктами;
- ***побутові*** води з їдалень, душових, після миття приміщень,

пралень, туалетів та ін.;

- ***атмосферні опади***, що стікають з території промислових підприємств та інших господарських об'єктів.

Залежно від виду виробництва ці води містять різні шкідливі сполуки неорганічної (луги, кислоти, мінеральні солі) та органічної (органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, мийні засоби, пестициди, нафтопродукти тощо) природи. Більшість з них отруйні для біоти водойм. Ці сполуки поглинаються фітопланктоном і передаються ланцюгами живлення більш високоорганізованим організмам. У результаті вміст шкідливих речовин у м'ясі хижої риби (щука, судак, окунь) може в тисячі разів перевищувати їх вміст у воді. Це дуже небезпечно для людей, птахів і тварин, що споживають цю рибу.

Особливо сильно забруднюють природні поверхневі води промислові стічні води хімічних, нафтопереробних, металургійних, шкіряних заводів, текстильних і целюлозно-паперових фабрик, м'ясокомбінатів та інших підприємств. Підприємства целюлозно-паперової промисловості скидають у водойми значні кількості целюлозного волокна та розчинених органічних сполук (вуглеводів, смол, жирів). Забруднені стічні води утворюються під час обробки целюлозної й паперової маси, під час промивання й загущення целюлози, конденсації здувок, розганяння скипидару-сирцю, видалення шлаків, «мокрого» обкорування деревини.

Значну кількість органічних сполук, не властивих природі (ксенобіотиків), містять стоки хімічних підприємств органічного синтезу, виробництва пластмас і мийних засобів. Багато з цих речовин дуже стійкі, біологічно активні і важко видаляються зі стоків, наприклад мийні засоби – детергенти.

У сільському господарстві для підвищення врожаїв і продуктивності земель застосовують пестициди, які змиваються з полів у річки, озера та інші водойми. Тваринництво є постачальником значної кількості мертвої органіки – гною, підстилки, сечовини, які потрапляють у водойми. Наявність сполук нітрогену в поверхневих водах спричинена органічними речовинами тваринного або рослинного походження. При цьому вміст аміаку може коливатися від 0,05 до 1,0 мг/дм^3 і більше, нітритів – від 0,01 до 0,09 і вище, нітратів – до 5-10 мг/дм^3. У відкритих водоймах міститься також багато різних органічних речовин – феноли, вуглеводні, гумінові сполуки тощо. їх кількість нерідко сягає 70% маси сухого залишку. Окиснюваність коливається в межах 2-30 мгO_2/дм^3, зменшуючись узимку і збільшуючись улітку. Найбільшу окиснюваність мають води з вмістом гумінових речовин, що спричинює підвищену кольоровість (50-100 градусів і більше).

Біологічне забруднення води відбувається за рахунок надходження зі стічними водами різних мікроорганізмів, рослин і тварин (найпростіші, гриби, черви, бактерії, віруси та ін.). Багато з них є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Найбільшими біологічними забрудниками є комунально-побутові стічні води. Промисловими біологічними забрудниками є

підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати й цукрові заводи. Бактеріальне обсіменіння річок, що протікають повз густонаселені райони, є дуже значним.

Фізичне забруднення води пов'язане зі зміною її фізичних властивостей: прозорості, вмісту зависей та інших нерозчинних домішок, температури й радіоактивності. Нерозчинні речовини (пісок, намул, глинисті часточки та ін.) потрапляють у воду з поверхневим змивом, особливо в разі розорювання водозахисних смуг уздовж річок і наближення орних ділянок до урізу води. Багато зависей потрапляє у водойми із суспензіями з підприємств гірничорудної промисловості (драги, промивні установки та ін.). Пил заноситься з поверхні ґрунту сильними вітрами, особливо в суху погоду. Тверді завислі часточки зменшують прозорість води, пригнічуючи таким чином процеси фотосинтезу водяних рослин, забивають зябра риб тощо. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні домішки, що потрапляють у водойми з викидами АЕС, особливо під час аварій, з часточками попелу ТЕС.

Теплове забруднення спричинює спускання у водойми теплих вод з різних енергетичних установок. Надходження нагрітих вод у річки й озера істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Найбільшими тепловими забрудниками є ТЕС і АЕС. Підвищення температури води у водоймах призводить до таких негативних наслідків: до 26°С шкідливого впливу не спостерігається; в інтервалі 26-30°С відбувається пригнічення життєдіяльності риб; понад 30°С спостерігається шкідлива дія на біоценози, а за 34-36°С гине риба та деякі види інших організмів. У теплих водах порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риби уражуються паразитами і хворобами.

Якщо показники складу і властивостей води у водоймі змінилися в результаті виробничої діяльності та побутового використання і стали непридатними для одного з видів водокористування, таку водойму вважають забрудненою. Якщо різні домішки перебувають у межах, допустимих нормативами, водойму вважають не забрудненою.

Склад і властивості води у водоймах мають відповідати нормативам у створі, закладеному на водотоках, на відстані одного кілометра вище від найближчого за течією пункту водокористувача (господарсько-питне водопостачання, місця купання, організованого відпочинку, територія населеного пункту тощо), а на непроточних водоймах – на відстані одного кілометра по обидва боки від пункту водокористувача. У багатьох випадках стічні води скидають у межах міської забудови. Отже, першим пунктом водокористування в даному випадку є населений пункт. Тому стічні води слід очищати або розбавляти перед скиданням у водойму чи розсіювати відразу після випускання до встановлених нормативів ГДК.

Для води культурно-побутового та господарсько-питного призначення в основу нормування покладені переважно санітарно-токсикологічні, загальносанітарні та органолептичні обмеження, а для води

рибогосподарського призначення – рибогосподарські, токсикологічні і почасти органолептичні ліміти. Всього для води господарсько-питного призначення встановлені ГДК для 640 речовин, рибогосподарського призначення – для 147 речовин.

Для гарантування якості води в створі водокористування і водоспоживання для кожного підприємства встановлюють ***гранично допустиме скидання*** **(ГДС)** шкідливих речовин. **ГДС** – це маса забруднень у стічних водах, допустима для відведення з установленим режимом у певному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті. ГДС встановлюють з урахуванням ГДК шкідливих речовин у місцях водокористування, здатності водойми до самоочищення та оптимального розподілу маси речовин, що скидаються.

Попередження забруднення стічних вод на підприємствах може бути забезпечене організаційними та технічними заходами.

Організаційні заходи зводяться до попередження спуску стічних вод у водойми без їх очищення. Технічні заходи передбачають очищення стічних вод різними способами, їх повторне використання для технічних потреб і поливання, створення оборотних і замкнених систем водокористування, вдосконалення технологічних процесів на промислових підприємствах з метою зменшення кількості забруднень у стічних водах, перехід на безвідходні та маловідходні технології, скорочення забруднення територій паливно-мастильними та лакофарбовими матеріалами, мінеральними та органічними добривами, тирсою та іншими виробничими відходами, які зі зливними стоками можуть потрапляти у водойми.

Очищення виробничих стічних вод на промислових підприємствах може здійснюватися за такими напрямками:

- очищення стічних вод на заводських очисних спорудах;
- очищення стічних вод після забруднення на заводських, а потім на міських очисних спорудах з подальшим спуском у водойми;
- безперервне очищення виробничих стічних вод і розчинів на локальних очисних спорудах протягом визначеного часу, після чого вони потрапляють в обіг, і лише після з'ясування неможливості регенерації усереднюються і передаються на заводські очисні споруди та утилізуються.

Основні способи очищення виробничих стічних вод поділяються на: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та комплексні (рис. 5.2).

Механічні способи переважно застосовують для очищення стічних вод від твердих частинок і масляних забруднень.

Вибір схеми очищення води від таких речовин залежить від виду, кількості забруднень і необхідного ступеня очищення.

Механічне очищення є попереднім, рідше - кінцевим етапом очищення стічних вод.

Проціджування як різновид механічного очищення призначене в основному для вилучення зі стічних вод крупних твердих нерозчинених

частинок розміром до 25 мм, а також дрібних волокнистих частинок, які при подальшій обробці стоків є перешкодою для нормальної роботи очисного обладнання. Стічні води проціджують через решітки.



Рис. 5.2 – Класифікація способів очищення стічних вод

Відстоювання – процес осідання твердих частинок у рідині. Можливе вільне осідання частинок, що не злипаються, та осідання частинок, схильних до злипання (коагуляції). Закономірності вільного осідання частинок зберігаються при їх масовій концентрації не більше 2,6 кг/м^3. Для очищення стічних вод відстоюванням використовують пісковловлювачі (рис. 5.3, ***а***, ***б***) та відстійники (рис. 5.3, ***в***). Стічна вода, що надходить у пісковловлювач ***2*** через вхідний патрубок ***1***, рухається прямолінійно, а тверді частинки осідають, накопичуючись у шлакозбірнику ***3*** і на дні пісковловлювача. Очищена вода через вихідний патрубок ***4*** спрямовується для подальшої обробки. Осад із пісковловлювач видаляють щодобово.

Очищення стічних вод методом ***відцентрування*** здійснюється у гідроциклонах і центрифугах. На рис. 5.3, ***г*** зображено відкритий гідроциклон, що використовується для очищення стічних вод від крупних твердих частинок зі швидкістю осідання понад 0,002 м/с. Він складається з вхідного патрубка ***1***, кінцевого зливу ***2***, труби для відведення очищеної води **3** і шлаковідвідної труби ***4***.

Фільтрування призначене для очищення стічних вод від дрібнодисперсних твердих домішок з невеликою концентрацією. Для фільтрування стічних вод використовують два класи фільтрів: зернисті (вода

пропускається через незв’язані пористі матеріали) і мікрофільтри, фільтроелементи яких виготовлені зі зв’язаних пористих матеріалів. У зернистих фільтрах як фільтроматеріали використовують кварцовий пісок, подрібнений шлак, гравій тощо.

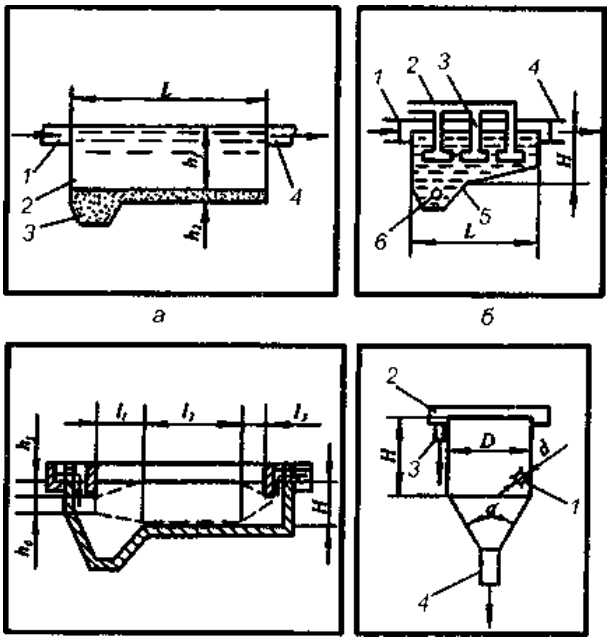


Рис. 5.3 – Основні схеми установок для очищення стічних вод від твердих домішок:

а – пісковловлювач;
б – аерований пісковловлювач;
в – відстійник;
г – гідроциклон

До ***<u>фізичних способів</u>*** очищення стічних вод належать насамперед випарювання, виморожування тощо. При цьому вирішальним фактором є температура. Тому такі способи очищення в інженерній практиці часто називають термічними.

Ці способи застосовують для очищення мінералізованих стічних вод, виділення з них солей та отримання умовно чистої води для кільцевого водопостачання.

Процес розділення мінеральних речовин і води відбувається у два етапи: концентрування і виділення сухих речовин. Очищену воду з мінералізованих стічних вод отримують у випарювальних, виморожувальних (вакуумних) і кристалогідратних установках. Вибір способу очищення залежить від складу, концентрації, об’єму стічних вод, їх корозійної активності й необхідного ступеня очищення.

Для випарювання стічних вод, що виділяються при виробництві синтетичних смол, лаків, фарб, реактивів тощо, широко застосовують випарювальні установки з контактними апаратами. У них відбувається безпосередній контакт між теплоносіями і стічною водою. Для нагрівання води використовують газоподібні, рідкі та тверді теплоносії.

Випарювальні установки бувають одноступеневими й багатоступеневими. На практиці широко застосовують одноступеневі адіабатні, випарювальні установки (рис. 5.4).

Цю установку називають установкою миттєвого випарювання. Вона працює за таким принципом. Стічна вода насосом подається в конденсатор ***2***, де попередньо нагрівається водяною парою. Далі вода подається у підігрівач

4, з якого потрапляє в камеру випарювання ***1***. З цієї камери розчинник насосом подається частково на рециркуляцію і частково на подальше випарювання. Дистилат, що стік на підставку ***3***, насосом подається споживачу.

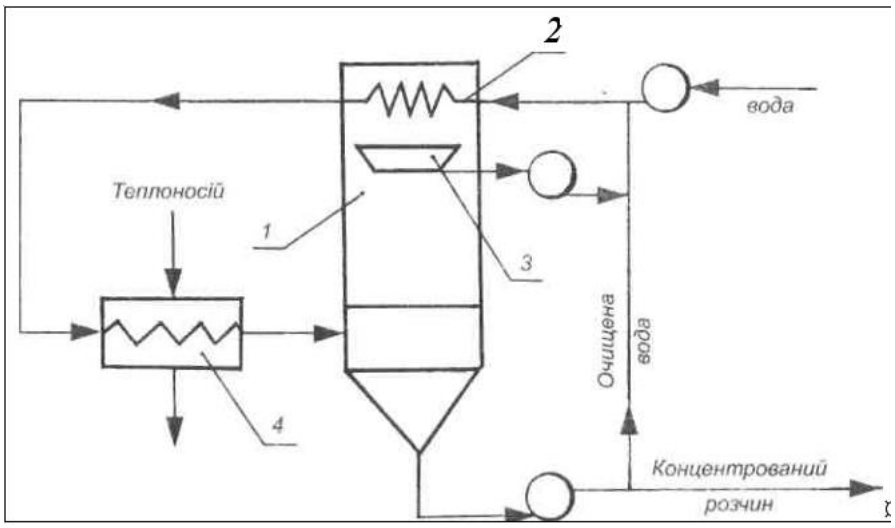


Рис. 5.4 – Схема одноступеневої адіабатної випарювальної установки:

1 – камера випарювання;
2 – конденсатор;
3 – підставка;
4 – підігрівач

В установках виморожування процес концентрування мінералізованих вод ґрунтується на тому, що концентрація солей у кристалах льоду значно менша, ніж у розчині (теоретично утворюється прісний лід). Виморожування може здійснюватись у вакуумі або за допомогою спеціального холодильного агента.

Для очищення стічних вод часто застосовують кристалогідратні установки.

Кристалогідратний процес полягає в концентруванні стічної води з гідроутворюваним агентом (пропаном, хлором, фреоном, вуглекислим газом тощо) та утворенні кристалогідратів. При переході молекул води в кристалогідрати концентрація розчинених речовин у воді підвищується. При таненні кристалів утворюється вода, з якої виділяється пара гідроутворюваного агента. Процес гідроутворення може протікати при температурі, нижчій та вищій від температури навколишнього середовища. У першому випадку необхідно застосувати холодильні установки, в другому – не потрібно.

Із фізичних методів очищення стічних вод найбільш ефективним й універсальним є ***вогневий метод***. Суть його полягає в розпиленні стічних вод безпосередньо в топкових газах, нагрітих до температури 900-1000°С. При цьому вода повністю випаровується, а органічні суміші згоряють. Мінеральні речовини, що є у воді, утворюють тверді або розплавлені частинки, які пізніше вловлюються. Цей метод широко застосовується для очищення стічних вод, забруднених високотоксичними органічними речовинами – відходами лакофарбових матеріалів, які часто використовуються у технологічних процесах деревообробних підприємств.

Кристалізація. Метод ґрунтується на використанні залежності розчинності речовин від температури. За зміни температури можна одержати

перенасичені розчини, з яких випадають кристали речовин. Цей метод використовується для виділення з рідини кристалів домішок. В економічному відношенні цей метод придатний лише для очищення невеликих кількостей концентрованих стічних вод.

Процес кристалізації може бути прискорений за рахунок перемішування і охолодження стічної рідини. Кристалізація здійснюється в кристалізаторах періодичної дії з натуральним і штучним охолодженням, у кристалізаторах безперервної дії та у випаровувачах.

Фізико-механічні способи очищення стічних вод базуються на флотації, мембранних технологіях очищення та азотропному відгоні.

Флотація – найбільш поширений спосіб очищення стічних вод целюлозно-паперових і деревообробних підприємств. Флотацію успішно використовують для очищення стічних вод від маслопродуктів та інших легкоспливаючих речовин, що застосовуються в різних галузях промисловості.

Флотація – це процес молекулярного прилипання частинок забруднювальних речовин до поверхні розподілу двох фаз: вода – повітря, вода – тверда речовина. Процес очищення стічних вод від легкоспливаючих речовин (розчинників, нафтопродуктів та ін.), волокнистих матеріалів за допомогою флотації полягає в утворенні системи «частинки забруднень-бульбашки повітря», які спливають на поверхню та утилізуються.

Ефект розділення флотацією залежить від розміру й кількості бульбашок повітря. Дослідами встановлено, що оптимальним слід вважати розмір бульбашок 15-30 мкм. При цьому необхідний високий ступінь насичення води повітряними бульбашками. Питома витрата повітря знижується з підвищенням концентрації домішок, оскільки збільшується ймовірність зіткнення і прилипання частинок забруднювальних речовин до повітряних бульбашок. Важливе значення має стабілізація розмірів бульбашок у процесі флотації. Для цього у воду вводять різні піноутворювачі, що зменшують поверхневу енергію розділення фаз. До них належать: соснове масло, крезол, феноли, алкілсульфат натрію тощо.

Перевагами флотації є: безперервність і велика швидкість процесу, високий ступінь очищення (95-98%), можливість рекуперації вилучених речовин, простота конструкції флотаційних установок, незначні капіталовкладення.

За принципом дії флотаційні установки класифікуються на такі види: з механічним диспергуванням повітря; з подачею повітря через пористі матеріали; електрофлотаційні та біологічні флотаційні установки.

На машинобудівних, деревообробних і целюлозно-паперових підприємствах доцільно застосовувати пінні, напірні, вакуумні хімічні та біологічні флотаційні установки.

На рис. 5.5 наведена напірна флотаційна установка. Принцип її роботи полягає в такому. Стічна вода трубопроводом ***1*** через отвори рівномірно надходить у флотатор ***10***. Одночасно трубопроводом ***2*** подається стиснене

повітря, яке через насадки ***11*** з пористого матеріалу у вигляді дрібних бульбашок рівномірно розподіляється вздовж перерізу флотатора. При спливанні бульбашки повітря обволікають частинки забруднюваних речовин, збільшуючи швидкість їх спливання. Піна накопичується між дзеркалом води і кришкою ***3*** флотатора, відсмоктується відцентровим вентилятором ***4*** у збірник ***5*** і через трубопровід ***6*** спрямовується для обробки піни та вилучення з неї забруднювальних речовин. У процесі вертикального переміщення стічної води у флотаторі спостерігається насичення води киснем повітря. Очищена вода, огинаючи перегородку ***9***, зливається у водоприймач ***7*** і звідси трубопроводом ***8*** подається на переробку.

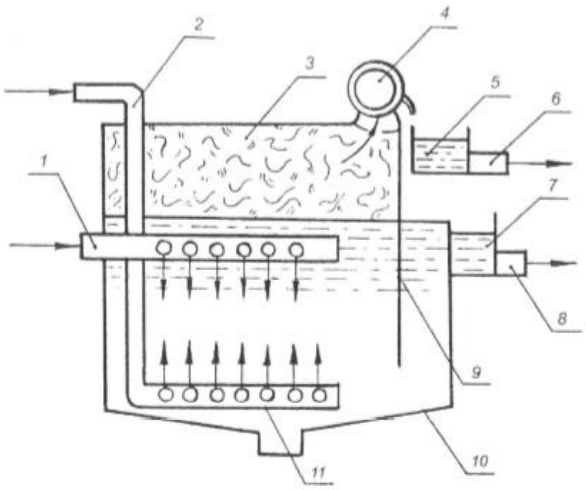


Рис. 5.5 – Схема напірної флотаційної установки:

1 – трубопровід для стічної вади;
2 – трубопровід для стисненого повітря; ***3*** – кришка;
4 – відцентровий вентилятор;
5 – пінозбирач;
6 – трубопровід для піни;
7 – водоприймач;
8 – трубопровід для відведення води; ***9*** – перегородка;
10 – флотатор;
11 – насадки

Крім флотації з механічним диспергуванням повітря, на підприємствах також застосовуються хімічна та біологічна флотації.

Хімічна флотація ґрунтується на введені в стічну воду хімічних реагентів для її обробки, які спричиняють хімічні процеси з виділенням газів: O_2, CO_2, $C1_2$ та ін. Бульбашки цих газів при деяких умовах можуть прилипати до нерозчинених твердих частинок і виносити їх у пінний шар. Таке явище, наприклад, спостерігається при обробці стічних вод хлорним вапном із введенням коагулянтів.

Біологічна флотація застосовується для ущільнення осаду із первинних відстійників при очищенні побутових стічних вод. Для цього осад підігрівається водяною парою в спеціальній ємності до 35-55°С і у таких умовах витримується декілька діб. У результаті діяльності мікроорганізмів виділяються бульбашки газів, які виносять частинки осаду в пінний шар, де вони ущільнюються.

Зворотний осмос (гіперфільтрація) – це процес фільтрування стічних вод через напівпроникні мембрани під тиском. Мембрани – це тонкі перегородки, виготовлені з напівпроникних і проникних матеріалів (полімери, неорганічні матеріали та ін.), які здатні розділяти як рідинні, так і газові суміші

на компоненти. Мембрани, пропускаючи молекули розчинника, затримують розчинені речовини. При зворотному осмосі відокремлюються частинки (молекули, гідратовані іони), розміри яких не перевищують розміри молекул розчинника. При ультрафільтрації розмір окремих частинок на порядок більше, але максимальні їх розміри не перевищують 0,5 мкм. Таким чином, зворотний осмос відрізняється від ультрафільтрації тим, що він може відокремлювати частинки дуже малих розмірів. Тиск, необхідний для проведення процесу зворотного осмосу, є набагато більшим (6-10 МПа), ніж для процесу ультрафільтрації (0,1-0,5 МПа).

Зворотний осмос широко застосовують для знесолювання води в системах водопостачання парових і водяних котлів промислових підприємств, ТЕЦ, а також для очищення промислових і побутових стічних вод.

Перевагою цього методу очищення є відсутність фазових переходів при відокремленні домішок, що забезпечує невелику затрату енергії на виконання процесу; можливість проведення процесу очищення при кімнатних температурах без застосування або з невеликими добавками хімічних реагентів; простота конструкції установок. Недоліки методу: виникнення явища концентраційної поляризації, що полягає у збільшенні концентрації розчиненої речовини на поверхні мембрани. Це призводить до зменшення продуктивності, ступеня розділення й тривалості експлуатації мембрани.

Для проведення процесу очищення стічних вод застосовують два види мембран: пористі мембрани у вигляді тонких плівок, виготовлених із полімерних матеріалів; непористі (динамічні та дифузійні) мембрани у вигляді квазігомогенних гелів. Найбільш поширеними є пористі полімерні мембрани, виготовлені з фторвуглецевих сполук, а також ацетат целюлози, поліетилену, скла тощо. Характерною властивістю таких мембран є неоднорідність на субмікроскопічному рівні розподілення іоногенних груп.

Ультрафільтрація – це також мембранний процес розділення розчинів, але при малому осмотичному тиску. Цей метод може застосовуватися для очищення стічних вод від високомолекулярних сполук частинок і колоїдів при виробництві деревостружкових плит, клеєної фанери, целюлози тощо.

Хімічне очищення стічних вод здійснюють переважно трьома способами: нейтралізацією, окисленням і відновленням.

Нейтралізацію проводять для доведення pH січних вод до 6,5-8,5, тобто близького до нейтрального. Значить, нейтралізувати потрібно стічні води з pH < 6,5 (з кислою реакцією середовища) і з pH > 8,5 (з лужною реакцією середовища). Нейтралізацію здійснюють змішуванням кислот стічних вод з лугами додаванням реагентів або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали.

Практика свідчить, що найбільшу небезпеку для навколишнього середовища створюють кислі стоки.

Нейтралізацію розчином вапна й вапняку рекомендують проводити тільки при рівномірній подачі стічних вод, що містять сильні кислоти. Фільтрування через шари вапняку, доломіту й крейди рекомендують для

стічних вод, що містять соляну, азотну, сірчану кислоти при рівномірній подачі стічних вод.

В останні роки запропонований спосіб нейтралізації лужних стічних вод димовими газами, які містять CO_2, SO_2, NO_2 тощо. Це дозволяє одночасно очищати й гази, які відходять.

На рис. 5.6, ***а*** наведена схема доломітового фільтра-нейтралізатора. У ньому проводиться нейтралізація кислих стічних вод, забруднених соляною, сірчаною або азотною кислотами фільтруванням через шар доломіту. Після відпрацювання доломіт вивантажують з фільтра і заміняють свіжим.

Процес нейтралізації постійно контролюється – систематично реєструється стан pH на виході із нейтралізатора. Стабільність і безперебійність роботи фільтра забезпечується надійною автоматикою.

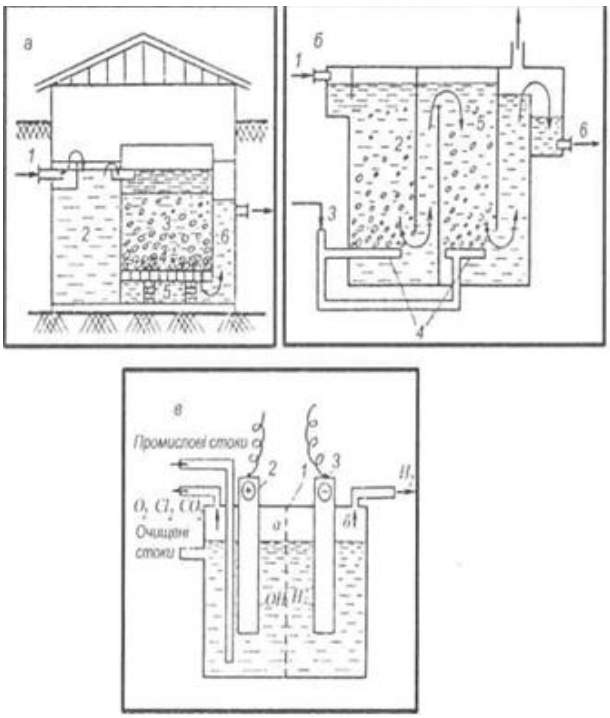


Рис. 5.6 – Основні види обладнання для хімічного очищення стічних вод:

а – вертикальний доломітовий фільтр-нейтралізатор: ***1*** – подача кислих стічних вод; ***2*** – приймальна камера; ***3*** – доломітовий фільтр; ***4*** – гравій; *5* – дренаж; ***6*** – випуск нейтралізованих стічних вод;

б – контактна камера озонування стічних вод: ***1*** – подача стічних вод; ***2***, ***5*** – камера озонування; ***3*** – введення озону; ***4*** – металокерамічні розпилювальні труби; ***6*** – вивід стічних вод;

в – камера електролітичного знешкодження (анодного окислення): ***1*** – напівпроникна перегородка; ***2*** – анод; ***3*** – катод

Окислення застосовують для знешкодження виробничих стічних вод, в складі яких є токсичні домішки або сполуки, що недоцільно вилучати. На практиці часто застосовують окислювачі: хлор, хлорне вапно, діоксид хлору, озон, технічний кисень, гіпохлорид кальцію і натрію, кисень та ін.

Залежно від агрегатного стану хлору або хлоровмісних реагентів, що вводять у воду, визначають технологію обробки стічних вод. Якщо цю воду обробляють газоподібним хлором або озоном, то процес окислення здійснюють в окислювальних колонках або контактних камерах (рис. 5.6, ***б***). Якщо окислювач знаходиться в розчині, то його спочатку подають у змішувач, а потім у контактний резервуар.

При окисленні розчинені отруйні речовини перетворюють у нетоксичні сполуки або в осад відстоюванням або фільтруванням стічних вод.

Сильнішим окислювачем, ніж хлор, є озон. Він має здатність руйнувати при нормальній температурі у стічних водах значну кількість органічних

сполук і домішок. Озон добувають безпосередньо на очисних спорудах в озонаторах. Він утворюється при електричному розряді в кисневому середовищі між двома електродами, до яких підводиться напруга 5-25 кВ.

У процесі обробки стічних вод озон, що подаєтеся в контактну камеру (рис. 5.6, ***б***) у вигляді суміші, вступає в хімічні реакції з речовинами, що забруднюють воду. Після цього протікає реакція гідролізу до утворення малошкідливих продуктів. Цей спосіб окислення озоном у практиці називають озонуванням.

Озонування дає можливість одночасно знебарвлювати воду, усуває її присмаки, неприємні запахи тощо. Озонуванням можна очищати стічні води від фенолів, нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин (ПАР), барвників у ароматичних вуглеводнів, пестицидів на промислових підприємствах.

Озон як окислювач має унікальні властивості. У водному розчині він дисоціює швидше, ніж у повітрі; дуже швидко дисоціює в слабколужних розчинах. У кислотних розчинах озон виявляє високу стійкість. У чистому сухому повітрі озон розкладається дуже повільно. При обробці води озоном відбувається розкладання органічних речовин і знешкодження води; бактерії гинуть у декілька тисяч разів швидше, ніж при обробці хлором, розчинність озону у воді залежить від pH і вмісту у воді розчинених речовин. Невеликий вміст кислот і нейтральних солей збільшує розчинність озону.

Метод відновлення застосовують для очищення стічних вод у випадках наявності легковідновлювальних речовин (ртуть, миш'як, хром). На промислових підприємствах цей метод застосовують інколи.

Разом з озонуванням і хлоруванням виробничих стічних вод застосовують електрохімічне окислення, що ґрунтується на електролізі виробничих стічних вод (рис. 5.6, ***в***). Основу електролізу виробничих стічних вод становлять два процеси: анодне окислення і катодне відновлення.

На аноді, виготовленому з платини або графіту, виділяється кисень і галогени, а також окисляються деякі органічні сполуки, наявні у стічних водах. На катоді виділяється водень і відновлюються деякі органічні сполуки. Внаслідок високої вартості електрохімічне окислення для очищення стічних вод має обмежене застосування.

Фізико-хімічне очищення стічних вод включає такі методи очищення стічних вод: коагуляцію, сорбцію, адсорбцію, дезодорацію, екстракцію.

Коагуляцію переважно застосовують для очищення стічних вод від емульсій і суспензій, до складу яких входять колоїдні частинки розміром 0,001-0,1 мкм. Ці частинки мають електрозаряд, який виникає у результаті поглинання із водного розчину іонів. Заряд не дає можливості колоїдним частинкам злипатися і таким чином збільшує стійкість колоїдного розчину. Тому в колоїдний розчин додають коагулянти (солі алюмінію, заліза, магнію, вапно), які зменшують електрозаряд колоїдних частинок, унаслідок чого вони інтенсивно злипаються у великі частинки й осідають на дно очисної споруди.

Замість коагулянтів часто застосовують водні розчини полімерів, у молекулі яких містяться полярні функціональні групи (-OH, $-SO_3H$, $-NO_2$) –

флокулянти. Частинки забруднювальних речовин під дією флокулянтів перетворюються в рихлу масу, що осідає на дно споруди.

Коагуляцію також можна здійснювати, пропускаючи стічні води через електролізер з анодом, виготовленим з алюмінію або заліза. Метал аноду під дією постійного електроструму переходить у стічну воду, утворюючи важкорозчинні гідроксиди алюмінію або заліза. Метод електрохімічного коагулювання широко застосовується для очищення стічних вод від мастил, жирів, нафтопродуктів, хроматів і фосфатів.

Сорбційне поглинання – один із найбільш ефективних методів глибокого очищення стічних вод від ароматичних сполук, неелектролітів, барвників, гідрофобних сполук.

Сорбційне поглинання принципово не відрізняється від процесу адсорбції в газовій фазі. Тому в інженерній практиці цей метод часто називають адсорбційним методом очищення стічних вод. Його застосовують для очищення стічних вод від органічних (розчинники, розріджувачі, відходи лакофарбових матеріалів та ін.) і неорганічних (формальдегід, фенол, відходи синтетичних смол, аміак та ін.) речовин, якщо їх концентрація у воді незначна, вони біологічно не розкладаються і є дуже токсичними.

Адсорбційне очищення вод буває регенеративним (витягування речовин із адсорбенту та їх утилізація) і деструктивним (витягування речовини із адсорбенту та її знищення разом з адсорбентом).

Швидкість фільтрування стічних вод через шар адсорбенту залежить від концентрації розчинених речовин і коливається від 2-4 до 5-6 $м^3/(м^2 \cdot год)$. Вода в адсорбері рухається знизу доверху, поступово заповнюючи його. Розмір частинок адсорбенту приймають у межах 1,5-5 мм. При менших розмірах зерен активованого вугілля зростає опір фільтруванню води. Вугілля укладають на шар гравію, розміщеного на решітці. Щоб не допустити забивання адсорбента, стічна вода не повинна містити твердих завислих домішок. Ефективність адсорбційного очищення стічних вод досягає 80-95%.

Аерація забезпечує або ж десорбцію розчинених летких домішок (перехід у газову фазу), або ж окислення домішок і переведення їх у стан, який є сприятливим для вилучення з води.

Процес ***дегазації*** стічних вод підпорядковано тим самим законам, що й дегазація природної води, яка використовується для питних цілей. Але в стічних водах, як у більш складних системах, ніж природні води, процес дегазації може ускладнюватися низкою факторів; найбільш важливі серед них – наявність поверхневих плівок (нафтові, масляні) і домішок, що адсорбують гази.

Іонне очищення стічних вод застосовують для вилучення із вод металів, а також сполук миш'яку, фосфору, ціанистих сполук і радіоактивних речовин. Цей метод дозволяє рекуперувати цінні речовини при високому ступені очищення. Іонний обмін поширений при знесолюванні води в процесі водопідготовки для живлення парових котлів.

Іонний обмін – це процес взаємодії розчину з твердими домішками, що

володіє властивостями обмінювати свої іони на інші, наявні в розчині. Такий метод очищення стічних вод широко застосовується на енергетичних підприємствах.

Для очищення стічних вод з неприємним запахом використовують такі методи дезодорації: аерацію, хлорування, ректифікацію, екстракцію, озонування. Найбільш ефективним є метод аерації.

Дезодорацію застосовують на металургійних, хімічних, деревообробних підприємствах для вилучення із стічних вод аміаку, сірководню, альдегідів і вуглеводів тощо, які надають їм неприємного запаху.

Екстрагування речовин зі стічних вод може здійснюватися за такими методами: перехреснопотоковим, ступінчасто-протитічним і безперервно-протитічним.

Рідинна екстракція застосовується при виробництві деревостружкових, деревоволокнистих плит і клеєної фанери, для очищення стічних вод від фенолів, масел, органічних кислот, іонів металів та ін. Доцільність використання екстракції для очищення стічних вод визначається концентрацією у них органічних домішок. Екстракція може бути економічно вигідною, якщо вартість вилучених речовин компенсує всі затрати на її проведення.

Для кожної речовини існує концентраційна межа рентабельності її вилучення із стічних вод. Загалом можна вважати, що більшість речовин при концентрації вище 3-4 г/дм^3 доцільніше вилучати екстракцією, ніж адсорбцією. При концентрації менше 1 г/дм^3 екстракцію слід застосовувати в особливих випадках.

Очищення стічних вод екстракцією складається із трьох етапів. Перший етап – інтенсивне змішування стічної води з екстрагентом (органічним розчинником). В умовах розвинутої поверхні контакту між рідинами утворюються дві рідкі фази. Одна фаза – ***екстракт*** – містить вилучену речовину та екстрагент, друга – ***рафінат*** – стічну воду та екстрагент. Другий етап – розділення екстракту та рафінату; третій – регенерація екстрагента із екстракту і рафінату.

Щоб знизити вміст розчинених домішок до концентрацій, нижче від гранично допустимих, необхідно правильно вибрати екстрагент і швидкість його подачі у стічну воду.

Комплексне очищення стічних вод – один із методів фізико-хімічного очищення, характеризується економічністю, високою стійкістю та очисною здатністю. Цей метод застосовують для одночасного очищення побутових і виробничих стічних вод.

На рис. 5.7 наведена схема комбінованої установки для комплексного очищення стічних вод.

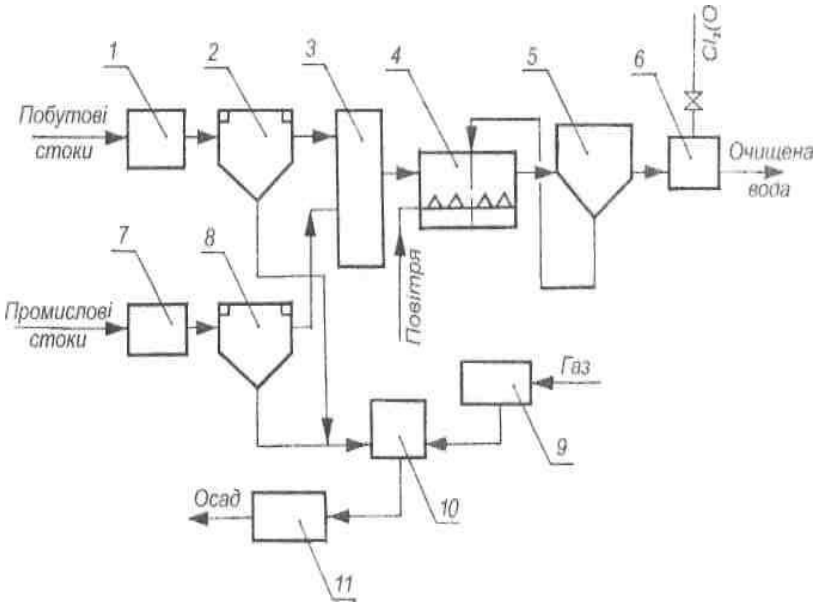


Рис. 5.7 – Схема установки для поєднаного очищення побутових стічних вод:
1, ***7*** – усереднювачі;
2, ***8*** – первинні відстійники;
3 – змішувач;
4 – аеротенк;
5 – вторинний відстійник;
6 – ємність для знешкодження;
9 – котельня;
10 – метатенк;
11 – апарат для зневоднення осаду

Опишемо принцип роботи установки. Побутові стічні води поступають в усереднювач ***1***, а потім у відстійник ***2***. Після освітлення вода попадає в змішувач ***3***, де змішується з виробничою стічною водою з відстійника ***8***. Далі суміш побутових і виробничих стічних вод потрапляє в аеротенк. Після вилучення активного мулу у вторинному відстійнику ***5*** стічні води знешкоджуються хлором і викидаються у водойми або скеровуються для використання в технологічному процесі.

Осад із відстійників ***2*** і ***8*** надходить в метатенк ***10***. Виділений в процесі знешкодження газ із метатенка подається в котельню ***9*** для спалювання, а осад знешкоджується і подається на переробку в добриво.

<u>Біологічні та біохімічні методи очищення стічних вод</u>

Процес самоочищення водних об’єктів, які забруднюються, у природних умовах відбувається повільно. Виключенням з цього є гірські річки, в яких швидкість течії є великою, що сприяє аерації води.

Дещо швидше, ніж у природних умовах, очищаються стічні води на спорудах, які відтворюють хід процесу самоочищення в ґрунтових умовах або водному середовищі – полях зрошення, полях фільтрації, біологічних ставках і особливо контактних фільтрах, крапельних біофільтрах, перколяторах, аеротенках тощо (табл. 5.1).

Інтенсифікація процесів біологічного очищення призводить не тільки до збільшення їх окисної здатності, але й до значного зменшення площі, яку займають ці споруди. Так, за об’ємів стічних вод 5000 $м^3$/д площа, яку займають поля зрошення, становить 150-200 га, поля фільтрації – 30-50 га, біологічні фільтри – 2-3 га, аеротенки – 1 га. Незначна площа останніх двох споруд може бути ще зменшена за збільшення подачі кисню і створення певних умов для працюючих специфічних біоценозів.

Таблиця 5.1 – Показники окисної здатності споруд біологічного очищення стічних вод

Види очисних споруд	Кількість кисню, г з 1 $м^3$ споруд за добу
Споруди природного біологічного очищення	
Поля зрошення	0,5-1,0
Поля фільтрації	2,0-36,0
Біологічні ставки	12,5
Споруди штучного біологічного очищення	
Контактні фільтри	72
Перколяторні фільтри	100
Аеротенки	1000
Аерофільтри	1000
Аерокоагулятори	4500

З таблиці видно, що показники окисної здатності на спорудах біологічного очищення значно вищі, ніж на спорудах природного біологічного очищення.

Біологічні методи очищення стічних вод полягають у розкладанні і мінералізації аеробним або анаеробним шляхом колоїдних і розчинених органічних речовин міських стічних вод, які не можна вилучити механічним шляхом. Найкращою умовою біологічного очищення стічних вод було б повне відокремлення мінеральних сполук від органічних. На жаль, це технічно не можливо. Тому на практиці обмежуються відокремленням великих за розмірами домішок стічних вод на ґратах, великодисперсних домішок неорганічного походження – у піскоуловлювачах і основної кількості завислих речовин – у відстійниках. Після цього стічна рідина надходить на споруди біологічного очищення. Тверда фаза органічних речовин розкладається анаеробним шляхом, а рідина – аеробним.

Біологічне очищення – один із методів очищення стічних вод від багатьох органічних і деяких неорганічних домішок на підприємствах целюлозно-паперової, деревообробної, харчової та інших галузей промисловості. За характером цей метод аналогічний природним процесам, наприклад, біологічному очищенню організмів (біоценозу), до складу яких входить багато різних бактерій (простих і високоорганізованих), пов’язаних між собою в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (метабіозу, симбіозу та антагонізму). Основну роль у цьому комплексі відіграють бактерії, число яких знаходиться в межах від 10^6 до 10^{14} клітинок в одному грамі сухої біомаси. Число родів бактерій може досягати 5-10, а число видів – кілька десятків і навіть сотень.

Така різноманітність видів бактерій зумовлена наявністю в стічній воді органічних речовин різних класів. Якщо у складі стічних вод є лише одна або декілька близьких за складом органічних сполук, то можливий розвиток монокультури бактерій. Скорочення видів бактерій можливе, якщо очищення

проводять при відсутності розчиненого у воді кисню (в анаеробних умовах) або при надто великому співвідношенні кількості поданих на очищення забруднень і біомас мікроорганізмів.

У процесі очищення стічних вод беруть участь дві групи бактерій: гетеротрофи та автотрофи. Ці групи бактерій відрізняються за способом використання джерела вуглецевого живлення. Гетеротрофи використовують вуглець з готових оріганічних речовин, що переробляються ними для отримання енергії, необхідної для біосинтезу клітин. Автотрофи для синтезу клітин застосовують неорганічний вуглець, а енергію утримують у результаті фотосинтезу або хемосинтезу (окислення деяких органічних сполук: аміаку, нітритів, солей двовалентного заліза, сірководню та ін.). Під дією мікроорганізмів можуть протікати окислювальний (аеробний) або відновлювальний (анаеробний) процеси.

5.4 Врахування екологічних аспектів при проектуванні та експлуатації водоохоронних технологій

При проектуванні очисних споруд одним з перших постає питання визначення площі, необхідної для будівництва очисної станції. Площа, яка відводиться під споруди очисної станції, складається з корисної та резервної. ***Корисною*** називається площа, яку займають власне очисні споруди, а також допоміжні споруди (насосні та компресорні станції, майстерні, адміністративні споруди). ***Резервна*** площа – це частина земельної ділянки, яка призначена під будівництво додаткових споруд у разі збільшення продуктивності очисної станції. Резервна площа становить у середньому 20-30% корисної.

Санітарно-захисні зони очисних станцій оцінюються з погляду достатності розривів (відстані) між ними і житловою забудовою, а також між ними і водозабірними спорудами підземних вод. У табл. 5.2 наведено санітарно-захисні розриви для очисних споруд продуктивністю понад 200 $м^3$/д.

Величина СЗЗ очисної станції встановлюється відносно тієї споруди, для якої необхідний найбільший розрив. За наявності поблизу очисних станцій місцевих споруд для забору ґрунтових вод мінімальні санітарні розриви встановлюються в кожному конкретному випадку.

Майданчик для будівництва очисних споруд, як правило, повинен розміщуватися з підвітряного боку переважаючих вітрів теплого періоду року і нижче населеного пункту за течією річки. Скидання стічних вод у межах населеного пункту забороняється.

Таблиця 5.2 – Санітарно-захисні розриви для очисних споруд продуктивністю понад 200 м^3/д

Очисні споруди	Відстань за продуктивності очисних споруд $n \cdot 10$ м^3/д, м		
	n = 0,2-5	n = 5-10	n = 50-280
Для механічного та біологічного очищення: з муловим майданчиком для зброджених осадів	200	400	500
з механічною і термомеханічною обробкою осадів у відкритих приміщеннях	150	300	400
Майданчики для обробки осадів	200	400	500
Поля фільтрації	300	500	1000
Поля зрошення	200	400	1000
Аеротенки	100	150	200
Біофільтри	250	200	-
Біологічні ставки	200	300	300

Визначити умови випуску стічних вод означає розрахувати допустимий ступінь їх забруднення, за якого вони можуть бути спущені у водойму. При цьому обов'язково має зберігатися якість води у створі, який розташований на 1 км вище найближчого пункту водокористування, у межах вимог, встановлених «Санітарними правилами і нормами охорони поверхневих вод від забруднення» (СанПіН 4630-88).

Забороняється випускати стічні води, які містять:

а) виробничу сировину, реагенти, напівпродукт і кінцеві продукти виробництва у кількостях, що перевищують встановлені нормативи технологічних втрат;

б) речовини, для яких не встановлено ГДК;

в) радіоактивні речовини;

г) технологічні відходи.

Якщо неможливо відмовитися від випуску стічних вод у водойму, необхідно шляхом розрахунку у кожному конкретному випадку визначити умови випуску, які б гарантували охорону водного об'єкта від забруднення.

Розроблено *санітарно-гігієнічну класифікацію* водних об'єктів за ступенем забруднення, в основу якої покладено провідний принцип нормативних документів водно-санітарного законодавства – забезпечення оптимальних умов господарсько-питного і культурно-побутового водокористування.

Головна мета гігієнічної класифікації – це попередження несприятливого впливу на населення хімічних і мікробних факторів води. Тому до неї включено оціночні показники, які належать до чотирьох критеріїв шкідливості водних об'єктів: *органолептичного, токсикологічного,*

загальносанітарного і бактеріологічного. Такими показниками є запах і присмак води, ступінь перевищення ГДК речовин, які нормовані за органолептичною і токсикологічною ознаками шкідливості, розчинений кисень, $БСК_{20}$, кількість кишкових паличок віл води.

Чотири градації оціночних показників відповідають допустимому, помірному, високому і надзвичайно високому ступеню забруднення водойм першої (господарсько-питної) та другої (культурно-побутової) категорії водокористування. У результаті санітарний стан водойми характеризується узагальненим індексом забруднення, який встановлюється за оціночним показником, що змінений у найбільшій мірі (*лімітуючий показник*).

Забруднення водойми стічними водами – це зміна якості води вище пункту водокористування на 1 км, яке не відповідає вимогам СанПіН №4630-88 до якості води водойми. Оскільки ступінь обмеження водокористування визначається якістю води у водоймі, то у СанПіН нормуються показники не складу стічних вод, які скидаються, а якості води водних об’єктів у створі, який розташований на 1 км вище пункту водокористування, а для непроточних водойм – на 1 км в обидва боки від пункту водокористування.

Вимоги СанПіН №4630-88 поширюються на:

а) існуючі скиди всіх видів виробничих і господарсько-побутових стічних вод населених пунктів, окремих житлових будинків і громадських споруд, комунальних, лікувально-профілактичних, транспортних, сільськогосподарських об’єктів, промислових підприємств, в тому числі шахтних вод, скидних вод від водяного охолодження, нафтовидобування;

б) усі заплановані скиди стічних вод підприємств, що будуються, реконструюються, або ж на яких змінюється технологія виробництва; всі заплановані скиди стічних вод каналізації населених пунктів і окремих об’єктів;

в) скиди зливової каналізації.

Оцінка впливу на довкілля проектів очищення стічних вод. Для цього передбачено проведення такі видів робіт.

1. ***Ознайомлення з офіційними нормативними документами.*** На їх основі та відповідно до них здійснюється експертиза проектів санітарної охорони водних об’єктів.

2. ***Перевірка повноти наданих матеріалів.*** Згідно з СНиП 1.02.01-85 проекти будівництва, відновлення й реконструкції споруд очищення стічних вод, які подаються для узгодження – повинні містить загальну пояснювальну записку, графічний матеріал, додатки і документи про затвердження схем планування території. Обов’язковою складовою частиною проекту повинен бути розділ «Заходи з охорони навколишнього середовища».

3. ***Ознайомлення з паспортними даними проекту*** (назва, стадія проектування, організація-розробник, рік розробки).

4. ***Оцінка впливу на довкілля матеріалів проекту.*** На основі аналізу матеріалів пояснювальної записки, в яких наведено обґрунтування необхідності будівництва, охарактеризовано місцеві умови і стандартна

ситуація в населеному пункті та водному об'єкті, в який скидаються стічні води, заходи з охорони навколишнього середовища, представники санітарної служби оцінюють запропоновані проектантами схеми й системи каналізації.

5. ***Оцінка принципових схем очищення стічних вод*** є найбільш важливим етапом експертизи, оскільки від цього буде залежати ефективність роботи, надійність експлуатації очисних споруд і охорона навколишнього середовища. Основним критерієм є об'єм стічних вод (табл. 5.3). За ним виділяють три групи очисних споруд. Перша – споруди, використання яких доцільне за продуктивності очисних станцій понад 10000 $м^3$/д. Використовується у селищах міського типу і містах, друга – від 25 до 10000 $м^3$/д (малі очисні споруди), третя – до 25 $м^3$/д (місцеві очисні споруди).

Кожна споруда розраховується на певне гідравлічне навантаження або концентрацію речовин у стічних водах, що находять, за яких досягається максимальний ефект очищення (СНиП 2.04.03-85). Показником ступеня очищення може слугувати концентрація речовин у стічних водах, які виходять з очисних споруд.

Кожна споруда розраховується на певне гідравлічне навантаження або концентрацію речовин у стічних водах, що находять, за яких досягається максимальний ефект очищення (СНиП 2.04.03-85). Показником ступеня очищення може слугувати концентрація речовин у стічних водах, які виходять з очисних споруд.

Таблиця 5.3 – Показання до вибору очисних споруд за різної продуктивності переробки стічних вод, $м^3$/д

<table>
<tr><td>Понад 10000</td><td>25-10000 (малі)</td><td>До 25 (місцеві)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Споруди механічного очищення</td></tr>
<tr><td>Піскоуловлювачі</td><td rowspan="2">Піскоуловлювачі</td><td rowspan="2">Септики</td></tr>
<tr><td>Горизонтальні, вертикльні й радіальні відстійники</td></tr>
<tr><td colspan="3">Споруди біологічного очищення</td></tr>
<tr><td>Поля фільтрації</td><td>Малі поля фільтрації</td><td>Поля підземної фільтрації</td></tr>
<tr><td>Поля зрошення</td><td>Малі поля зрошенні</td><td>Поля підґрунтового зрошення</td></tr>
<tr><td>Різні типи аеротенків</td><td>Біологічні ставки</td><td>Фільтруючі колодязі</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Різні типи біологічних фільтрів</td><td rowspan="2">Різні типи біологічних фільтрів</td><td>Піщано-гравійні фільтри</td></tr>
<tr><td>Фільтруючі траншеї</td></tr>
<tr><td>Циркуляційно-окислювальні канали</td><td>Біофільтри малої продуктивності</td></tr>
<tr><td>Аероокислювачі радіальні</td><td>БІО-25</td></tr>
<tr><td>Аероакселатори</td><td>КУ-12; 25</td></tr>
<tr><td></td><td>Компактні установки</td><td>УКО-25</td></tr>
</table>

Великий додатковий прибуток має використання стічних вод для зрошення, за рахунок якого за короткий час окупаються всі витрати, у той час як будівництво споруд штучного біологічного очищення вимагає значних безповоротних капітальних вкладень і експлуатаційних витрат.

Оцінка впливу на довкілля проектів основних очисних споруд очисної станції. Початковим елементом технологічної схеми очищення стічних вод є ґрати. Піскоуловлювачі влаштовуються за продуктивності очисних споруд понад 100 м^3/д. Піскоуловлювачів повинно бути не менше двох.

Тип відстійників зумовлюється продуктивністю очисної станції. За продуктивності до 25 м^3/д для механічного очищення стічних вод, які потім надходять на поля підземної фільтрації, у піщано-гравійні фільтри, фільтруючі траншеї та фільтруючі колодязі, необхідно застосовувати септики.

У відстійниках необхідно також перевірити пристрої, які регулюють рівномірність розподілу стічних вод по всьому дзеркалу споруди (розподільчі лотки), збирання і усунення плаваючих домішок (жиробиральні лотки, жирові колодязі), захист від них проясненої води, надходження осаду до приймального бункера станції перекачування.

Глибина процесу біохімічного очищення і величина приросту активного мулу залежать від валового навантаження. Чим меншою є величина навантаження (не більше 1 г БСК на 1 г мулу на добу), тим вищими є ефект очищення стічних вод і ступінь мінералізації активного мулу, меншою величина його приросту і вищою концентрація розчиненого кисню в муловодяній суміші аеротенку.

Прийом до експлуатації збудованих очисних споруд. Необхідно відзначити, що санітарний нагляд має виконуватися під час будівництва очисних споруд. Обстеження очисних станцій в процесі будівництва рекомендується робити не менше двох разів: перший раз – коли ведуться приховані та недоступні для огляду в остаточному вигляді роботи (закладання фундаменту, траншей та каналів, підготовка ложа біологічних ставків та ін.), другий – коли встановлюються санітарно-технічні прилади і монтується очисне обладнання. Основна задача нагляду – перевірка дотримання будівельниками умов проекту.

Згідно з відповідними нормативними документами, прийом до експлуатації очисних споруд здійснюється у дві стадії: перша – попередня (технічна) і друга – державний прийом. До складу технічної комісії входять представники замовника, генпідрядника і субпідрядника, відділу комунального господарства міста. Завдання технічної комісії полягає в тому, щоб перевірити якість будівельних робіт, їх відповідність проекту і підготувати матеріали для державного прийому об’єкта.

Після огляду споруд технічна комісія складає акт попереднього прийому, в якому має бути відзначено всі виявлені санітарні дефекти і надано рекомендації щодо їх усунення.

За позитивних заключень технічної комісії про можливість пред'явлення закінченого будівництвом (реконструкцією) об'єкта до державного прийому, позитивних заключень експертних організацій про відповідність виконаних робіт проектній документації видається заключення головного санітарного лікаря про можливість пуску об'єкта в експлуатацію.

Відбувається пробна експлуатація очисної станції. Задачі пробної експлуатації – перевірка і регулювання роботи окремих споруд і всієї станції в цілому. Пусковий період складається з двох етапів: пуск споруд на чистій воді та пуск споруд на стічних водах. Він повинен охоплювати теплу і холодну пори року, тому триває не менше шести місяців.

Результати пробної експлуатації подаються в державну приймальну комісію. Ця комісія призначається місцевими державними органами, міністерством або відомством, у віданні якого перебуває об'єкт. До її складу входять представники державного архітектурного будівельного контролю, санітарної служби, пожежної охорони, міського господарства та ін. Державна комісія встановлює завершеність усіх видів робіт на об'єкті, якість їх виконання й ефективність роботи очисних споруд. Робота комісії оформляється актом, який закінчується висновками про можливість прийому об'єкта до експлуатації та загальною оцінкою якості будівництва.

6 СУЧАСНІ ПІДХОДИ, НОВІТНІ МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬ

6.1 Вплив діяльності людського суспільства на геологічне середовище

З розвитком науки та техніки зростає антропогенний вплив на геологічне середовище. До початку XVIII ст. людина використовувала 26 елементів мінеральної сировини, на початку XX ст. – 59, а сьогодні – більше 80.

Тому найбільш негативно впливають на геологічне середовище гірничодобувна і будівельна галузі промисловості. Лише 10% мінеральної сировини, що добувається з надр планети, перетворюється на готову продукцію, а решта 90% забруднює біосферу. Наприклад, при збагаченні мідних руд майже третина міді викидається у звалища. Крім цього, недостатньо використовуються супутні матеріали – срібло, цинк та інші компоненти руд.

При нераціональному використанні геологічного середовища руйнується не лише це середовище, а й пов'язані з ним інші компоненти біосфери – ґрунтовий та рослинний покриви, поверхневі та підземні води тощо. Наприклад, під час будівництва тимчасових доріг вздовж трас вирубується ліс, знищується трав'яний покрив, чагарники, порушується гумусовий шар, змінюється режим ґрунтових вод внаслідок спорудження

заглиблень-приямків, дамб тощо.

Внаслідок видобування, збагачення та переробки корисних копалин, нагромадження порожньої породи та відходів виробництва відбувається концентрація шкідливих елементів – важких металів, радіонуклідів тощо, що призводить до важких захворювань і навіть масової загибелі рослин і тварин.

Транспортування вантажів, дослідного устаткування або бурових установок по бездоріжжю, пересування дуже важких самохідних агрегатів, тракторів завжди призводить до важких соціоекологічних наслідків, особливо в степах, пустелях, тундрі.

Під час геологорозвідувальних робіт змінюються природні ландшафти місцевості – порушується ґрунтово-рослинний покрив, утворюються западини через прокладання відкритих канав, шурфів, розчисток порід.

Значний негативний вплив на геологічне середовище має будівництво й експлуатація різноманітних будівель та інженерних споруд. Нині дедалі частіше техніко-будівельній діяльності на родючих землях передує знімання, переміщування та зберігання ґрунтів, які потім використовуються для покриття інших територій з гіршими ґрунтами чи для рекультивації кар’єрів, териконів. На рекультивованих землях розводять сади, парки, городи.

У зв’язку з широкомасштабним руйнуванням внаслідок господарської діяльності геологічного середовища все більш актуальною стає проблема його раціонального використання. З цією метою необхідно, щоб було створено державний фонд родовищ корисних копалин і його резерв та розроблено положення про його використання. Слід передбачити чіткі еколого-економічні відносини між власником та користувачем надр, які б враховували плату за землю, надра, штрафні санкції за порушення природоохоронного законодавства.

6.2 Джерела виникнення небезпечних явищ, які негативно впливають на стан земель

Ґрунтом називаються видозмінені під впливом живих організмів, перш за все – зелених рослин, поверхневі шари земної кори (суходолу), які відрізняються від гірських порід складом мінеральної маси, значним вмістом специфічних органічних речовин (гумусу) і мають важливу відмінність – родючість, тобто здатність постачати рослинам необхідні для їх росту поживні речовини, воду і повітря. Ґрунти є одночасно і результатом життєдіяльності зелених рослин, і умовою їхнього існування.

За величиною зон та рівнів забруднення ґрунтів поділяється на фонове, локальне, регіональне, глобальне.

Фоновим вважається такий вміст забруднювальних речовин в ґрунті, котрий відповідає або близький до його природного складу.

Локальним вважається забруднення ґрунту поблизу одного або

сукупності декількох джерел забруднення.

Регіональним є таке забруднення ґрунту, яке виникає внаслідок переносу забруднювальних речовин на віддаль не більше 40 км від техногенних та більше 10 км від сільськогосподарських джерел забруднення.

Глобальними називають забруднення ґрунту, які виникають внаслідок дальнього переносу забруднювальної речовини на віддаль більше 1000 км від будь-яких джерел забруднення.

Забруднення ґрунту важко класифікувати, у різних джерелах їхній розподіл дається по-різному, найбільш поширеною є така:

1) Забруднення сміттям, викидами, відвалами, відстійними породами. У цю групу входять різні забруднення змішаного характеру, що включають як тверді, так і рідкі речовини, не занадто шкідливі для організму людини, але шкідливі для ґрунту. Вони засмічують поверхню, що утруднює ріст рослин на цій площі.

2) Забруднення важкими металами. Даний вид забруднень вже становить значну небезпеку для людини й інших живих організмів, тому що важкі метали нерідко мають високу токсичність і здатність до акумуляції в організмі. Найбільш розповсюджене автомобільне паливо – бензин – містить дуже отруйну сполуку – тетраетилсвинець, що містить важкий метал свинець, який потім потрапляє в ґрунт. З інших важких металів, сполуки яких забруднюють ґрунт, можна назвати Cd (кадмій), Cu (мідь), Cr (хром), Ni (нікель), Co (кобальт), Hg (ртуть), As (миш'як), Mr (марганець).

3) Забруднення пестицидами. Ці хімічні речовини в даний час широко використовуються як засоби боротьби зі шкідниками культурних рослин і тому можуть знаходитися в ґрунті в значних кількостях. За своєю небезпекою для тварин і людини вони наближаються до попередньої групи. Саме з цієї причини був заборонений для використання препарат ДДТ (діхлор-дифеніл-трихлор метил метан), що є не тільки високотоксичною сполукою, але, також, характеризується значною хімічною стійкістю і не розкладається протягом десятків років. Пестициди згубно діють на ґрунтову мікрофлору: бактерії, актиноміцети, гриби, водорості.

4) Забруднення мікотоксинами. Дані забруднення не є антропогенними, тому що вони виділяються деякими грибами, однак, по своїй шкідливості для організму вони стоять в одному ряді з перерахованими забрудненнями ґрунту.

5) Забруднення радіоактивними речовинами. Радіоактивні сполуки стоять трохи окремо по своїй небезпеці, насамперед тому, що за своїми хімічними властивостями вони практично не відрізняються від аналогічних не радіоактивних елементів і легко проникають в усі живі організми, вбудовуючись в харчові ланцюжки.

6.3 Вплив господарської діяльності на ґрунт

Шкідливий антропогенний вплив, а також розгул стихій, природних та посилених людиною, завдають ґрунтам величезної, інколи непоправної шкоди. Це, насамперед, водна і вітрова ерозія, погіршення ґрунтової структури, механічне руйнування та ущільнення ґрунту, постійне збіднення на гумус та поживні речовини, забруднення ґрунту мінеральними добривами, отрутохімікатами, мастилами та пальним, перезволоження та засоленість земель. Деякі види антропогенних впливів на ґрунти, які зумовлюють зміну їхньої родючості, наводяться в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Наслідки антропогенних впливів на ґрунти

Вид впливу	Основні зміни ґрунтів
Щорічне розорювання	Посилена взаємодія з атмосферою, вітрова та водна ерозія, зміна чисельності ґрунтових організмів
Сінокоси, збирання врожаю	Вилучення деяких хімічних елементів, підвищення випаровування
Випас худоби	Ущільнення ґрунту, знищення рослинності, котра скріплює ґрунт, ерозія, збіднення ґрунтів низкою хімічних елементів, висушування, удобрення гноєм, біологічне забруднення
Випалювання старої трави	Знищення ґрунтових організмів в поверхневих шарах, підсилення випаровування
Зрошення	При неправильному поливанні відбувається заболочення та засолювання ґрунтів
Осушення	Зниження вологості, виникнення вітрової ерозії
Застосування отрутохімікатів та гербіцидів	Загибель низки ґрунтових організмів, зміни ґрунтових процесів, накопичення небезпечних для живих організмів отрут
Створення промислових та побутових звалищ	Зниження площі землі, придатної для сільського господарства, отруєння ґрунтових організмів на прилеглих ділянках
Робота наземного транспорту	Ущільнення ґрунту при русі поза дорогами, отруєння ґрунтів відпрацьованими газами та сипкими матеріалами
Стічні води	Зволоження ґрунтів, отруєння ґрунтових організмів, забруднення органічними та хімічними речовинами, зміна складу ґрунтів
Викиди в атмосферу	Забруднення ґрунтів хімічними речовинами, зміна їхньої кислотності та складу
Знищення лісів	Посилення вітрової та водної ерозії, посилення випаровування

Вивезення органічних відходів виробництва та фекалій на поля	Забруднення ґрунтів небезпечними організмами, зміна їхнього складу
Шум та вібрація	Сповільнення росту рослин, загибель живих організмів
Енергетичні випромінювання	Сповільнення росту рослин, забруднення ґрунтів

Втрата ґрунтами грудкуватої структури у верхньому горизонті відбувається внаслідок постійного зменшення вмісту органічних речовин, механічного руйнування структури різноманітними знаряддями обробітку, а також під впливом опадів, вітру, перепаду температур тощо.

Ще однією причиною втрати родючості є багаторазовий обробіток ґрунтів різними знаряддями за допомогою потужних і важких тракторів. Часто поле протягом року обробляється до 10-12 разів. Не враховується, що добрива, посівний матеріал, зерно і солому, коренеплоди і бульбоплоди завозять на поле та вивозять причепами. Висока частота обробітку пояснюється ще і тим, що наше сільське господарство не має знарядь для одночасного обробітку землі і догляду за посівами.

Через частий обробіток землі розпилюється поверхня ґрунту. Один трактор «Беларусь», працюючи на сухих полях, здіймає 13-14 тонн пилу на кожному гектарі, що і без пилових бур призводить до зносу мільярдів тон родючого шару ґрунту щорічно.

Через ущільнення ґрунту колесами важких тракторів і комбайнів типу «Дон», різко знижується родючість. Нормальна об’ємна маса структурного ґрунту – 1,1 1,2 г/см^3 – на багатьох полях змінюється аж до 1,6-1,7 г/см^3, що значно перевищує критичні величини. У таких ґрунтах майже вдвоє зменшується загальна пористість, різко знижується водопроникна і водоутримуюча здатність, зменшується опірність ґрунту до ерозійних процесів. Колеса трактора «Кировец-700» ущільнюють у колії ґрунт на глибину до 20 см, і врожай на таких смугах удвічі нижчий, ніж на ділянках між ними. Лише за рахунок цього фактора загальний врожай на полі зменшується на 20%.

Глобальною проблемою сьогодні є постійне ***зменшення вмісту гумусу***, який відіграє провідну роль у формуванні ґрунту, його цінних агрономічних властивостей, забезпеченні рослин поживними речовинами. Однією із основних причин цього є споживацький підхід до землі, намагання якнайбільше з неї взяти і якнайменше їй повернути. А гумус витрачається не тільки на мінералізацію з вивільненням доступних для рослин поживних речовин, а й виноситься з ґрунту в процесі ерозії, з коренеплодами та бульбоплодами, на колесах транспортних засобів, руйнується під впливом різноманітних хімічних речовин.

Нині в Україні кількість гумусу в ґрунті зменшилася в середньому в шість разів і становить приблизно 3%. Щорічно ґрунти України втрачають за

рахунок мінералізації 14 млн т гумусу, за рахунок ерозії – 19 млн т.

Сьогодні дедалі більш відчутними стають негативні ***наслідки хімізації сільського господарства*** – погіршуються властивості ґрунту, його стан через нагромадження в ньому великої кількості шкідливих хімічних речовин, що вносились без належних розрахунків і врахування екологічних законів. До таких хімічних речовин, в першу чергу, належать міндобрива та різні отрутохімікати – пестициди.

Внаслідок внесення високих доз мінеральних добрив ґрунт забруднюється баластними речовинами – хлоридами, сульфатами.

Пестициди пригнічують біологічну активність ґрунтів, знищують корисні мікроорганізми, черв'яків, зменшують природну родючість. Крім цього, гинуть комахи-запилювачі, від чого теж різко знижується врожайність, наприклад, гречки, баштанних культур тощо.

Вже сьогодні внаслідок спровокованої людиною пестицидної еволюції близько 500 видів комах є стійкими проти застосовуваних інсектицидів. Така стійкість виникає у рослин, молюсків, гризунів, грибів.

Всі без винятку пестициди належать до отрут широкої дії, і тому, потрапляючи в продукти харчування, вони завдають великої шкоди здоров'ю людей. Дослідження в нашій країні засвідчили: там, де інтенсивно застосовуються сільськогосподарські отрутохімікати, у місцевого населення ушкоджуються структури спадковості, розладнується діяльність центральної нервової системи, життєво важливих органів, у жінок частішають випадки ускладнення вагітності, народження неповноцінних або мертвих дітей, виникає алергія. Американські дослідники виявили, що 30% інсектицидів, 60% гербіцидів, 90% фунгіцидів, що застосовуються в США, здатні викликати рак. Також встановлено, що пестициди стимулюють розвиток у навколишньому середовищі вірусів, зокрема тих, які збуджують небезпечні захворювання людей, руйнують імунну систему. Площа земель, забруднених залишками отрутохімікатів, сягає 13 млн га.

Ґрунти також забруднюються відпрацьованими газами тракторів, комбайнів, автомобілів, мастилами та пальним, які з них виливаються під час роботи на полях. У ґрунти потрапляють і техногенні забруднення від промислових підприємств – сульфати, окиси азоту, важкі метали та інші сполуки.

У ролі основних забруднювачів ґрунтів виступають метали і інші сполуки, радіоактивні елементи, а також добрива і отрутохімікати, застосовувані в сільському господарстві. До найбільш небезпечних забруднювачів ґрунтів відносять ртуть і її сполуки. Ртуть надходить у навколишнє середовище з отрутохімікатами, з відходами промислових підприємств, що містять металеву ртуть і різноманітні її сполуки. Ще більш масовий і небезпечний характер носить забруднення ґрунтів свинцем. Відомо, що при виплавці однієї тонни свинцю в навколишнє середовище з відходами викидається його до 25 кг. Сполуки свинцю використовують в якості добавок до бензину, тому автотранспорт є серйозним джерелом свинцевого

забруднення. Особливо багато свинцю в ґрунтах уздовж значних автострад.

Поблизу значних центрів чорної і кольорової металургії ґрунти забруднені залізом, міддю, цинком, марганцем, нікелем, алюмінієм і іншими металами. У багатьох місцях їхня концентрація в десятки разів перевищує ГДК.

Радіоактивні елементи можуть потрапляти в ґрунт і накопичуватися в ньому у результаті випадання опадів від атомних вибухів або при віддаленні рідких і твердих відходів промислових підприємств, АЕС або науково-дослідних заснувань, пов'язаних із вивченням і використанням атомної енергії. Радіоактивні речовини з ґрунтів потрапляють у рослини, потім в організми тварин і людини, накопичуються в них.

Винятково гострою проблемою є вилучення орних земель під забудову різних промислових об'єктів, а також складування промислових та побутових відходів. За останні шістдесят років в Україні під різні види несільськогосподарського використання вилучено родючі землі, площа яких перевищує територію Одеської області (333 тис. км^2, або 3,3 млн га). Понад 700 тис. га родючих земель затоплено водоймами на Дніпрі. Відвали промислових відходів поглинули 200 тис. га родючих земель.

Негативний бік мають і такі важливі для сільського господарства роботи як ***зрошення й осушення земель***. Зрошувані землі дають близько 30% продукції рослинництва, але створення водойм і зрошення великих територій призводить до підняття рівня ґрунтових вод і зміни їхнього хімічного складу. Відбувається засолення ґрунтів, заболочування, підвищується сейсмічність території. 50% зрошуваних земель у нашій країні підтоплено, втрачається чи перевитрачається на кожному гектарі 700 м^3 на рік. Перевитрата води, закладена в самій нормі поливу, перевищена на 30%. Взагалі довжина зрошувальних меліоративних водоводів України перевищує довжину екватора Землі, а площа затоплених угідь втричі перевищує площу такої держави, як Люксембург (2,6 тис. кв. км).

За двадцять років площа перезволожених земель на Україні збільшилась на 1 млн га. Разом із введенням нових осушених площ понад 30% староорних ґрунтів виводиться із сільськогосподарського використання, тобто, якщо щороку вводиться 135 тис. га, то 46 тис. га виводиться із числа меліоративних земель внаслідок їхньої деградації.

Внаслідок осушення зникають болота, міліють річки. Меліорація змінює склад рослинності, місця мешкання тварин, призводить до великих втрат лікарських та харчових рослин. Так, на початку шістдесятих років польські кооператори заготовляли 220 центнерів валеріани на рік, а нині – лише 5 центнерів. Із 47 видів лікарських трав, що росли на Поліссі, тепер збирають 6-7 видів. 20 років тому на Поліссі було 80 тис. га журавлини, яка має надзвичайно цілющі властивості, а нині ця площа скоротилась до 23 тис. га. Катастрофічно знизилась і врожайність цієї цілющої ягоди. На початку шістдесятих заготівельники збирали 900-950 кг журавлини з гектара, а сьогодні – 100.

Таке використання та погіршення якості наших земель вимагає вжиття термінових науково обґрунтованих заходів, що сприятимуть значному підвищенню родючості ґрунтів та отриманню екологічно чистих продуктів харчування.

6.4 Вплив екзогенних процесів на стан земель

Як зазначається в одній з останніх доповідей ООН про стан земельних ресурсів світу, подальше існування сучасної цивілізації поставлено під загрозу через широкомасштабну загибель родючих земель, яка дедалі збільшується. Необхідні термінові заходи для відновлення структури і родючості ґрунтів – нейтралізація, розсолення, збагачення гумусу тощо.

На сьогодні ***охорона і раціональне використання земельних ресурсів*** (оброблювані землі, пасовища, сінокоси, рекреаційні землі) – одна з найактуальніших проблем людства.

Великої шкоди землям завдають обумовлені діяльністю людини (підрізування ухилів, риття кар'єрів, підтоплення, будівництво водосховищ) ***зсуви, селі й осипання ґрунтів***.

Величезної шкоди земельним ресурсам завдає ***геологічна і гірничодобувна промисловість***. При розвідці і пошуках корисних копалин тимчасово побудованими дорогами пересувається величезна кількість техніки, утворюються тисячі свердловин, копаються десятки тисяч канав, шурфів, будуються тимчасові бази, поселення, аеродроми, шляхи, що веде до зміни природних ландшафтів місцевості, порушення ґрунтово-рослинного покриву, утворення западин і опуклостей на поверхні.

Для зменшення тимчасової дії цих робіт необхідне:

- використання техніки з широкими шинами;
- селективна виїмка і складування ґрунтів;
- проведення робіт з відновлення ґрунтів і рекультивації земель;
- зменшення ресурсів ділянок свердлення;
- виведення порід в траншеї;
- проведення екологічної паспортизації земель, відведених під гірські роботи.

Для зони впливу гірничого виробництва характерні порушення різних типів:

- геомеханічні (деформації порід і земної поверхні, провали, забудови);
- гідродинамічні (гідрологічні – поверхневі, гідрогеологічні – підземні);
- аеродинамічні (приземні) порушення і забруднення: літосферні (поверхні), гідросферні, атмосферні та біоценотичні.

Мінеральні ресурси – це сукупність всіх корисних копалин суші,

Світового океану, які використовуються в галузях енергетики, чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, будівництва.

Мінеральні ресурси є національним багатством кожної країни. Щорічно на нашій планеті видобувається майже 30 т різних корисних копалин на людину, але тільки 1-5% їх через недосконалості технології і техніки реалізується у вигляді продукції виробництва, інше йде у відходи і втрачається на різних етапах виробництва. За даними німецьких фахівців мінеральні ресурси України оцінені у вісім балів за десятибальною системою.

Правильна охорона природи передбачає, щоб експлуатація одних видів ресурсів не завдавала збитку іншим. У зв'язку із цим слід розглянути шкідливий вплив гірничодобувної промисловості на природу, який виявляється у створенні відвалів, кар'єрів, териконів, провальних воронок, в забрудненні води, ґрунту, повітря. Нижче наведені деякі з цих порушень і заходи з їх ліквідації.

Відвали утворюються або з порожньої породи, яку піднімають з шахт разом з рудою або вугіллям, а потім відсортовують на збагачувальних фарбниках і звалюють поблизу (інколи такі відвали називають «хвостами» або хвостосховищами), або з відходів промислових підприємств (наприклад, попіловідвали теплових електростанцій), або з так званої вскриші, тобто верхніх шарів земної кори, що покривають поклади.

Якщо корисна копалина залягає неглибоко, її прагнуть розробляти відкритим способом, що значно дешевше. У такому випадку риють кар'єри, тобто проводять виїмку на велику глибину (інколи до 100 м), а потім відвалюють убік, створюючи своєрідні штучні плато, які виводять з ладу значні площі цінних земель.

Видобуток корисних копалин відкритим способом завдає найбільшого збитку природному середовищу, оскільки часто повному руйнуванню піддаються десятки і сотні гектарів цінних лісових і сільськогосподарських угідь.

Териконами є різновиди відвалів – у формі конусів. Ці конуси складаються з порожньої породи або з шлаку і часто зустрічаються навколо шахт, заводів, електростанцій та інших промислових підприємств. Терикони не тільки займають багато місця, але сильно порошать за наявності вітру, багато з них продовжують тліти усередині, виділяючи їдкий дим і сірчистий газ. У териконах вуглезбагачувальних фабрик завжди міститься багато вугільного штибу (пилу), який може самозайматися. Інколи внутрішня пожежа триває роками, а вся поверхня величезного конусу випускає жар і палиться цівками диму, як справжній вулкан. Якщо сильна злива глибоко промочить такий терикон, він може з величезною силою вибухнути, заподіюючи серйозні руйнування. Холодний терикон під впливом тривалих дощів здатний втратити зв'язаність і розпливтися.

Охороняти мінеральні ресурси необхідно, перш за все, від непродуктивної витрати, що відбувається у низці випадків через недбалість або недосконалість самого процесу видобутку. Наприклад, багато кам'яного

вугілля втрачається при підземних пожежах, значна кількість горючого газу пропадає при спалюванні у факелах на нафтопромислах тощо.

Економне і комплексне витрачання мінеральної сировини забезпечує продовження експлуатації існуючих (вже розвіданих) корисних копалин з тим, щоб їх вистачило на довший термін. У природі майже не зустрічаються «чисті» руди, що містять тільки залізо або тільки мідь, цинк, свинець. Руди величезної більшості родовищ – це складні комплекси, що включають основний елемент і низку додаткових компонентів, які інколи називаються супутниками. Часто трапляється, що гірничопромислові підприємства здобувають тільки основну копалину, притому лише з найбагатших пластів. Бідні пласти, що залягають тут же, не розробляються, а залишаються у землі або вибираються і кидаються у відвали з порожньою породою. Туди ж звалюються копалини-супутники, виділення яких з комплексної руди потребує додаткових технологічних операцій. А потім, коли багаті родовища виснажуються або виникає потреба саме у викинутих раніше супутниках, починається процес ***вторинної переробки і збагачення відвалів***, як правило, набагато більш коштовної, ніж організація одночасного видобутку всіх копалин. Щоб запобігти подібним фактам, потрібні не тільки організаційні заходи, але і наукові дослідження, спрямовані на створення досконаліших технологічних процесів видобутку мінеральної сировини.

З метою ***раціонального використання мінеральних ресурсів*** здійснюються безперервна розвідка, економне і комплексне витрачання їх, заміна дефіцитної мінеральної сировини іншими ресурсами. Для економії мінеральної сировини велике значення має збір металобрухту і його повторне використання. Крім того, необхідно передбачати заходи щодо запобігання і ліквідації шкідливого впливу гірничодобувної промисловості на природне середовище.

У багатьох країнах екологічна безпека людини тісно пов’язана з питаннями відновлення родючості ґрунтів і рослинного покриву. Такі способи мають назву рекультивація. ***Рекультивація*** – штучне відновлення родючості ґрунтів і рослинного покриву.

6.5 Сучасні перспективні технології та обладнання в сфері охорони земель

1) Методи та технології захисту земель від промислового забруднення.

Існують наступні способи очищення ґрунтів.

Низькотемпературна термічна десорбція – це технологія очищення ґрунтів, що заснована на застосуванні нагрівання для випаровування органічних речовин і видаленні їх таким чином із забрудненої матриці. Гази, що утворюються при випаровуванні органічних речовин, потім обробляються

іншими методами, часто спалюванням.

Оброблені ґрунти, зазвичай, можуть бути повторно використані в якості засипного матеріалу. Така технологія, ефективна для летких речовин у проникних ґрунтах, менш ефективна для слабо проникних ґрунтів.

Перевага способу: очищений ґрунт може використовуватися як заповнювач при будівельних роботах.

Недоліки:

- газ, що відходить, вимагає очищення;
- технологія має високі капітальні витрати.

Біоремедіація – ґрунти витягаються й обробляються таким чином, щоб інтенсифікувати ріст мікроорганізмів, зокрема, із застосуванням аерації, підгодівлі й поливу. Ці мікроорганізми, або природні, або культивовані, розкладають забруднювальні речовини. Дана технологія може застосовуватися в низці варіантів.

Сільськогосподарська обробка землі – ґрунти забезпечуються живильними речовинами, поливаються водою і переорюються культиваторами з метою інтенсифікації мікробіологічного розкладання забруднювальних речовин. Сільськогосподарська обробка землі має низку переваг, а саме: невисока вартість, ефективність у застосуванні до ідентифікованих забруднювальних речовин, якщо на місцях маються достатні площі для застосування цієї технології. Сільськогосподарська обробка землі найбільш застосовна до ґрунтів, забруднених вивітреними нафтопродуктами при високих концентраціях (3-10%). Ця технологія не повинна застосовуватися до ґрунтів, забруднених леткими органічними речовинами, тому що при цьому може виникнути проблема запахів.

До переваг способу можна віднести низькі капітальні витрати.

Компостування – ґрунти, переміщають у відвали, де вони забезпечуються живильними речовинами, щоб інтенсифікувати ріст мікроорганізмів, зокрема, із застосуванням аерації, підгодівлі і поливу. Ці мікроорганізми, або природні, або культивовані, розкладають забруднювальні речовини.

Переваги способу:

- ефективний для не летких органічних сполук;
- менш ефективний для летких органічних сполук;
- технологія вимагає наявності невеликих площ землі і помірних капітальних витрат.

Очищення ґрунту в суспензійних біореакторах – технологія, включає завантаження ґрунту у пристрої, де ґрунти механічно перемішуються з водою. Далі до біореактору додаються мікроорганізми. Активізація мікроорганізмів досягається шляхом постачання повітря і живильних речовин, а також підтримкою температури, що веде до мікробіологічного розкладання забруднювальних речовин.

Недоліки:

- має потребу у відповідних кліматичних умовах;

- необхідно чекати до 3 років необхідного результату;
- використовується примусова аерація;
- вимагає очищення газу, що відходить.

Переваги способу – вимагає наявності невеликих площ землі і помірних капітальних витрат.

Промивання ґрунту – технологія, що включає завантаження ґрунту у пристрої, де ґрунти механічно перемішуються з водою та далі потрапляють у систему фільтрів, в яких з водою від ґрунту віддаляються забруднювальні речовини.

Переваги способу – ефективність для більшості типів забруднювальних речовин.

Недоліки – високі капітальні витрати.

Перетворення ґрунту у будівельні матеріали – забруднені ґрунти змішуються з вапняком, цементом та деякими іншими в'яжучими агентами для стабілізації забруднювачів у виді твердої маси з низькою проникністю. Це охороняє від їх розповсюдження і подальшого переносу. Оброблені ґрунти потім ізолюються в сховищах або можуть залишатися на місці у контрольованому землекористуванні.

Переваги – ефективний для більшості типів забруднювальних речовин, особливо неорганічних сполук.

Недоліки – ґрунт стабілізований, однак забруднювачі не зруйновані, високі капітальні витрати.

Включення в асфальт – ця технологія являє собою включення забрудненого ґрунту до складу гарячої композиції асфальту. Леткі вуглеводні випаровуються під час нагрівання і згоряють, продукти згоряння уловлюються системами фільтрів асфальтового заводу. Більш важкі вуглеводні залишаються у складі композиції асфальту.

Переваги технології – ефективна для усіх вуглеводнів.

Недоліки – ефективна тільки для ґрунтів піщаного й гравійного типів, високі капітальні витрати.

Хімічна обробка – забруднювачі трансформуються в безпечні речовини шляхом хімічних реакцій зі специфічними реагентами, що додаються.

Переваги – ефективна для деяких хімічних речовин.

Недоліки – неефективна для вуглеводнів, високі капітальні витрати.

Ізоляція ґрунтів у сховище – ґрунт розміщається в спеціально побудованих сховищах, що ізолюють забруднювальні речовини від навколишнього середовища, із контролем підземних вод. Сховище може бути як тимчасове, так і довгострокове.

Ізоляція ґрунтів на місці – забруднені ґрунти залишаються на місці, але ізолюються від навколишнього середовища, із проведенням контролю фільтрату й міграції забруднювальних речовин. Ізоляція досягається шляхом спорудження покрить, чи стінок, що відтинають забруднювачі від довкілля, а також інших інженерних рішень.

Переваги способу – ефективний для більшості типів забруднювальних

речовин, включаючи неорганічні сполуки; ефективний для забрудненого устаткування й уламків.

Недоліки – ґрунт стабілізований, однак забруднювачі не зруйновані, високі капітальні витрати, фільтрат може мати потребу в очищенні.

Спалювання ґрунту (захист від високотоксичних відходів) – ґрунт пропалюється у спеціальних печах, де при високих температурах розкладаються високотоксичні органічні забруднювачі.

Переваги способу – ефективний для деяких високотоксичних органічних хімічних речовин.

Недоліки – неефективний для деяких неорганічних забруднювачів, високі капітальні витрати.

Проблеми екологічної безпеки людини тісно пов’язані зі станом довкілля. На жаль розглянуті способи очищення ґрунтів не завжди допомагають повернути їх до необхідного стану, та як правило, потребують значних матеріальних затрат.

2) Протиерозійні методи захисту земель та протиерозійна організація території.

Ерозія ґрунтів – це процес руйнування, перенесення і відкладання продуктів руйнування ґрунтів під впливом води, вітру, механічної дії ґрунтообробних знарядь, внаслідок чого катастрофічно знижується частка родючих земель. На сучасному етапі землекористування швидкість руйнування ґрунтового покриву перевищує швидкість ґрунтотворення.

Залежно від чинників руйнування ґрунтів розрізняють водну, вітрову, агротехнологічну, антропогенну, пасовищну ерозію.

Водна ерозія – це змивання верхнього шару або розмив його в глибину. Водна ерозія буває:

краплинною – руйнування ґрунтових агрегатів ударами дощових крапель, внаслідок чого шпарини забиваються дрібними часточками ґрунту, зменшуючи водопроникність і підсилюючи поверхневий стік та змив ґрунту;

площинною – більш-менш рівномірний змив ґрунту невеликими струменями талих і дощових вод;

лінійною, що спричиняє розмиви ґрунту, підґрунтя, материнської породи концентрованими токами води;

іригаційною, яка виникає в умовах неправильного організованого зрошення на схилах.

Крім такої класифікації водна ерозія поділяється на ***паводкову***, що виникає навесні під час сніготанення, та ***зливову***, яка виникає при випаданні інтенсивних дощів улітку.

Основними факторами розвитку водної ерозії є особливості та інтенсивність випадання опадів, товщина снігового покриву та швидкість його танення, глибина промерзання ґрунту, рельєф місцевості – крутість і довжина схилу, його експозиція. Руйнування ґрунтів водою починається за кута нахилу території 1-2º.

Руйнування поверхні ґрунту під дією сильних вітрів називають

вітровою ерозією, або дефляцією. Вона виявляється у вигляді ***пилових (чорних) бур*** і ***місцевої (повсякденної) вітрової ерозії***. Розпочинається за швидкості вітру 3-4 м/с на супіщаних, 4-6 м/с – на легкосуглинкових, 5-7 м/с – на важкосуглинкових і 7-9 м/с – на глинистих ґрунтах. Вітрова ерозія поширена у степових посушливих районах. Вітер зносить з полів верхній шар ґрунту (пилові бурі), видуває рослини або засипає посіви, зрошувальні системи ґрунтом і піском. Пилові бурі охоплюють великі території й повторюються періодично. Дрібні часточки ґрунту (менші за 0,25 мм) можуть переноситись на десятки, сотні, тисячі кілометрів від місця видування.

За даними М.Й. Долгілевича, у Степовій зоні України в середньому за рік видувається 21,5 млн т дрібнозему, з яким виноситься 39,5 тис. т фосфору.

Великої шкоди завдає місцева вітрова ерозія, яка виявляється у вигляді верхової і поземки: часточки ґрунту переносяться вітром на невеликі відстані або перекочуються по його поверхні, пошкоджуючи сходи сільськогосподарських культур.

Кількісно процеси ерозії оцінюються за інтенсивністю втрат ґрунту, тобто в тонах на гектар за рік або в міліметрах за рік. У цих одиницях вимірюють і швидкість процесів ґрунтотворення. Порівнявши інтенсивність втрат ґрунту зі швидкістю ґрунтотворення, можна оцінити ступінь небезпеки ерозії.

Ерозійні процеси за характером поділяють на нормальні і прискорені. ***Нормальна (геологічна) ерозія*** відбувається під природною рослинністю, не зміненою діями людини (цілинні степи, ліси, луки, пасовища та ін.). За своєю природою вона дуже повільна і, як правило, не призводить до утворення еродованих ґрунтів, тому що втрати ґрунту протягом року повністю компенсуються його утворенням. ***Прискорена (антропогенна) ерозія*** розвивається там, де внаслідок господарської діяльності людини природну рослинність знищено, а територія використовується без урахування її природних властивостей. У цьому разі втрати ґрунту набагато вищі за його утворення, що призводить до різкого зниження родючості. Такій ерозії легше і дешевше запобігти, ніж боротися з її наслідками.

Площа ерозійно небезпечних ґрунтів в Україні досягла 17,0 млн га, у тім числі 5,0 млн га орних земель зруйновано вітром. Ерозія прогресує зі швидкістю 100-120 тис. га за рік.

За останні десятиліття дефляція ґрунтів охопила й територію Полісся, вона руйнує осушені торфовища і мінералізовані переосушені землі, а також переміщує піски на пасмових формах рельєфу, навіть вкритих лісовою рослинністю. Втрати дрібнозему на Поліссі, за даними М.Й. Долгілевича, становлять 2-5 т/га за рік.

Захист ґрунтів від ерозії передбачає здійснення профілактичних заходів для запобігання її розвитку та вжиття конкретних заходів щодо ліквідації ерозії там, де вона вже розвинулась. ***Комплекс заходів щодо захисту ґрунтів від водної ерозії*** охоплює агротехнічні, лукомеліоративні, лісомеліоративні, гідротехнічні та організаційно-господарські.

Для запобігання процесам ерозії велике значення мають такі основні ***агротехнічні заходи***:

- різноглибинний безполицевий обробіток ґрунту упоперек схилів з мульчуванням його стернею;
- безполицеве лущення та культивація із залишанням стерні на поверхні поля;
- щілювання ґрунтів на глибину 50-60 см упоперек схилів через кожні 5-7 м;
- терасування стрімких схилів, нарізування валів упоперек схилів, борознування та ямкування зябу;
- впровадження ґрунтозахисних сівозмін;
- внесення органічних і мінеральних добрив, у тім числі нетоварної частини врожаю – стебел кукурудзи, соняшнику, гички, сидератів, соломи;
- снігозатримання та регулювання сніготанення;
- залуження ерозійно небезпечних ділянок багаторічними травами;
- зміна структури посівних площ.

До лукомеліоративних протиерозійних заходів належить:

- докорінне поліпшення пасовищ знищенням природних малопродуктивних трав, посівом і вирощуванням культурних трав;
- докорінна меліорація пасовищ, у тім числі із засоленими та солонцюватими ґрунтами;
- поверхневе поліпшення пасовищ;
- щілювання пасовищ і висівання трав;
- догляд за пасовищами;
- періодичне відновлення травостою пасовищ;
- загальне планування (вирівнювання) поверхні пасовищ і засипання вимоїн;
- виположування ярів у разі розчленування пасовищ ярами завглибшки до 10 м.

З лісомеліоративних протиерозійних заходів найважливішими є:

- полезахисні лісосмуги упоперек схилів для затримання поверхневого стоку, а також вітрозахисні лісосмуги, які влаштовують на межах полів сівозміни;
- насадження навколо ставів і водойм;
- суцільне або плямисте залісення еродованих чи ерозійно небезпечних земель (пісків, виходів гірських порід на поверхню та інші ділянки землі, які непридатні для сільськогосподарського використання).

Гідротехнічні протиерозійні заходи доцільно застосовувати тільки тоді, коли інші неспроможні запобігти ерозії. До них належать спеціальні споруди для регулювання стоку:

- водозатримні вали – влаштовують на відстані, не ближче від трьох глибин яру від його вершини;
- вали-тераси – споруджують на ріллі для повного затримання стоку;

- вали-лимани та вали-шляхи – водозатримні гідротехнічні споруди на межі полів сівозміни;
- донні та вершинні водоскидні споруди (загати, лотки-швидкотоки, східчасті перепади, консолі).

Від ***протиерозійної організації території*** залежить ефективність усіх інших заходів захисту ґрунтів від ерозії. Головне її завдання – раціональне розміщення агропромислового виробництва на земельному масиві господарства з органічним ув'язанням з природними умовами і характером використання кожної земельної ділянки.

Для найбільш правильної протиерозійної організації території усі землі господарства за інтенсивністю прояву ерозійних процесів поділяються на 3 еколого-технологічні групи (ЕТГ).

Еколого-технологічна група орних земель – це землі, виділені й об'єднані в окремі групи з урахуванням стрімкості схилу, еродованості, інтенсивності використання при контурно-меліоративній організації території. З метою формування в господарствах ерозійно стійких агроландшафтів орні землі за стрімкістю схилів поділяють на три еколого-технологічні групи.

Перша ЕТГ. До неї входять не еродовані (повнопрофільні) ґрунти, розташовані на рівнинах і схилах крутістю до 3°, характер рельєфу і якісний стан ґрунтового покриву яких дає змогу вирощувати всі види культур, включаючи і просапні.

У межах першої ТГ виділяють дві технологічні підгрупи: а) рівнинні землі, на яких немає обмежень у виборі напрямку обробітку ґрунту та сівби; б) землі на схилах (крутість 1-3°) і ділянки з нахилами до 1° в середній і нижній частинах водозбору в Степовій і Лісостеповій зонах з великими водозбірними площами, на яких обробіток ґрунту і сівба сільськогосподарських культур проводиться лише упоперек схилів або контурно з допустимим нахилом до горизонталей місцевості. На таких землях поля сівозмін поздовжніми сторонами і лісосмугами на них розміщуються упоперек схилу або контурно.

У Степовій і Лісостеповій зонах, де є прояви водної і вітрової ерозії ґрунтів, на землях першої ЕТГ перевага надається захисту земель від водної ерозії. Тому поздовжні сторони полів і лісосмуги на них розміщуються впоперек схилів. Заходи проти вітрової ерозії підсилюються ґрунтозахисним обробітком, посівом куліс упоперек основного напрямку панівних вітрів.

З метою забезпечення захисту ґрунтів від водної ерозії впоперек схилів на парах проектуються буферні смуги, а впоперек основного напрямку панівних вітрів, які збігаються з напрямком схилу, висіваються куліси, захисна дія яких виявляється переважно в осінньо-зимовий та ранньовесняний періоди, тобто в період наймовірнішого прояву пилових бур.

На контурних полях цієї групи застосовується ґрунтозахисна агротехніка – плоскорізний, чизельний та інший обробіток ґрунту за напрямком горизонталей. Для відтворення родючості ґрунту збільшують норми внесення органічних і мінеральних добрив.

Друга ЕТГ включає землі, які розташовані на схилах від 3 до 5º зі слабко- і середньо змитими ґрунтами.

На землях другої ЕТГ розміщуються ґрунтозахисні сівозміни з використанням культур, що мають високу ґрунтозахисну здатність (озимі та ярі зернові, однорічні трави). Тут застосовують інтенсивні зернотравні сівозміни. Розміщувати пари і просапні культури на землях другої ЕТГ недоцільно. На землях цієї групи застосовують ґрунтозахисний обробіток у поєднанні з мульчуванням ґрунту соломою та іншими післяжнивними рештками.

Для диференціації протиерозійних заходів, включаючи й агротехнічні, коригування ґрунтозахисних сівозмін (за ступенем насиченості багаторічними травами) землі другої ЕТГ поділяються на дві підгрупи: а) землі з крутістю схилів 3-5° без чітко сформованих улоговин; б) землі з крутістю схилів 3-5°, що пересічені улоговинами.

Третя ЕТГ. До неї належать землі на схилах крутістю понад 5º, а також землі з малорозвиненими ґрунтами на елювії твердих порід, піску, з малоеродованими, але низькопродуктивними ґрунтами, які повністю виводяться з обробітку з подальшим залуженням або залісенням. Їх засівають багаторічними травами і вилучають із ріллі. Такі землі перетворюються на штучні сіножаті з сіяних багаторічних трав.

При визначені меж технологічних груп земель враховується, що лінію переходу однієї групи в іншу, суворо по горизонталях проводити не завжди доцільно через складну їх конфігурацію.

Тому слід дотримуватись основного напрямку горизонталей з випрямленням лінії переходу по улоговинах. При цьому ділянки, що складаються з більш як 30% площ гіршої групи, виділяють у групу земель менш інтенсивного використання.

На лініях переходу однієї технологічної групи земель в іншу необхідно проектувати водорегулюючі, переважно дворядні лісові смуги, посилені найпростішими гідротехнічними спорудами (канава в нижньому міжрядді, вал-дорога по нижньому узліссі).

Системи обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин у комплексі забезпечують ґрунтозахисні технології вирощування культур, які розробляються для кожної зони чи регіону. Всі ґрунтозахисні технології разом з протиерозійною організацією території, гідро-, лісо- та лукомеліоративними заходами формують ***загальну або регіональну ґрунтозахисну систему землеробства***. ***Основними її ланками є***: контурно-меліоративна організація території з напрямними лініями обробітку ґрунту та системи сівозмін, ґрунтозахисного обробітку ґрунту, удобрення культур, захисту рослин від бур’янів, хвороб і шкідників, машин і знарядь, насінництва.

3) Лісомеліоративні заходи.

Агролісомеліорація – це система лісонасаджень, яка забезпечує поліпшення ґрунтових і кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур.

Ліс, як і трави, є одним із найпотужніших механізмів природи для запобігання водній та вітровій ерозіям ґрунтів.

Всередині лісонасаджень формується лісова підстилка, ґрунт стає менш щільним, значно зростає його водопроникність.

У поліпшенні природних умов для сільськогосподарського виробництва та запобігання негативним наслідкам його інтенсифікації (ерозія ґрунтів, забруднення та замулення водних об'єктів тощо) важливого значення набувають ефективне використання і відтворення лісових насаджень – захисне лісорозведення. Сучасне сільськогосподарське виробництво зобов'язане передбачати не тільки використання природних умов і ресурсів, а й їх охорону, відновлення й перетворення.

На основі глибокого вивчення змін природних умов степів В.В. Докучаєв розробив систему заходів проти посухи, суховіїв та ерозії ґрунту, в якій провідне місце відведено лісорозведенню. Ця система передбачає: регулювання річок і закріплення ярів; будівництво протиерозійних ставів; зрошення; встановлення певного співвідношення площ ріллі, луків і лісу залежно від місцевих умов; використання більш пристосованих до степових умов сортів сільськогосподарських культур; застосування найдосконаліших прийомів обробітку ґрунту.

Агролісомеліоративні насадження й природні ліси в комплексі із сільськогосподарськими угіддями утворюють лісоаграрні ландшафти, в яких створюються сприятливі умови для підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь та охорони навколишнього середовища.

Лісові насадження як один із важливих компонентів природних комплексів сприяють інтенсифікації процесу ґрунтотворення, підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, впливають на формування мікроклімату, баланс тепла і вологи, ослаблюють водну й вітрову ерозії, запобігають обмілінню, забрудненню та замуленню річок і водойм.

В зв'язку з тим що лісові насадження виконують різноманітні меліоративні функції протягом тривалого часу, вони є основною постійно діючою складовою частиною захисних інженерно-біологічних комплексів, що є системою запроваджуваних у межах водозбору організаційно-господарських, технологічних, агротехнічних, луколісомеліоративних, гідротехнічних та інших заходів, спрямованих на формування сприятливого мікроклімату, зменшення інтенсивності ерозійних процесів, підвищення родючості ґрунтів, запобігання негативним наслідкам сільськогосподарського виробництва.

Агролісомеліоративні насадження на місцевості мають бути єдиною біологічною меліоративною системою і займати територію окремих водозборів.

Полезахисне лісорозведення є найважливішою складовою частиною агролісомеліорації, яка передбачає поліпшення ґрунтово-кліматичних умов для вирощування сільськогосподарських культур і захист ґрунтів від ерозії за допомогою створення полезахисних лісових смуг.

Лісові насадження зменшують швидкість вітру, затримують на полях сніг, сприяють підвищенню вологості ґрунту і повітря, поліпшують гідрологічний режим місцевості, знижують випаровування вологи з ґрунту, захищають його та сходи сільськогосподарських культур від видування. Ці насадження належать до протиерозійних заходів постійної дії з тривалими строками окупності. Їх диференціюють за меліоративними функціями та за місцем розташування.

Лісові насадження мають бути багатофункціональними. У районах зі значним поверхневим стоком талих вод та інтенсивним снігоперенесенням основним їх завданням є ефективна дія на процеси формування поверхневого стоку за рахунок впливу на напрямок і швидкість вітру, температури повітря і ґрунту, динаміку снігового покриву, інтенсивність танення снігу та врожайність сільськогосподарських культур.

Функціональна ефективність лісових насаджень забезпечується відповідним добором дерев і чагарників, застосуванням найдоцільніших схем розміщення в посадках і спеціального догляду, а також збереженням захисної дії для своєчасного відтворення посадок у певних місцях.

До захисних насаджень належать полезахисні та водорегулювальні лісосмуги, насадження навколо ставів та водойм, прибалкові та на незручних землях.

Полезахисні лісосмуги – це група захисних лісових насаджень, призначених для запобігання вітровій ерозії, поліпшення водного режиму ґрунту, захисту культурних рослин від посухи та шкідливого впливу суховіїв, збереження агроценозів тощо. Їх насаджують по межах полів та сівозмін і орієнтують упоперек напрямку вітрів, які спричинюють пилові бурі чи повітряну посуху. Вони поліпшують мікроклімат поля, сприяють затриманню снігу й підвищенню врожаїв сільськогосподарських культур. Досвід застосування полезахисних смуг засвідчує найвищу їх ефективність щодо запобігання чи ослаблення вітрової ерозії, снігозатримання, поліпшення мікроклімату в міжсмуговому просторі в тому разі, коли їх конструкція ажурна або продувна і якщо вони поєднуються з ґрунтозахисним безполицевим обробітком ґрунту.

Водорегулювальні лісосмуги висаджують на межі полів сівозмін і орієнтують довгим боком точно упоперек схилу. Вони перехоплюють поверхневий стік і переводять його у внутрішньоґрунтовий, а також поліпшують мікроклімат міжсмугового простору. Водорегулювальні лісосмуги застосовують на водозбірних схилах як основні, додаткові і допоміжні насадження. Основні лісосмуги завширшки 9-12 м розміщують по горизонталях і дещо спрямляють їх у місця пересікання з улоговинами. Додаткові водорегулювальні лісосмуги завширшки 7-9 м на схилі застосовують тоді, коли основна смуга такого самого призначення не забезпечує повного регулювання поверхневого стоку із водозбору, внаслідок чого ґрунт у нижній частині схилу та на берегах гідрографічної мережі розмивається. Розміщують їх як безпосередньо вздовж бровки гідрографічної

мережі (прибалкові), так і на деякій відстані від неї, а в разі сильного розмивання берегів мережі – безпосередньо вздовж її кромки.

Насадження навколо ставів та водойм належать до рекреаційних, тобто тут влаштовують зони відпочинку. Ґрунтозахисна роль таких насаджень полягає в запобіганні абразії берегів, захисті земляних гребель від руйнування хвилеприбоєм та у разі переливання води через греблі. У верхів'ях ставів із чагарникових порід влаштовують мулофільтри, які осаджують дрібнозем, що надходить зі стоком і може замулювати стави.

Прибалкові насадження поглинають стік, що надходить з полів, поліпшують мікроклімат місцевості, відгороджують ріллю від природних кормових угідь. Для запобігання спасуванню худобою польових культур їх відгороджують колючими чагарниками і деревами (шипшиною, глодом, лохом).

Насадження на незручних землях влаштовують на ділянках, непридатних для сільськогосподарського використання. Вони мають бути залісеними, оскільки ліс – це легені планети. Чим більше лісів, тим здоровіше, чистіше і більш насичене киснем повітря.

У лісомеліоративні насадження доцільно включати їстівні та лікарські породи дерев і чагарників – грецький горіх, ліщину, фундук, глід, обліпиху, шипшину, грушу, яблуню, чорну смородину тощо.

Ефективна дія полезахисних лісосмуг спостерігається на відстані до 30 висот деревних насаджень.

Лісові смуги, розміщені вздовж довгих боків полів, називають *основними*, або *поздовжніми*, вздовж коротких – *допоміжними*, або *поперечними*. Полезахисні лісосмуги розміщують, як правило, у двох взаємно перпендикулярних напрямках: поздовжні – впоперек напрямку панівних у даному районі шкідливих вітрів, поперечні – впоперек поздовжніх смуг, які захищають поля від вітрів інших напрямків.

За рекомендованих відстаней між лісосмугами площа полів становитиме 70-120 га. На піщаних і супіщаних ґрунтах і схилах понад 3º площа полів менша (мінімальна – 12,5-15 га).

За складом деревних порід лісові смуги бувають простими, якщо складаються з однієї породи, і змішаними, якщо до їх складу входять декілька деревних або деревні і чагарникові породи.

Прості за складом лісосмуги більш придатні для створення вузьких вітроламних ліній зі швидкорослих порід із густою кроною (тополі) або насаджень у специфічних лісорослинних умовах (бідні піщані, заболочені ґрунти тощо), асортимент дерев для яких обмежений.

Полезахисні лісові смуги здебільшого змішані, вони характеризуються кращим ростом, вищою біологічною стійкістю порівняно з простими насадженнями.

При складанні схем лісових смуг слід пам'ятати, що основна порода у змішаних насадженнях має займати не менш як 50-60% посадкових місць. Основні й допоміжні породи висаджують, як правило, рядами, а чагарники

чергують через одне посадкове місце з допоміжною або ажурнокронною породою. В разі створення лісових смуг за участю однієї з ажурнокронних основних порід (береза, горіх, модрина, біла акація) до них треба додавати певні густокронні допоміжні породи.

На захищених лісовими насадженнями полях зменшується швидкість вітру, що запобігає видуванню ґрунту, затримуються сніг і поверхневий стік води, захищається ґрунт від змиву й розмиву, змінюється мікроклімат, поліпшуються водний, повітряний і поживний режими ґрунту та умови розвитку сільськогосподарських культур.

Залежно від покриву поверхні поля сільськогосподарські культури виявляють різну ґрунтозахисну здатність. Надійний захист ґрунтів забезпечують багаторічні та однорічні трави, добре розвинені озимі, ранні ярі зернові й зернобобові культури. Після культур суцільної сівби протиерозійний фон зберігається в разі плоско різного обробітку ґрунту та поліпшується фітомеліоративна дія рослин.

Просапні культури до змикання міжрядь мало захищають ґрунт від ерозії, їх ґрунтозахисний вплив посилюється в другій половині літа, коли в рослин добре розвивається листкова поверхня.

Ґрунтозахисна здатність рослин зменшується зі збільшенням стрімкості схилу. Захищають ґрунт від ерозії не лише живі, а й відмерлі рослини. На цьому ґрунтується захист ґрунтів від ерозії мульчуванням соломою та післяжнивними рештками. Мульча поглинає енергетичну силу дощових крапель, зменшує швидкість стоку і силу вітру, запобігає інтенсивному випаровуванню.

Крім того, мульча є енергетичним матеріалом процесу ґрунтотворення, забезпечує відтворення гумусу, сприяє поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту.

Чим густіші посіви та більша біомаса врожаю, тим вища ґрунтозахисна ефективність сільськогосподарських культур. Важливу ґрунтозахисну роль відіграють кореневі системи рослин. Проникаючи в глибокі горизонти і залишаючись у них після відмирання, корені рослин збільшують пористість, структурність та водопроникність ґрунту, що підвищує його родючість та протиерозійну стійкість.

Протиерозійну роль рослин широко використовують у ґрунтозахисному землеробстві – ґрунтозахисні сівозміни, смугове розміщення культур, вирощування культур суцільної сівби, застосування буферних смуг, залуження схилових ділянок багаторічними травами.

Для боротьби з ерозією ґрунтів на схилах влаштовують полезахисні та водорегулювальні лісосмуги, засаджують яри, піски і землі, непридатні для сільськогосподарського використання. Густа трав’яниста рослинність оберігає ґрунт від водної та вітрової ерозій, але найнадійніше його захищають дерева і чагарники, особливо в посушливих районах країни.

4) Залуження та заліснення земель.

Дуже важливим напрямом зменшення інтенсивності ерозійних процесів,

деградації сільськогосподарських агроландшафтів і ґрунтового покриву є вилучення з обробітку та зі складу ріллі земельних ділянок із сильно- й середньоеродованими ґрунтами під постійне їх ***залуження або залісення***.

Під залуження багаторічними травами рекомендується відводи-ти землі схилів понад 5°. Залуження ерозійно небезпечних ділянок багаторічними травами застосовують, як правило, у місцях проходження великих мас води під час злив і сніготанення: залужені водотоки, водопідвідні улоговини, найстрімкіші ділянки довгих схилів із середньо- та сильнозмитими ґрунтами, кювети вздовж доріг, сильно еродовані ділянки схилів.

Ґрунтозахисна здатність багаторічних трав першого року використання становить 92%, другого – 97%, третього – 99%, тоді як однорічні суміші (горох, вика, овес або кукурудза з горохом і викою) –тільки 65%.

При освоєнні схилів під кормові угіддя основною вимогою є запобігання виникненню або зведення до мінімуму ерозії під час залуження. Тому всі види обробітку ґрунту та підготовки його до посіву трав проводять лише упоперек схилів.

Найефективнішим ґрунтозахисним заходом є ***смугове залуження схилів***. У перший рік залуження оброблювані смуги завширшки 25-30 м чергують з необроблюваними завширшки 10-20 м залежно від стрімкості схилів, зайнятих природним травостоєм, що на початку освоєння схилів слугує захисним буфером від змивання і розмивання ґрунту. Після утворення міцної дернини під посіяними багаторічними травами (через 1-2 роки) готують під залуження смуги з природним травостоєм. Для залуження добирають найбільш урожайні та стійкі багаторічні трави з урахуванням екологічних умов їх вирощування (еродованість, реакція ґрунтового розчину, умови вологозабезпечення) та призначення травостою.

Для створення сіяних травостоїв перевагу віддають бобово-злаковим травосумішам, які продуктивніші за чисті посіви, оскільки більше сприяють підвищенню родючості ґрунту, стійкіші проти витоптування тваринами, довговічніші, краще збалансовані за поживними речовинами.

Для залуження схилових угідь Полісся та Лісостепу із бобових використовують конюшину, синьогібридну люцерну, зі злакових – безостий стоколос, лучну вівсяницю, лучну тимофіївку, збірну грястицю, багатоукісний та пасовищний райграс.

У південно-східних районах Лісостепу та Степу в травосуміші включають безостий стоколос, лучну кострицю, високий райграс, безкореневищний пирій та посухостійкіші рослини – прямий стоколос, сизий пирій, вузьколистий житняк та ін. Із бобових компонентів для залуження схилів використовують еспарцет і синьогібридну люцерну, а в південних районах – жовту та жовто гібридну люцерну, на засолених ґрунтах – білий та жовтий буркун.

У Степовій зоні найоптимальнішими травосумішами є: на північних схилах – люцерна із сизим або повзучим пирієм; на південних, менш родючих, – піщаний еспарцет зі стоколосом, житняком, райграсом.

Залуження схилів проводять напровесні або влітку, коли в ґрунті є достатня кількість продуктивної вологи. Весняні посіви трав добре розвиваються в роки з достатнім зволоженням, особливо в разі створення значних запасів вологи з осені. У посушливі роки вищі врожаї дають трави, висіяні влітку на добре обробленому ґрунті. Кращий час для сівби – липень – перша половина серпня (не пізніше). Для формування кореневої системи та врожаю надземної маси багаторічні трави потребують фосфорних і калійних добрив, які підвищують зимостійкість рослин, урожайність та якість продукції на всіх ґрунтах.

5) Консервація деградованих, малопродуктивних і техногенно забруднених земель.

Важливим напрямом охорони земель сільськогосподарського призначення України є консервація деградованих, малопродуктивних і техногенно забруднених угідь. Відповідно до ст. 171 ЗК України до деградованих земель належать:

а) земельні ділянки, поверхня яких порушена внаслідок землетрусу, зсувів, карстоутворення, повеней, добування корисних копалин тощо;

б) земельні ділянки з еродованими, перезволоженими ґрунтами, ґрунтами з підвищеною кислотністю або засоленістю, забрудненими хімічними речовинами ґрунтами. Малопродуктивними землями вважаються сільськогосподарські угіддя, ґрунти яких характеризуються негативними природними властивостями, низькою родючістю, а їх господарське використання за призначенням є економічно неефективним.

Техногенно-забрудненими є землі, забруднені внаслідок господарської діяльності людини, що призвела до деградації земель та негативного впливу на довкілля і здоров’я людей. До таких земель відносять і землі радіаційно небезпечні та радіоактивно забруднені, землі забруднені важкими металами, іншими хімічними елементами тощо (ст. 169 ЗК).

Консервація земель являє собою тимчасове виведення деградованих, малопродуктивних і техногенно забруднених сільськогосподарських угідь із сільськогосподарського використання, проведення на таких угіддях комплексу робіт з відновлення їхньої родючості (головним чином, залуження або заліснення) та повернення їх у сферу сільськогосподарського виробництва. Консервація земель здійснюється лише щодо земель, відновити продуктивні та екологічні властивості яких у процесі їх сільськогосподарського використання неможливо. Що стосується техногенно забруднених земельних ділянок, то консервації підлягають лише землі, на яких неможливо одержати екологічно чисту продукцію, а перебування людей на цих земельних ділянках є небезпечним для їх здоров’я (ст. 172 ЗК).

Обов’язковою умовою проведення консервації земель є розробка відповідного проекту. Для підготовки проекту власник земельної ділянки повинен укласти з землевпорядною організацією, яка має ліцензію на виконання землевпорядних робіт, договір на його розробку.

Після схвалення проекту консервації земельної ділянки державною

землевпорядною експертизою він підлягає виконанню. Реалізовуючи проект консервації земельної ділянки, її власник чи користувач мають здійснити залуження чи заліснення ділянки. Залуження полягає у її засіванні насінням багаторічних трав, а заліснення – у закладенні деревних насаджень. Використання земельної ділянки, що перебуває у стані консервації, для вирощування сільськогосподарських культур забороняється.

По закінченні строку консервації земельної ділянки комісія проводить обстеження законсервованих земель у натурі (на місцевості) і вносить до відповідних органів виконавчої влади (місцевого самоврядування), які прийняли рішення про консервацію земель, пропозицію щодо повернення земель до попереднього використання, продовження термінів консервації або про здійснення інших заходів щодо їх раціонального та екологічно безпечного використання.

6) Рекультивація земель.

Порушені землі підлягають ***рекультивації***, під якою розуміється комплекс робіт, скерованих на відновлення продуктивності та господарської цінності земель, а також поліпшення якості навколишнього середовища згідно з інтересами суспільства (рис. 6.1).

Послідовність рекультиваційних робіт: технічна рекультивація, потім біологічна. Технічна рекультивація полягає у підготовленні порушених земель до подальшого використання в господарстві. Біологічна рекультивація передбачає заходи, що сприяють покращанню фізичних та агрохімічних властивостей ґрунтів на рекультивованих землях (вапнування, піскування, глинування, внесення мінеральних, органічних добрив, золи, шлаку тощо).

Розрізняють такі види технічної рекультивації:

- сільськогосподарську (підготовлений земель до використання як сільськогосподарських угідь);
- лісогосподарську (підготовлення земель під лісопосадки);
- водогосподарську (підготовлення до створення на них водойм);
- будівельну (підготовлення земель до промислового і цивільного будівництва);
- рекреаційну (підготовлення земель для об’єктів відпочинку);
- санітарно-гігієнічну (консервація порушених земель, якщо їхня рекультивація з іншою метою з певних причин недоцільна).

Лісогосподарська рекультивація здебільшого проводиться там, де є можливість відновити ділянку лісу цінними породами дерев. її вартість та вимоги до агрохімічних характеристик відновлюваних ґрунтів нижчі, ніж при сільськогосподарській рекультивації.

Водогосподарська рекультивація проводиться у відпрацьованих кар’єрах, які часто заповнюються ґрунтовими водами.

Рекреаційна рекультивація здійснюється неподалік від міст і великих населених пунктів з метою створення зон відпочинку для населення. Здебільшого вона поєднується з водогосподарською й лісогосподарською.



Рис. 6.1 – Види та етапи рекультивації землі

Санітарно-гігієнічна рекультивація застосовується на ділянках, де є сховища шкідливих речовин з метою запобігання їх шкідливому впливу на довкілля.

Під час технічної рекультивації виконують такі роботи:

- планування поверхні землі;
- формування відкосів, відвалів і бортів кар’єрів;
- зняття, перевезення, зберігання та повторне нанесення ґрунтів – землювання;
- будівництво доріг, гідротехнічних і меліоративних споруд.

Загальні вимоги до рекультивації земель регламентуються

Держстандартом 17.5.3.04-83. Найважливішим етапом технічної рекультивації є ***землювання*** – комплекс робіт зі зняття, транспортування та нанесення родючого шару ґрунту і потенційно придатних порід на рекультивовані ділянки землі. Технологія землювання вибирається з розрахунку мінімального проходу транспортних та планувальних машин по ділянці з метою недопущення надмірного ущільнення нових шарів ґрунту. Загальні вимоги до землювання викладено в Держстандарті 17.5.3.05-84. Родючий шар ґрунту для землювання повинен відповідати Держстандарту 17.4.2.02-83, а для сільськогосподарського напрямку рекультивації – Держстандарту 17.5.1.03-78. Основною характеристикою землювання є величина родючого шару, що наноситься на рекультивовану землю, яку визначають, орієнтуючись на призначення ділянки, особливості природної зони, економічні можливості тощо. Землювання може бути суцільним і вибірковим, звичайним і комбінованим.

Звичайне землювання здійснюється за один раз без перемішування основного шару та того, що наноситься.

Комбіноване землювання здійснюється у два етапи: нанесення родючого шару товщиною 10-15 см та перемішування його з поліпшуваним ґрунтом або породою; повторне нанесення родючого шару ґрунту до запроектованої норми.

Основні вимоги до землювання в залежності від типу ґрунтів та конкретного природного середовища викладено в Держстандарті 17.5.3.05-84.

Основними заходами відновлення ґрунтів на оголених ділянках рельєфу є ділянкове лісо- і деревонасадження у вигляді лісозахисних смуг, екологічно обґрунтоване зрошення земель, впровадження сівозмін, періодична консервація угідь, розроблення норм на вирубку лісу під час пошуково-розвідувальних робіт тощо.

У наш час рекультивацію включають в основні виробничі процеси лісопереробних підприємств. Підприємства, які порушують землі, зобов’язані після закінчення робіт привести їх до стану, придатного для використання в лісовому, сільському чи рибному господарствах.

Однак розрив між відпрацьованими і поновленими площами ще великий, незважаючи на зростання обсягів рекультивації порушених земель. Раціональне землекористування в сільському господарстві включає правильну організацію користування територією, формування культурного агроландшафту. Екстенсивне землеробство призвело до розорювання лучних земель, аж до урізів русел річок, спадистих і крутих схилів, на яких повинні рости ліси, чагарники і трави. У кожному конкретному районі повинно бути своє, науково обґрунтоване співвідношення між полем, лісом, луками, болотами, водоймами, що дасть найвищий господарський ефект і збереже навколишнє середовище.

7) Технології захисту земель від шкідливої дії вод.

При проектуванні інженерного захисту територій та споруд від ***підтоплення*** та ***затоплення*** розробляється комплекс заходів, які б

забезпечували запобігання підтопленню та затопленню або усунення негативного впливу цих процесів у залежності від вимог щодо функціонального використання територій і охорони природного середовища.

Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення виконується з метою забезпечення безперебійного і надійного функціонування та розвитку всіх об'єктів господарювання, створення належних екологічних та соціальних умов життя населення, дотримання нормативних санітарно-гігієнічних умов.

Діяльність із забезпечення інженерного захисту від підтоплення та затоплення належать до природоохоронних видів господарської діяльності.

Проектування захисних споруд від підтоплення та затоплення виконується з урахуванням генеральних планів міст та селищ, схем та комплексних програм інженерного захисту територій населених пунктів від небезпечних геологічних процесів та шкідливої дії вод, вимог інтегрованого керування поверхневими та підземними водами, земельними ресурсами, програм екологічного оздоровлення територій.

Захист від підтоплення ґрунтовими водами територій міст і селищ, а також окремих споруд на них належить виконувати наступними способами:

- улаштування дренажів різних типів;
- виконання зовнішньої або внутрішньої гідроізоляції.

Вибір типів захисних споруд та їх компонування виконуються під час розроблення схем інженерного захисту або на початкових стадіях проектування. Проектні рішення приймаються на підставі порівняльного аналізу розглянутих варіантів з урахуванням:

- природних умов району будівництва (геологічних, геоморфологічних, кліматичних, гідрологічних, гідрогеологічних і екологічних);
- містобудівної характеристики території на час проектування та будівництва захисних споруд, а також на перспективу – враховуючи існуюче і заплановане використання підземного простору;
- змін гідрогеологічних обставин на ділянках містобудівного та іншого призначення, прилеглих до території, яка захищається;
- наслідків впливу захисних споруд на інженерно-геологічні умови території (приклади наслідків: осушення ґрунтів, зниження рівня ґрунтових вод, зміни міцності природних основ та стійкості схилів і укосів), включаючи екологічні наслідки;
- умов рекреаційного використання території;
- умов і методів виконання робіт, ресурсозбереження.

У комплексах інженерного захисту від підтоплення ґрунтовими водами територій та споруд належить застосовувати дренажі наступних видів:

- горизонтальний;
- вертикальний;
- комбінований;
- променевий;

- внутрішній;
- спеціальні види дренажів (вакуумні, електродренажі тощо).

Горизонтальний дренаж досконалого і недосконалого типів застосовують у різних ґрунтових умовах:

- досконалого типу – в усіх водоносних ґрунтах без обмежень;
- недосконалого типу – у добре проникних ґрунтах (в інших ґрунтах – за наявності обґрунтування ефективності застосування).

Вертикальний дренаж застосовується для дренування ґрунтів із значною водопроникністю у двошаровому середовищі. Для багатошарового середовища належить обґрунтувати ефективність цього виду дренажу. Вертикальний дренаж найбільш ефективний у випадках, коли слабкопроникні ґрунти підстеляються проникними ґрунтами з напірними водами.

Комбінований дренаж застосовується у випадках складної будови відкладів, коли верхній слабкопроникний шар ґрунту великої потужності підстеляється шарами водопроникних ґрунтів невеликої потужності із водоносним горизонтом у них (напірним або безнапірним).

Променевий дренаж застосовується для глибокого зниження рівня ґрунтових вод, він є ефективним для дренування територій із складною будовою рельєфу поверхні та ґрунтових шарів, на ділянках із щільною забудовою та густо насиченим комунікаціями підземним простором.

Внутрішній дренаж застосовується для захисту будинків та споруд при неможливості влаштування класичних систем дренажу за умови:

- проведення ремонту або реконструкції підвального приміщення, коли розкриття фундаментних пазух є неможливим за умов розміщення оточуючих об’єктів (будинки, споруди, автошляхи, комунікації, рослинність тощо) або призведе до недоцільних матеріальних витрат на відновлення таких об’єктів;
- при використанні методів будівництва типу зверху-вниз або уверх-униз , які не дозволяють улаштування іншого виду дренажу.

Спеціальні види дренажів застосовуються для посилення ефекту осушення слабкопроникних ґрунтів (прискорення темпів осушення, поліпшення роботи фільтрів). До них належать вакуумний, електроосушувальний, вентиляційний та інші дренажі.

Захист територій від затоплення здійснюється:

- обвалуванням територій із боку річки, водосховища або іншого водного об’єкта;
- штучним підвищенням рельєфу територій до незатоплюваних планових позначок;
- акумуляцією, регулюванням, відведенням поверхневих стічних і дренажних вод із затоплених, тимчасово затоплюваних, зрошуваних територій і низинних порушених земель.

До складу споруд інженерного захисту від затоплення належать: дамби обвалування, дренажі, дренажні й водоскидні мережі, нагірні водоскидні канали, швидкотоки й перепади, трубопроводи й насосні станції.

У залежності від природних і гідрогеологічних умов території, що захищається, системи інженерного захисту можуть включати декілька вказаних вище споруд або окремі споруди.

Загальна схема обвалування території (що захищається) вздовж усього зниження позначок її природної поверхні обирається на основі техніко-економічного порівняння варіантів з урахуванням вимог нормативних документів та стандартів.

Для захисту затоплюваних територій застосовуються два види обвалування: загальне та по ділянках.

Загальне обвалування території доцільно застосовувати, якщо на території, що захищається, немає водотоків або коли стік водотоків можна перекинути до водосховища або в річку через відвідний канал, трубопровід або за допомогою насосної станції.

Обвалування по ділянках застосовується для захисту територій, які перетинаються великими річками, перекачування яких є економічно недоцільним, або для захисту окремих ділянок території із різною щільністю забудови.

Під час вибору варіантів конструкцій дамб обвалування слід враховувати:

- топографічні, інженерно-геологічні, гідрогеологічні, гідрологічні, кліматичні умови району будівництва;
- економічні показники конструкцій захисних споруд;
- можливість пропускання води в періоди водопіль та дощових паводків;
- щільність забудови території та розміри зон відчуження, що потребують винесення будівель із зон затоплення;
- доцільність застосування місцевих будівельних матеріалів, будівельних машин і механізмів;
- строки зведення споруд;
- вимоги щодо охорони довкілля;
- зручність експлуатації;
- доцільність утилізації дренажних вод для поліпшення водопостачання.

Перевищення гребенів дамб обвалування над розрахунковими рівнями води у водних об’єктах необхідно визначати в залежності від класу наслідків (відповідальності) цих захисних споруд.

Проекти інженерного захисту з метою запобігання затопленню, обумовленому створенням гідротехнічних споруд (водосховищ, магістральних каналів, систем осушування земельних масивів тощо) необхідно узгоджувати з проектами будівництва всього водогосподарського комплексу.

Штучне підвищення поверхні територій здійснюється у разі:

- освоєння під забудову територій, що піддаються підтопленню та затопленню;

- використання земель під сільськогосподарське виробництво;
- благоустрою узбережної смуги водосховищ та інших водних об’єктів.

Варіанти штучного підвищення поверхні територій, що захищаються, у населених пунктах обираються на основі аналізу наступних умов: кліматичних, ґрунтових, геологічних, функціонально-планувальних, соціальних, екологічних та інших – у відповідності з вимогами, що стосуються забудови поселень (ДБН 360).

Проекти вертикального планування територій із підсипанням розробляються з урахуванням щільності забудови території, ступеня виконання передбачених раніше планувальних робіт, класів наслідків (відповідальності) захисних споруд, змін гідрологічного режиму річок і водойм з урахуванням прогнозованого підйому рівня ґрунтових вод.

Під час проектування штучного підвищення поверхні території з метою захисту від затоплення позначка розрахункового рівня води в річці або водосховищі обирається у відповідності із нормами проектування споруд на берегах водних об’єктів.

Відведення поверхневого стоку на території зі штучним підвищенням поверхні належить здійснювати у водойми, водотоки, яри, в загальноміські каналізаційні або зливові системи з урахуванням природоохоронних вимог.

При проектуванні штучного підвищення поверхні території необхідно забезпечувати умови природного дренування підземних вод. Уздовж тальвегів ярів і балок, що засипаються або замиваються, слід прокладати дренажі, а постійні водотоки поміщати в колектори із супутніми дренами.

Необхідність осушення штучних підсипок визначається гідрогеологічними умовами прилеглої території та фільтраційними властивостями ґрунтів основ і підсипки.

В разі засипання тимчасових водотоків або водойм необхідно передбачати в основі підсипки фільтрувальний шар або пластовий дренаж для забезпечення розвантаження потоку ґрунтових вод.

Технологія робіт із штучного підвищення поверхні території підсипанням або намиванням ґрунту має передбачати переміщення ґрунтових мас у напрямку з незатоплюваних ділянок корінного берега або заплави на затоплювані. У разі дефіциту ґрунтів належить використовувати корисні виїмки (зроблені під час поглиблення русел річок для судноплавства, розчищення і благоустрою стариць, проток та інших водойм) на території, що захищається, або поблизу.

Споруди для акумуляції, регулювання та відведення поверхневих вод із міських територій і промислових площадок слід проектувати у відповідності з вимогами до проектування зливової каналізації.

Акумуляція річкового стоку здійснюється шляхом улаштування водосховищ у верхів’ях річок.

Для запобігання підтопленню та затопленню сільськогосподарських територій слід застосовувати споруди і заходи з регулювання стоку та

руслових процесів прилеглих до цих територій незарегульованих середніх та малих річок. Склад таких споруд і заходів визначається у залежності від:

- масштабів і часу затоплення території;
- природних факторів – підтоплення і водної ерозії;
- техногенних факторів, що посилюють масштаби затоплення і підтоплення земель у зоні об'єктів, що захищаються;
- типу руслового процесу.

Регулювання і відведення поверхневих вод із сільськогосподарських земель належить виконувати з урахуванням можливої водної ерозії ґрунтового покриву (в залежності від норми опадів, випаровування, уклону поверхні, природної дренованості тощо). У процесі регулювання і відведення поверхневих вод має забезпечуватися:

- у вологій зоні – захист земель від затоплення зливовими і талими водами, відведення надлишкових поверхневих вод, зниження рівня ґрунтових вод (якщо він наближений до поверхні), осушування боліт та перезволожених земель;
- у слабкозасушливій та засушливій зонах – захист від площинної та лінійної водної ерозії шляхом обробки орних земель упоперек схилів, задернування (засівання травами) схилів, висаджування дерев та чагарників у зонах утворення яруг та лісосмуг уздовж меж сівозмінних ділянок, створення водоутримуючих пристроїв, глибокого об'ємного розпушування.

Стокорегулюючі споруди на територіях, що захищається, повинні забезпечувати відведення поверхневого стоку до гідрографічної мережі або інших водоприймачів.

Для перехоплення та відведення поверхневих вод належить застосовувати огороджувальне обвалування у поєднанні із нагірними канавами.

Споруди з регулювання русел улаштовуються на водотоках, які перетинають території, що захищаються. Для забезпечення незатоплюваності територій такі споруди мають розраховуватися на пропускання максимальних витрат, які відповідають розрахунковим рівням води під час повені. Крім того, ці споруди мають забезпечувати розрахункове наповнення русла річки та запобігання висушуванню заплавних територій, вони не повинні порушувати умов забору води в існуючі канали, змінювати твердий стік потоку, а також режим пропускання льоду й шуги.

Захист територій від техногенного затоплення мінералізованими водами шляхом застосування поглинальних свердловин та колодязів допускається здійснювати тільки як виняток і лише в разі дотримання вимог законодавства про надра та наявності дозволів відповідних державних установ.

7 БУДІВЕЛЬНИЙ КОМПЛЕКС, ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

7.1 Загальна характеристика

Будівельний комплекс – це самостійна галузь промисловості, яка є базою для економічного та науково-технічного розвитку всіх складових економіки держави. Рівень розвитку будівництва свідчить про економічний розвиток країни та рівень життя її населення. Комплекс складається з промисловості будівельних матеріалів і власне будівництва (рис. 7.1).



Рис. 7.1 – Структура будівельного комплексу (за Мальованим М.С., 2017)

Промисловість будівельних матеріалів. В Україні виробництво будівельних матеріалів набуло порівняно високого розвитку завдяки значній сировинній базі та господарському освоєнню території. Підприємства промисловості виробляють продукцію як з природних матеріалів (кам'яні, лісові), так і з штучних (керамічні, мінеральні в'яжучі, бетонні, азбестоцементні, скло тощо). Виробництво будівельних матеріалів є найважливішою складовою будівельного комплексу. Промисловість будівельних матеріалів має багатогалузевий характер і об'єднує галузі добувної (природний камінь та нерудні матеріали) та переробної промисловості (азбоцементні вироби, збірний залізобетон тощо), а також змішані підгалузі, які об'єднують добування та переробку сировини і матеріалів. Специфіку промисловості будівельних матеріалів визначає ще й така її особливість, як широкий спектр та взаємозамінність продукції (бетонні вироби можна заміняти цегляними, азбестоцементні – металевими тощо).

Основними принципами розміщення галузей промисловості будівельних матеріалів є орієнтація на сировину і на споживача (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Розміщення галузей промисловості будівельних матеріалів

Орієнтація на сировину		Орієнтація на споживача	
• крейда	Полісся, Донецько-Дніпровська западина	• цегла	• найбільші міста, обласні центри
• вапно	Хмельницька, Вінницька, Львівська обл.	• азбестоцементтні вироби	• Київ, Краматорськ, Балаклея
• цемент	Амвросіївка, Балаклея, Харків, Кривий Ріг, Кам'янець-Подільський.	• бетон і ЗБК	• найбільші міста
• будівельна кераміка (плитка, труби)	Харків, Київ, Слов'янськ, Славута	• скло	• Костянтинівка, Лисичанськ, Київ

На території України підприємства будівельної індустрії розміщені майже рівномірно, з найбільшою концентрацією у великих містах та промислових зонах. До головних районів промисловості будівельних матеріалів належать Донбас та Придніпров'я.

Окремі галузі виробництва будівельних матеріалів внаслідок недосконалих технологій та відсутності якісних очисних споруд завдають великої шкоди довкіллю. Особливо небезпечними в цьому відношенні є цементні заводи та кар'єри видобутку природного каменю, гіпсу, крейди та інших матеріалів.

Щороку виробництво товарної продукції промисловості будівельних матеріалів збільшується, темпи виробництва вище за темпи зростання будівельно-монтажних робіт. Це пов'язано з необхідністю випереджального розвитку цієї галузі, підвищення технічного рівня її підприємств, якості продукції цієї інвестиційно привабливої галузі. Нижчими темпами у відношенні до росту обсягів товарної продукції є випуск конструкцій та виробів із залізобетону в зв'язку із заміною його на ефективні металоконструкції, що мають значно меншу ресурсомісткість та масу.

Відбуваються також значні зміни в структурі стінових матеріалів. В загальному їх обсязі зростає питома вага виробів із сучасних легких, пористих, ніздрюватих та багатошарових матеріалів (панелі типу "сендвіч" тощо), які є більш екологічними як з точки зору матеріало- та енергозбереження, так і з точки зору безвідходності їх виробництва та використання.

Будівельні матеріали підрозділяють на природні та штучні. До природних будматеріалів відносяться природні кам'яні матеріали. Це матеріали та вироби, отримані з гірських порід без зміни їхніх основних

властивостей: пісок, гравій, бутовий камінь, граніти, мармури, базальти. Їх добувають у кар'єрах або шахтах.

Пористі м'які породи (вапняки, черепашники, туфи) розробляють найчастіше відкритим способом, використовуючи каменерізні машини. Для одержання бутового каменю, щебеню, кам'яної крихти, штучного піску гірські породи розробляють вибуховим способом. Добуті брили та шматки породи піддають дробленню, сортуванню та збагаченню. Пухкі гірські породи (пісок, гравій) – продукт природного руйнування та переміщення скельних порід з обкатаною формою зерен розміром від 5 до 100 мм, щебінь – матеріал із зерном від 3 до 70 мм (отриманий дробленням природного матеріалу або шлаків) розробляють відкритим способом за допомогою машин та механізмів (екскаваторів).

За наявності біля кар'єру водойми використовують гідровидобуток: за допомогою гідромоніторів на розроблювальну породу під великим тиском направляють струмінь води, що розмиває породу. З отриманої пульпи в спеціальних місцях осаджують пісок та гравій, сортують і відправляють на склад. Для одержання плит і блоків великих розмірів вибуховий спосіб не застосовують, а випилюють чи виламують напівфабрикати з гірського масиву спеціальним устаткуванням або інструментами.

Застосовують також реактивноструминний метод: із сопла камери згоряння гасу в кисні подається з надзвуковою швидкістю (порядку 2000 м/сек) високотемпературний (вище 2500° С) газовий струмінь і руйнує породу. Отримані блоки розпилюють чи розколюють і піддають подальшій механічній обробці.

Штучні будматеріали. Основа сучасного виробництва будматеріалів – виробництво в'яжучих матеріалів. *В'яжучі – це такі матеріали, переважно порошкові, які в процесі змішання з водою або іншою рідиною утворюють пластичну масу, що перетворюється згодом (у результаті фізико-хімічних перетворень – гідратації, гідролізу, кристалізації, полімеризації) у міцне каменеподібне тіло.* Цю властивість використовують для готування бетонів, будівельних розчинів, штучних кам'яних матеріалів, виробів та конструкцій. Класифікація в'яжучих приведена в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Класифікація в'яжучих

Гідратаційні		Коагуляційні		Поліконденсаційні (полімерізаційні)		
Повітряні	Гідравлічні	Неорганічні	Органічні	Неорганічні	Органічні	Елемент-органічні
Гіпсові Вапно повітряне	Гідравлічне вапно Цементи	Глина	Бітум Дьоготь	Розчинне скло та в'яжучі на його основі	Фенолформальдегідні епоксидні	Кремній-органічні смоли

У відповідності з таблицею розрізняють такі в'яжучі. Гідратаційні – усі традиційні в'яжучі матеріали, що твердіють після змішання з водою. Повітряні – здатні твердіти, підвищувати та зберігати міцність тільки на повітрі. Гідравлічні – твердіють, підвищують і зберігають міцність не тільки на повітрі, але й у воді. Коагуляційні – в'яжучі, що є колоїдними системами і твердіють за рахунок коагуляційного структуроутворення. Поліконденсаційні – в'яжучі матеріали, що твердіють у результаті протікання реакцій полімеризації та поліконденсації. В'яжучі з дрібним наповнювачем (піском) утворюють будівельні розчини, у суміші з дрібним та крупнозернистим наповнювачем (гравій, щебінь) – бетони.

Коротко розглянемо технології виробництва найбільш поширених будівельних матеріалів та виробів.

Гіпс. Сировиною для виробництва гіпсових в'яжучих служить природний гіпсовий камінь $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, а також природний ангідрит $CaSO_4$. Це осадові породи. З кар'єрів на завод надходить сировина у вигляді шматків. Сировина вимагає попереднього помелу та підсушування. Помольні агрегати виділяють в атмосферу пил (1м^3 газів, що відходять, містить близько 1 кг гіпсового пилу). Низькообпальні гіпсові в'яжучі одержують в процесі нагрівання $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ до 150-160° С. У результаті такої обробки одержують напівводний гіпс. Процес проводять у котлах або в обертових барабанах, які використовуються в інших виробництвах як сушарки.

Високообпальні гіпсові в'яжучі одержують в процесі випалу сировини за температури 700-800° С. Вода у цьому випадку втрачається цілком. Продукт подрібнюють і додають кристалізатор твердіння – CaO, суміш Na_2SO_4 з $FeSO_4$.

Вапно. Повітряне вапно – в'яжуче, яке одержують випалом карбонатних порід (вапняку, крейди) до повного видалення CO_2 за температур 1000-1200° С: $CaCO_3 = CaO + CO_2$. Процес здійснюють у шахтних, обертових печах або у печах з киплячим шаром. Вапно можна одержувати як сухим, так і мокрим способом. У мокрому способі одержання вапна сировину (крейду) подрібнюють з водою до одержання сметаноподібної маси вологістю 37 - 44%. Після усереднення її подають насосами в довгу обертову піч на випал. Недолік методу – підвищена витрата палива на випар води. Отримане вапно у вигляді шматків 5-10 см називаються шматковим вапном або киплячим вапном.

Гідравлічне вапно – продукт, отриманий випалом (за температури, нижче температури спікання) вапняків, що містять від 6 до 25% глинистих та піщаних домішок.

В процесі взаємодії гідравлічного вапна з водою протікають процеси, характерні як для повітряного, так і для гідравлічного твердіння. Для гідравлічного вапна рекомендують комбінований режим твердіння: спочатку – повітряно-сухий, потім – вологий. Витрата умовного палива для одержання гідравлічного вапна – 12 - 14% від його маси (120-140 кг/т вапна). Гідравлічне вапно більш міцне ніж повітряне, але його міцність уступає іншим в'яжучим речовинам.

Цемент. Основне мінеральне в'яжуче – портландцемент. Це продукт тонкого помелу цементного клінкеру, в процесі подрібнення в клінкер вводять 1,5 - 3,5% гіпсу, до 15% активних мінеральних добавок. Для одержання клінкеру використовують природні мергелі або суміші вапняку чи крейди з глиною. Доменні шлаки, паливні золи, нефелінові шлами та деякі інші виробничі відходи можна використовувати для часткової заміни карбонатних чи глинистих компонентів шихти. Склад клінкеру: 62 - 67% CaO, 20 - 24% SiO_2, 4 - 8% Al_2O_3, 2 - 6% Fe_2O_3.

Процес одержання портландцементу складається з видобутку сировинних компонентів, підготовки суміші, випалу суміші до спікання (одержання клінкеру), подрібнення продукту (з добавками) у порошок (одержання цементу).

Існує 2 способи одержання цементу – сухий та мокрий. У мокрому способі суміш подрібнюють у млинах з додаванням води, в результаті одержують шлам, що містить 35 - 42% води. У сухому способі компоненти висушують, подрібнюють і змішують (сировинне борошно). Більш розповсюдженим і одночасно більш енергомістким є мокрий спосіб.

Сухий спосіб виробництва цементу відрізняється від мокрого тим, що на першій стадії (підготовка суміші) усереднення складу сировинної суміші здійснюють у сухому вигляді – шляхом перемішування порошків сировинних компонентів.

Кожен із способів виробництва цементу має свої переваги і недоліки. Так, у мокрому способі в присутності води полегшується подрібнення матеріалів, простіше досягається однорідність суміші, надійніше та зручніше транспортування шламу, кращі санітарно-гігієнічні умови праці. Але витрата теплоти на випал суміші на 30 - 40% більша, ніж у сухому способі, необхідна більш велика робоча ємкість печі, тому що в ній відбувається випаровування води зі шламу.

Основною перевагою сухого способу виробництва цементу є зниження витрати теплоти на випал клінкеру (до 3,4 – 5 МДж/кг у порівнянні з 5,8 – 6,7 МДж/кг для мокрого способу). Однак ускладнюється процес коректування складу шихти, ускладнюється устаткування, підвищується витрата електроенергії. За техніко-економічними показниками сухий спосіб значно перевершує мокрий: капітальні витрати на спорудження заводу на 5 - 10% менше, ніж заводу тієї ж потужності, що працює за мокрим способом; за рахунок економії палива знижуються на 2,5 – 5% річні експлуатаційні витрати.

Вироби на основі цементу. Бетон почали використовувати з середині XIX ст. Його виробляють з цементу, піску та заповнювачів (щебінь, галька). Залізобетонні плити (стовпчики, стояки, панелі перекриття тощо). Спочатку зварюють арматуру і кладуть її у формівний ящик, який заливають бетонним розчином. Через добу, після застигання розчину, одержують готову плиту перекриття чи інші вироби. Кислотоутворюючі оксиди є агресивними для бетону. У середовищі «кислотних» дощів можливе руйнування бетонних конструкцій.

Азбестоцемент. Як сировина використовується природний або штучний азбест та цемент. Промисловість спеціалізується на виробництві шиферу та труб. Продукція є крихкою, тому легко б'ється в процесі перевезення.

Бітумні та дьогтьові в'яжучі. Бітумні в'яжучі – складні суміші вуглеводнів та їхніх неметалічних похідних (сірка, кисень, азот) природного та штучного походження. Природні бітуми дуже дорогі і досить рідкісні, тому застосовуються тільки у виробництві бітумних лаків. Залишкові бітуми (гудрон) утворюються в процесі розгонки нафти, за в'язкістю розділяються на тверді, напівтверді та рідкі. Тверді та напівтверді бітуми використовують для одержання дорожніх покрить, покрівельних рулонних матеріалів, бітумних мастик і лаків, рідкі – тільки для виготовлення дорожніх покрить.

Дьогтьові в'яжучі одержують як побічний продукт в процесі переробки на хімічних заводах твердого органічного палива. Найчастіше використовують кам'яновугільний дьоготь та кам'яновугільний пек. Кам'яновугільний дьоготь – в'язка рідина з характерним запахом фенолу та нафталіну. Кам'яновугільний пек – токсична речовина.

Органічні в'яжучі широко використовуються у будівництві доріг (до 75% від зробленої кількості) у вигляді асфальту й асфальтобетону, укладанні підлог промислових будинків, для виготовлення покрівельних матеріалів (просоченням картону, паперу одержують руберойд, толь, матеріали без основи – брізол, ізол, склоруберойд виготовляють покриваючи бітумом полотно із скловолокна).

Бітумні та дьогтьові в'яжучі пластичні, розчинні в органічних розчинниках, водонепроникні. До недоліків можна віднести: підвищену крихкість в інтервалі від'ємних температур, знижену теплостійкість, горючість.

Розчинне скло та його похідні. Розчинне скло – технічний продукт, що складається із силікатів лужних металів $M_2O \cdot mSi_2$ (M – Na, K; m – кількість молекул SiO_2). Існують сухі та мокрі способи одержання розчинного скла.

Сухі – сировинну шихту, що складається з кремнеземних (пісок, кремнезем) та лужних (сода, Na_2SO_4, NaOH, KOH) матеріалів плавлять за високої температури, прохолоджують і розчиняють.

Мокрі – засновані на розчиненні кремнезему в розчинах лугів під тиском в автоклавах: $2MOH + mSiO_2 = M2O \cdot mSiO_2 + H_2O$. У цьому випадку розчинне скло одержують минаючи стадію розчинення.

Рідке скло – густий в'язкий розчин. На практиці використовують маси, що представляють собою композиції з наповнювачами (наприклад, кварцовим піском) та рідке скло. Властивості затверділої маси залежать від концентрації вихідного розчину рідкого скла: з розведених розчинів одержують пухку масу, з концентрованих – щільну та міцну.

Полімербетони – це матеріали, які одержують із мінерального в'яжучого, полімеру та наповнювача. У випадку введення до складу

полімерцементного бетону арматури (у виді стрижнів або волокон) одержують армополімерцементні бетони (армополімербетони) високої міцності.

Такі будматеріали застосовують у хімічній, гірничо-металургійній, нафтовій промисловості (там, де конструкції піддаються постійному агресивному впливу і де звичайний бетон і сталь не можуть бути ефективно використані). Їх застосовують для виготовлення хімічно стійких підлог, ємностей та трубопроводів для агресивних та біологічно активних рідин. Крім полімербетонів у будівництві використовують інші вироби з полімерних матеріалів.

Залежно від властивостей полімерів в процесі їх нагрівання та охолодження їх розділяють на термопластичні та термореактивні. Термопластичні полімери розм'якшуються в процесі нагрівання і тверднуть в процесі охолодження. Термореактивні полімери тверднуть під дією нагрівання і тиску і не розм'якшуються у випадку повторного нагрівання. До цієї групи відносяться фенолформальдегідні, карбамідні, епоксидні полімери.

Є такі ***способи виготовлення будівельних виробів із пластиків***.

Лиття – найпростіший спосіб одержання виробів, суть полягає в розливі розплавленого полімеру у форми, де він застигає, здобуваючи задану форму. Його використовують для одержання аркушів, стрижнів, брусків. Лиття під тиском здійснюють за допомогою спеціальних машин. Це високопродуктивний спосіб, що може бути цілком автоматизований, його використовують для одержання трубопровідної арматури, електротехнічних, санітарно-технічних виробів.

Екструзія – безперервне профільне видавлювання, виконується на екструдерах – апаратах безперервної дії. Цим методом виготовляють труби, поручні, плінтуси, стрижні, аркуші, плівки.

Каландрування – формування виробу в зазорі між обертовими валками каландрів, що утворюють стрічку виробу заданої товщини та ширини, використовується у виробництві плівок, рулонних матеріалів для підлоги. Процес пресування полягає в заповненні прес-порошком (термореактивні полімери, наповнювач, пластифікатор тощо) прес-форми, що обігрівається, (матриці) і обробка його тиском. Так виготовляють ванни, раковини, мийки й інші великогабаритні вироби.

Будівельна кераміка. Керамічними називають штучні кам'яні матеріали та вироби, які одержують з глин або їхніх сумішей з мінеральними добавками шляхом формування і наступного обпалювання. До будівельної кераміки відносять керамічні вироби, які засосовують у будівництві будинків, їхньому облицюванні, у будівництві каналізаційних та дренажних споруд, сантехнічних вузлів тощо.

Основна сировина у виробництві кераміки – глина, у яку вводять пісні добавки, вигоряючі добавки, флюси.

До пісних добавок відносяться: кварцовий пісок, шамот (продукт випалу глин за 900-1400° С, в процесі випалу глини втрачають пластичні властивості),

шлаки і золи, крім того, використовують здрібнений бій керамічних виробів. Вони зменшують усадку виробів та внутрішні напруження.

До вигоряючих добавок відносяться: пилоподібне тверде паливо, відходи вуглевидобутку, тирсу. Вони підвищують спучування маси в процесі випалу за рахунок утворення CO, CO_2, H_2, H_2O.

Флюси (плавні) це польові шпати, склобій, крейда, доломіт. Ці речовини поліпшують вогнетривкість, знижують температуру випалу виробів.

Найпоширенішим видом будівельної кераміки є цегла. Цеглу в Україні виробляють декілька тисячоліть. Розрізняють цеглу глиняну та силікатну. Для виробництва першої використовують червону глину, другої – силікатні піски та вапняки. Виробництво цегли є досить матеріаломістким і прив'язане до споживача.

Для виробництва цегли використовуються в основному легкосплавні глини середньої пластичності, що містять до 45 – 50% піску без великих включень вапна та каменю.

Добута в кар'єрі та доставлена на виробництво глина піддається обробці, в результаті якої розпадається її природна структура, вона рівномірно перемішується з добавками, зволожується до стану однорідного робочого тіста. Подрібнена сировина обробляється на валкових дезінтеграторних подрібнювачах, після чого вона надходить до глиномішалки.

Маса у глиномішалці зволожується водою чи парою, внаслідок чого підвищується її здатність до формування та поліпшуються сушильні якості сирцю. Формування цегли здійснюється на стрічковому пресі. Для поліпшення формівних властивостей маси з неї вилучають повітря, тобто піддають вакуумуванню, що забезпечує більш стійке скріплення між собою глиняних часточок. Після цього у масі залишається близько 1% повітря. Глиняний брус, який виходить зі стрічкового пресу, розрізається на окремі цеглини. Потім відбувається процес сушіння. В цьому процесі вода цеглин переходить із рідинного стану в пароподібний та відводиться у навколишнє середовище.

Сушіння цегли – природне (на повітрі), яке відбувається за рахунок теплової енергії сонця, дешевше але штучне, яке відбувається за рахунок тепла, спеціально отриманого у відповідних установках, значно ефективніше.

Процес випалу умовно поділяють на три періоди: прогрів, випал та охолодження. У період прогріву з сирцю виділяється гігроскопічна та гідратна волога, згоряють органічні домішки, рівномірно прогрівається маса і розкладаються карбонати. В процесі випалу відбувається розплав найбільш плавкої частини глини, яка окутує нерозплавлені частки глини і спікає масу. Період охолодження супроводжується утворенням твердої цеглини. Випал цегли відбувається у печах безперервної дії – кільцевих та тунельних. Недоліки: використовується дуже багато води, яка потрапляє у повітря разом зі шкідливими газами та парою.

Скловироби. Склом називають аморфні тіла, що мають механічні властивості твердих тіл і отримані шляхом переохолодження розплавів. Скло

буває природним (утвореним в результаті діяльності вулканів – обсидіан) і штучним.

За призначенням скло підрозділяють на:

- технічне (оптичне, хімічне, медичне, ізоляційне),
- будівельне (віконне, вітринне, армоване, лицювальне, мозаїчне, склоблоки),
- побутове.

Сировинні матеріали виробництва скла поділяють на основні (кварцовий пісок SiO_2 - вміст у шихті складає 60 - 75%, сода Na_2CO_3, поташ K_2CO_3, вапняк, сульфат натрію Na_2SO_3, глинозем, крейда) і допоміжні (барвники, освітлювачі - речовини, що знебарвлюють скло).

Як барвники використовують сполуки заліза (синьо-зелений, жовтий, коричневий колір), сполуки марганцю (фіолетовий), кобальту (синій), хрому (зелений), нікелю (димчастий чи червонясто-фіолетовий), селену - офарблює скло в червоний та рожевий кольори, золото дає колір «золотий рубін» – від темно-червоного до рожевого фарбування, срібло – золотаво-жовтий, мідь – «мідний рубін» – яскраво-червоний.

Освітлювачами є нітрати, оксиди миш'яку і сурми, сульфат натрію, сполуки фтору та амонію. Знебарвлюючими речовинами є сильні окиснювачі: нітрати, оксиди миш'яку, сурми тощо.

Основну сировину піддають подрібненню та збагаченню за допомогою магнітної сепарації та флотації з метою видалення сполук заліза. Шляхом змішування сировини готують шихту. Потім скло варять.

Основний агрегат процесу скловаріння – піч періодичної чи безперервної дії. За способом освітлення печі для варіння скла поділяють на:

- *полум'яні*, у яких спалюють рідке чи газоподібне органічне паливо. ККД рівний 18 - 26%, тому що тепло витрачається на нагрівання вогнетривкої кладки печі і на компенсацію втрат тепла;
- *електричні* з ККД не менш 60%.

Виготовляють листове скло, профільне будівельне скло, пустотілі склоблоки, скловолокно, на основі якого роблять склопластики - композиційні матеріали, у яких скловолокно відіграє роль наповнювача, а зв'язуючими є органічні та неорганічні полімери. З органічних найбільш поширені поліефірні, фенолформальдегідні, епоксидні смоли, кремнійорганічні полімери. З неорганічних – алюмофосфорити та рідке (розчинне) скло.

З одержуваних скловолокнитів і склотекстолітів виготовляють корпуси суден, кузови автомобілів, використовують в авіації, хімічній промисловості.

Викиди в атмосферу:

- від горіння органічного палива,
- легколетючі домішки із сполук сировини,
- в процесі одержання склопластиків – викиди органічних сполук (розчинників, мономерів).

Вироби для покриття підлог. У будівництві використовують полімерні рулонні та плиткові матеріали. Рулонні матеріали для підлог підрозділяють на

лінолеуми та синтетичні килимові покриття. За видом вихідного полімеру розрізняють полівінілхлоридні, гліфталеві, гумові, колоксилінові та інші, за структурою – безосновні, зі зміцнювальною, тепло-, звукоізолюючою основою, одношарові та багатошарові.

Будівництво. Виробничий будівельний процес зі всією сукупністю різних етапів будівництва називають будівельною системою, кінцевим результатом якої є закінчений будівельний об'єкт. До об'єктів будівельної системи відносяться цивільні, промислові, енергетичні та інші споруди, інженерні комунікації, промислові агломерації тощо.

За своїм розташуванням у плані будівництва об'єкти поділяються на:

• компактні (будинки, греблі, мости тощо);

• лінійні (залізниці, трубопроводи, ЛЕП тощо);

• за площею (міста, водосховища, промислові комплекси тощо).

Система, яка відображає всю складність взаємодії будівельного об'єкту з довкіллям, має назву *природно - технічної системи* (ПТС). Технічною частиною цієї системи є будівлі та споруди, друга складова – природна, тобто навколишнє середовище (гірські породи, підземні води, біота). Завдання будівельного проектування полягають у створенні єдиної та гармонійної природно-технічної системи.

Будівлі та споруди складаються з окремих конструктивних елементів, які поділяються на несучі та огороджуючі (рис. 7.2).

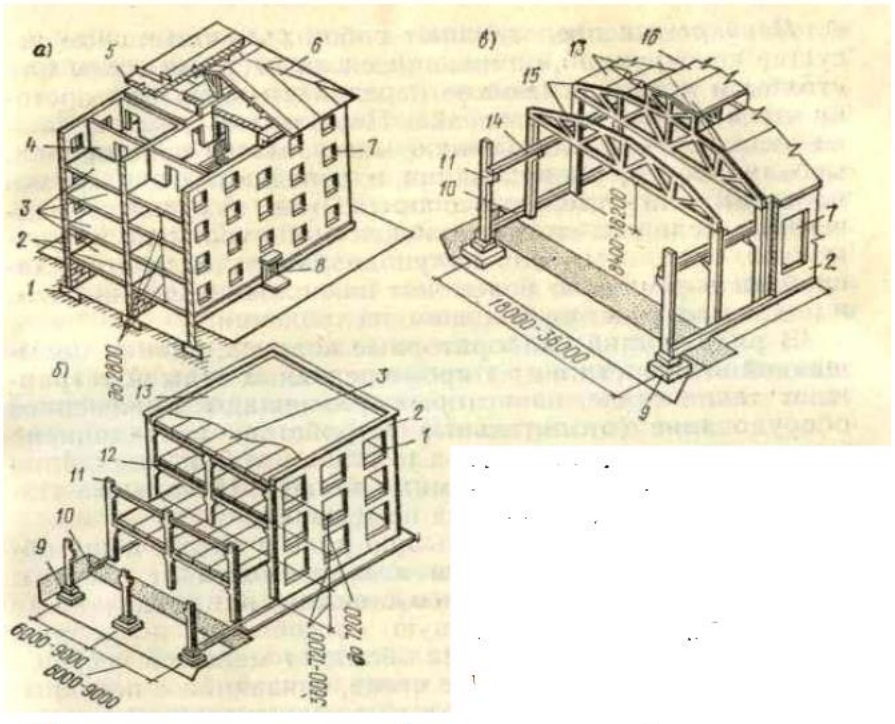


Рис. 7.2 – Основні конструкційні елементи будівлі:
а – житлового; б – багатоповерхового виробничого;
в – одноповерхового виробничого.

Несучі елементи – це фундаменти, стіни, каркаси, перекриття та покриття. *Огороджуючі* – зовнішні та внутрішні стіни, підлоги, перегородки,

заповнення віконних та дверних отворів. Фундамент – підземна або підводна частина будинку (споруди), яка сприймає навантаження і передає його на геологічну основу. Стіни за своїм призначенням і місцем знаходженню в будівлях поділяються на зовнішні та внутрішні і є вертикальними обгороджувачами та одночасно виконують несучі функції.

В залежності від цього поділяються на несучі та ненесучі. Несучі можуть бути як зовнішні так і внутрішні. Ненесучі стіни зазвичай є перегородками. Вони служать для розділу в межах поверху великих, обмежених капітальними стінами приміщень на більш мілкі, причому для обпирання перегородки не потребують фундаментів. Зовнішні стіни, окрім того, можуть бути самостійно несучими (опираються на фундаменти і несуть навантаження тільки від своєї ваги), і не несучими (навісні), які є тільки огороджуючими і опираються на кожному поверсі на інші елементи будівлі.

Перекриття - це горизонтальні несучі конструкції, які опираються на стіни або стовпи і приймають на себе постійні та часові навантаження. Перекриття поділяють будівлю на поверхи. *Дах* – це конструктивний елемент, який захищає приміщення та конструкції будівлі від атмосферних опадів. *Сходи* призначені для сполучення між поверхами. *Вікна* виконують роль освітлення та провітрювання приміщень; вони складаються з віконних рам або коробок та віконних перепльотів. *Двері* служать для сполучення між приміщеннями. Складаються з дверних отворів, які влаштовуються в стінах та перегородках. У цивільних будівлях можуть бути і інші конструктивні елементи – вхідні тамбури, балкони тощо).

7.2 Використовувані ресурси будівельного комплексу

Сировиною для виробництва багатьох будівельних матеріалів є корисні копалини:

- магнезит $MgCO_3$;
- доломіт $CaCO,\cdot MgCO_3$ – Донецька область;
- кварцовий пісок – Донецька та Волинська області;
- кремній – Донецька та Волинська області;
- польовий шпат – Донецька та Волинська області;
- вогнестійкі глини – Донецька та Сумська області;
- кварцити – Донецька, Луганська та Житомирська області;
- вогнестійкі глини – Донбас та Придніпров’я;
- бентонітові глини – Закарпатська, Черкаська, Донецька області та Автономна республіка Крим;
- формувальний пісок (алювіального та морського походження) – Донецька, Харківська, Запорізька та інші області України.

Україна практично повністю забезпечена сировиною для виробництва будівельних матеріалів. Ресурсами будівництва є продукти виробництва

промисловості будівельних матеріалів - будівельні матеріали. Значення будівельних матеріалів у економіці нашої країни дуже важливе – від рівня їх виробництва залежать темпи та якість будівельних робіт. Різні експлуатаційні умови будівель та споруд, а також параметри технологічних процесів обумовлюють відповідні вимоги до будівельних матеріалів.

Будівельні матеріали поділяються на природні та штучні. До природних відносяться лісові – круглий ліс, пиломатеріали; природні матеріали з каменю – звичайний та лицювальний камінь, гравій, пісок, глина тощо. До штучних матеріалів відносяться мінеральні в'яжучі речовини (гіпс, вапно, цемент,), керамічні матеріали (цегла, різна будівельна кераміка), бетони та будівельні розчини; металеві, теплоізоляційні, звукоізоляційні, акустичні, гідроізоляційні матеріали; пластмаси та лакофарбові матеріали.

7.3 Вплив на довкілля промисловості будівельних матеріалів

В процесі видобутку природних матеріалів використовують бурові, вибухові, розпилювальні машини і дію високих температур. Внаслідок цього відбувається забруднення атмосфери пилом, продуктами згоряння палива, продуктами дії високих температур, вибуховими речовинами.

Для транспортування порожньої породи у відвали і добутого каменю на дробильно-сортувальні фабрики використовують, в основному, автотранспорт (на відстанях 7 – 10 км), рідше – залізничний (на необмежені відстані) і конвеєрний (на відстанях від 0,2 до 2 – 3 км). У випадку застосування гідровидобутку пил у викидах відсутній, але відбувається забруднення води суспендованими, мінеральними та органічними речовинами. Виробництво будівельних конструкцій та матеріалів є сукупністю складних технологічних процесів, пов'язаних з перетворенням сировини у різні стани і з різними фізико-механічними властивостями, а також з використанням різного ступеня складності технологічного обладнання та допоміжних механізмів.

У багатьох випадках ці процеси супроводжуються виділенням великої кількості полідисперсного пилу, шкідливих газів та інших забруднень. До технологічних процесів, пов'язаних з підвищеним виділенням пилу та шкідливих газів, відносяться завантаження, перевантаження та розвантаження сипучих матеріалів, їх сортування, подрібнення, транспортування, змішування, формування та пакування. Джерела виділення пилу у виробництві вапна: дробарки, вузли перевантаження, грохоти, випалювальні печі, млини, склади готової продукції.

У цементній промисловості в місцях розвантаження сировини та продукту, у випадку застосування сухого помелу сировини та розмелу клінкеру виділяється велика кількість пилу. Гази, що відходять від цементних печей, містять цементний пил (до 70 кг/т продукту), до 14,7% SiO_2, 8,6% Al_2O_3, 22,3% MgO, 2,7% FeO_x. Пил високодисперсний, викликає силікози.

За дисперсністю пил класифікують на 5 груп.

I – дуже крупно-дисперсний пил (*d50* > 140 мкм);

II – крупно-дисперсний пил (*d50* = 40-140 мкм);

III – середньо-дисперсний пил (*d50* = 10-40 мкм);

IV – дрібнодисперсний пил (*d50* = 1-10 мкм);

V – дуже дрібнодисперсний пил (d50 < 1 мкм).

Кварцевий пил – *d50* = 3,7 мкм, цемент – 20 мкм,

Виробництво керамічних виробів пов'язане із виділенням в атмосферу:

- димових газів від згоряння органічного палива,
- пилу від млинів, пресів, сушарок, печей випалу, ліній глазурування,
- продуктів реакцій між основними компонентами сировини.

Основні з них: сполуки сірки, хлору та фтору. Джерелами цих забруднень є водорозчинні хлориди і сульфати, гумусові речовини в глинах, пірит. У шлаках, що на деяких заводах додають у шихту, містяться сполуки фтору, які в процесі нагрівання сублімують або утворюють HF.

В процесі виробництва бетонної суміші у змішувальному відділенні спостерігається підвищене виділення пилу – майже у п'ять разів вище ГДК, у надбункерному приміщенні – у 1,5-2,0 рази, а у відділенні дозування робочої суміші – 3-4 ГДК.

Для арматурних цехів, а також цехів з виробництва нестандартних металевих конструкцій, характерними забруднювальними речовинами є пил металів та їх оксидів (окалин), а також діоксиди вуглецю та марганцю (у складі аерозолів, що утворюються під час зварювання металів). В процесі контактного зварювання санітарні норми оксиду марганцю підвищуються до 1,3, ГДК зварювальних аерозолів – у 1,1 - 1,3 рази. В процесі ручного електричного зварювання спостерігається виділення оксиду азоту у межах норм, двооксиди вуглецю та марганцю перевищують ГДК відповідно у 1,5 – 2 та 1,3 – 3 рази, зварювальні аерозолі в 3 – 4 рази.

У технологічному процесі виробництва силікатної цегли підвищене виділення пилу спостерігається в процесі завантаження кранами вапняку та піску, дозування їх на стрічковому конвеєрі, транспортуванні, сортуванні, грохоченні, у змішувачах та в процесі пресування. На робочих місцях у приміщеннях підготовки суміші запиленість перевищує санітарні норми від 2 до 20 раз, а у формувальному цеху – від 2 до 5 разів. В процесі виробництва кераміки та глиняної цегли пиловидалення перевищує ГДК на складах глини у 1,5 - 2,5 рази, на складах піску – у 5- 7 разів, у сумішоприготувальному цеху – в 12 - 15 раз, а у відділенні помелу шамоту запиленість досягає 30 - 32 ГДК. На дільниці навантаження та розвантаження запиленість у 2 - 3 рази перевищує допустимі концентрації. Основне пиловидалення в процесі виробництва плит мінеральної вати на дільниці підготовки насадки місцями перевищує санітарні норми у 40 – 70 разів, на дільниці печей - у 10 – 20 разів, у формуванні мінеральної вати - у в 5 – 10 разів. Концентрації фенолу, аміаку, формальдегіду перевищують санітарні норми приблизно однаково – до 1,5 - 2,0 ГДК.

Виробництву будівельних конструкцій та матеріалів на окремих дільницях властиві підвищення виділення пари та теплоти. На деяких робочих місцях влітку температура становить 30 – 40 °С, у той же час є робочі місця, де взимку температура буває мінусовою. Існують дільниці з підвищеною (85 – 95%) й дуже малою (25 – 30%) вологістю та протягами. Матеріали для покриття підлоги типу ковролін чи килимових виробів, текстильні товари, піноізоляційні матеріали виділяють формальдегіди. Формальдегід гостро впливає на кон'юнктиву ока та дихальні шляхи.

У XX столітті в будівництві почали широко застосовувати азбест у вигляді термоізоляційного матеріалу, акустичних покриттів, що напиляються на металеві сітки, полум'ягасників у вигляді азбоцементу, вініл-азбестових покриттів для підлоги тощо. У процесі експлуатації таких виробів може відбуватися вихід азбестових волокон у повітря приміщень у вигляді силікату магнію. Азбест біологічно дуже активний матеріал, його волокна потрапляючи у легені викликають ушкодження тканин. Це захворювання отримало назву азбестоз. Хвороба може закінчитись розвитком ракової пухлини. У США азбест віднесений до речовин I групи небезпечності – його кількість у повітрі не повинна перевищувати 0,5 мг/м^3, що складає приблизно 1000 волокон в 1 м^3 повітря. Небезпека азбестових впливів особливо велика у зв'язку з відтермінованою дією – хвороба розвивається через 20 - 40 років після отримання надлишкової дози.

Надзвичайно активним джерелом забруднення атмосферного повітря є процес виготовлення асфальтобетону. На асфальтобетонних підприємствах із бітумних пароенергетичних агрегатів в атмосферу надходить не тільки пил і сажа, а також сполуки, які містять смоли, оксиди вуглецю та сірки, радіонукліди і важкі метали.

Радіоактивність будівельних матеріалів. В нових стандартах на технічні умови для будівельних матеріалів одним з параметрів їх екологічної безпеки затверджений показник радіаційної якості. Критерієм для прийняття рішень про можливість використання будівельних матеріалів та виробів служить показник „питомої ефективності активності штучних радіонуклідів". Дуже важливо відмітити, що вимоги радіаційно-екологічної оцінки введено в стандарти і на будівельну сировину.

Рівень фону гамма-випромінювання у середині будівлі залежить в основному від радіоактивності будівельних матеріалів. Еквівалентна доза опромінення від будівельних матеріалів та конструкцій становить 55 – 60% від загального опромінювання. Будівельні матеріали можуть містити такі радіонукліди, як уран - 238, торій - 232 і калій - 40. Уран - 238 за геохімічними властивостями та періодом напіврозпаду поділяється на дві групи: уранову та радієву (від радію - 226 до свинцю - 206). В свою чергу продуктом розпаду радію - 226 є радон - 222. У природних умовах збільшену концентрацію радіонуклідів U, Th, і K мають калієві польові шпати, калійні солі, слюда, глауконіт, мінерали глин: бентоніт, каолініт, гідрослюда тощо, а також акцесорні мінерали: циркон, монацит, сфен.

Значну небезпеку для здоров'я людини становить виділення радону з деяких будівельних матеріалів. Швидкість ескалації радону з будівельних матеріалів у багатьох випадках визначається концентрацією радону у повітрі всередині помешкань. Середня еквівалентна об'ємна активність в ньому не повинна перевищувати 100 Бк/кг. На концентрацію радону та природних радіонуклідів у приміщеннях значний вплив має сировина, яка використовується для виготовлення будівельних матеріалів, а також технологія їх виготовлення. Виділення радону з будівельних матеріалів впливає на підвищення частоти захворювань на рак легень. Він також може вражати кістковий мозок.

Промислове будівництво зі шлакоблочних матеріалів, природна активність яких не контролюється, призвело до забруднення багатьох приміщень радоном. У Великобританії в процесі обстеження населених пунктів знайдено більше 100 тис. будинків (це 0,5% від загальної кількості), в яких випромінювання радону перевищувало 200 Бк/м^3. У ФРН у 10% житлових будинків вміст радону перевищує 80 Бк/м^3.

Згідно зі звітом ВООЗ, до 14% усіх захворювань на рак легень у світі пов'язані з впливом на людину саме цього радіоактивного газу. При концентрації радону в 100 Бк/м^3 у приміщенні, ризик отримати онкологію легень збільшується до 16%.

В Україні цей показник практично не контролюється. Для більш широкого контролю за вмістом радону в житлових приміщеннях існує міжнародна програма "Risk communication", до участі в якій залучені й українські вчені.

Біологічне пошкодження будівельних матеріалів. Будівельні матеріали можуть погіршувати екологічну ситуацію в будівлях і спорудах не тільки в процесі виділення токсичних та радіоактивних речовин, а також можуть сприяти розмноженню мікроорганізмів, грибів, водоростей, комах, гризунів, тощо. Пошкодження будівельних матеріалів під впливом мікроорганізмів називають біопошкодженням.

Біопошкодження знижують рівень екологічної безпеки будівельних матеріалів та їх якість, приносять значний екологічний й економічний збитки. Біопошкодження значно погіршують не тільки товарний вигляд будівельних матеріалів, але і їх фізико-механічні властивості, а також негативно впливають на мікроклімат у приміщеннях. На відміну від мікроскопічних грибів та інших мікроорганізмів вплив бактерій ззовні довгий час може не проявляться, але зміна фізичних властивостей та хімічного складу під їх впливом не менш значна і призводить до біокорозії. Біокорозійне руйнування поширене серед металів, бетону, виробів з деревини та деяких полімерних матеріалів.

7.4 Вплив будівництва на довкілля

В процесі виконання будівельномонтажних робіт значними джерелами забруднення атмосферного повітря є:

• вихлопні гази автотранспортних засобів та іншої будівельної техніки з двигунами внутрішнього згорання;

• розпилення цементу, вапняку, фарбових аерозолів тощо;

• спалювання відходів та залишків будівельних матеріалів.

Для широкого використання прогресивного гідромеханізованого способу виконання будівельно-монтажних робіт потрібно 10 $м^3$ води на 1 $м^3$ ґрунту. Багато води йде на закріплення та ущільнення ґрунту під час будівельних робіт.

Будівництво є важливим фактором забруднення поверхневих вод. У першу чергу, це відбувається у тих випадках, коли стічні води з будівельних майданчиків надходять у водойми у неочищеному стані. Основними джерелами забруднення підземних вод є також будівельні майданчики, склади будівельних матеріалів та фільтрат від звалищ будівельного та побутового сміття. У процесі будівельної діяльності ґрунти забруднюються будівельними відходами, цементом, вапном, фарбами, нафтопродуктами, важкими металами та іншими токсичними речовинами.

Основними джерелами забруднення ґрунтів є звалища будівельних матеріалів, будівельні матеріали у момент їх транспортування та збереження. Будівельна ерозія сприяє розвитку промоїн, ритвин, яруг та інших негативних форм рельєфу, знищує рослинний покрив, сприяє замулюванню водойм та пошкодженню міграційних шляхів. Землі сільськогосподарського призначення назавжди порушуються після їх відчуження для будівництва промислових об’єктів, міст, селищ, прокладання доріг, ліній зв’язку та електропередач, в процесі проведення відкритих розробок родовищ природних будівельних матеріалів.

За даними ООН у світі тільки для будівництва міст та транспортних шляхів щорічно втрачається 300 тис. га орних земель. Особливу групу антропогенних впливів, пов’язаних з будівництвом, викликають аеродинамічні порушення, збурення, температурні впливи тощо. Після завершення будівництва високих будівель та споруд аеродинамічні характеристики будівельного майданчика різко змінюються. Утворюються вихороподібні атмосферні потоки величезної сили, які спроможні у деяких випадках пошкоджувати скляні конструкції, обмурівку будівлі тощо.

На прилеглих до будівельних споруд територіях у зимовий період утворюються значні снігові заноси, які здатні створювати дискомфортні умови для пішоходів. Чим вищі наземні будівельні споруди, тим менш вони обтічні, і тим більш несприятливий режим аерації та вищі приземні концентрації забруднювальних речовин.

Сукупність процесів зміни природних комплексів та природних умов під впливом будівельної діяльності отримало назву *будівельного техногенезу*. Будівельний техногенез - це потужний фактор антропогенного впливу на всі компоненти біосфери. Будівництво та експлуатація будь-яких споруд завжди викликає ті або інші відхилення від стану природної екологічної рівноваги.

Будівельна галузь є потужним споживачем природних ресурсів, що призводить до їх виснаження, оскільки виробництво будівельних матеріалів та виробів є найбільш матеріаломістким видом антропогенної діяльності і вимірюється мільярдами тон.

Нині у світі продовжує збільшуватися об'єм будівництва, зростає доля так званих "супероб'єктів", одинична вартість яких нерідко перевищує мільярди доларів. До таких об'єктів відносяться, наприклад, потужні гідротехнічні споруди, мости, аеропорти, тунелі.

Відомо, що вартість тунелю через Ла-Манш перевищила 15 млрд. доларів, а його будівництво супроводжувалось значним підвищенням рівня *екологічної небезпеки* в усьому регіоні.

Спорудження таких супероб'єктів загострює екологічні проблеми у регіонах. Так, будівництво греблі Київської ГЕС та інших ГЕС Дніпровського каскаду призвело до затоплення значних площ земель природоохоронного, рекреаційного та сільськогосподарського призначення.

Однією з найбільш гострих проблем будівельного техногенезу є забруднення атмосфери. За даними проф. Т.Бремнера (Канада), виробництво тільки однієї тони цементу призводить до викидів в атмосферу однієї тони CO_2. Загальні викиди CO_2, пов'язані з виробництвом цементу у світі, перевищують 1,2 млрд тон.

Не менш шкідливими є енергетичні забруднення (шум, інфразвук, вібрація, іонізуюче випромінювання тощо). Робота цементних заводів та інших підприємств будівної індустрії супроводжується утворенням надзвичайно великого об'єму стічних вод та твердих відходів. Негативний вплив будівництва на природні екосистеми проявляються у відчуженні цінних земель та сільгоспугідь, нищенні рослинного та тваринного світу.

У цілому необхідно підкреслити, що сучасний будівельний техногенез значно впливає на процеси, які відбуваються у природних комплексах та екосистемах, негативно впиває на всі складові біосфери: атмосферу, гідросферу, літосферу та біотичну спільноту.

Негативний вплив будівельного техногенезу як однієї з форм функціонування природно-технічної системи потребує прийняття спеціальних заходів підтримання екологічної рівноваги з тим, щоб не допустити деградації та втрати рівноваги природних екосистем.

Екологічно безпечною може рахуватися тільки така будівельна діяльність, за якої у природних комплексах та екосистемах не будуть відбуватися кількісні зміни (забруднення або порушення), які ведуть до зменшення меж гомеостазу, порушення у них структурних та функціональних характеристик та інших допустимих границь існування.

7.5 Заходи зі зниження рівня негативного впливу будівельного комплексу на навколишнє середовище та його попередження

На підприємствах промисловості будівельних матеріалів за невеликих об'ємів газів, які необхідно очищувати, раціональним є *термічне знешкодження* їх прямим спалюванням в автономних топках. Методи *каталітичного окиснення* доцільно застосовувати для очищення порівняно невеликих об'ємів газів і невисокого вмісту в них токсичних інгредієнтів після ретельного очищення від пилу та смол.

На підприємствах мінеральних виробів, викиди яких містять значну кількість оксиду вуглецю та сірчистого ангідриду, доцільно застосовувати *нейтралізацію* оксиду вуглецю шляхом високотемпературного спалювання у полум'ї газових горілок, а обезпилювання та очищення від сірчистого ангідриду – шляхом подавання 5 - 10% розчину кальцинованої соди у дрібнорозпиленому вигляді.

Методи високотемпературного спалювання газів у спеціальних печах дають перевагу для очищення газів з високим вмістом в них баласту, а також мінеральних домішок. Застосування вогневого методу зневоднення промислових викидів дістало розповсюдження у виробництві червоної цегли.

У промисловості будівельних матеріалів поширені такі види очищення викидів як механічна фільтрація вентиляційних викидів, очищення викидів від оксиду вуглецю способом аеродинамічного пиловидалення та очищення пилових викидів.

7.6 Нові екологічно безпечні технології в будівництві

На сьогоднішній день промисловими виробниками представлено досить багато технологічних рішень, що здатні забезпечити підвищення енергетичної ефективності житлових будинків. Це:

- теплоізоляція фасадів;
- використання легких бетонів та "пінобетонів";
- удосконалення віконних конструкцій – "євро - вікна";
- системи вентиляції з рекуперацією тепла;
- ширококорпусні конструкції будівель;
- системи розумного використання та регулювання тепла та води.

Головним фактором, що гальмує впровадження енергоефективних технологічних рішень, є відсутність скоординованої та цілеспрямованої державної політики. Важливим і першочерговим завданням є формування нормативної бази, спрямованої на довготермінову перспективу. Також важливим є створення системи економічних стимулів, що заохочують впровадження енергоефективних технологій – податкові пільги, субсидії,

гранти на проведення науководослідних робіт та створення зон енергетичної ефективності.

Серйозних зусиль потребує створення професійної бази, що надаватиме послуги енергосервісу. Це означає, що енергетичні компанії повинні перетворювати комунальні ресурси (електроенергію, тепло, воду) в «комфортні параметри» для мешканців будинку (температура та вологість повітря в приміщеннях, температура та тиск води в трубопроводі, безперебійність електропостачання).

Важливу роль повинна зіграти держава у навчанні населення в питаннях енергозбереження, починаючи з дитячих садків та шкіл і закінчуючи підготовкою та перепідготовкою кадрів в професійних навчальних закладах. Також необхідним є сприяння держави в поширенні передового досвіду інших держав та компаній у сфері енергоефективності.

Серед найбільш “енергетично ефективних” держав слід виділити Великобританію та Канаду, які займають перші місця в світі за поширенням концепції зелених технологій. Високий рівень екологічної освіти, активність людей у боротьбі за поліпшення стану навколишнього середовища, а також турбота про наступні покоління дають стимул та підґрунтя до поширення зелених технологій.

Зараз у Великобританії активно ведеться будівля нових житлових масивів, де кожна новобудова є прикладом «зеленого офісу». Уряд Великобританії визначив, що на сьогодні: «всі споруджені у Об’єднаному Королівстві будинки повинні бути екологічно збалансованими, практично не утворюючи викидів CO_2 в атмосферу», крім цього звернули увагу на обов’язковість відповідності стандартам електрозбереження. Використання енергозберігаючих технологій і технічних засобів є обов’язковим не лише для нових будівель, а й для старих.

Десятирічний план впровадження нових будівельних стандартів з чіткою екологічною спрямованістю створює необхідну для бізнесу визначеність, сприяє поширенню інновацій на ринку та зниженню вартості технологій. Уряд Об’єднаного Королівства розробив план дій. За оцінкою фахівців, реалізація пропонованого урядом плану сприяла скороченню викидів CO_2 на 5 – 7 млн. тон у 2020 році. В цілому від 2007 до 2050 року кількість вуглецевих викидів завдяки цій програмі буде зменшено на 127 - 136 тис. тон на рік. Для того, щоб сприяти поширенню нової програми, уряд планує звільнити власників будинків з нульовим викидом вуглекислого газу від податку на продаж майна.

Впровадження ідеї та принципів зеленого офісу поділено на три етапи. Перший – це збір інформації, її обробка та друкування результатів і звітів. Другий етап включає в себе роботу над безпосереднім впровадженням всіх ідей та проектів, а третій – поширення ідеї зеленого офісу шляхом друку статей та проведенням різноманітних заходів. Все більшого поширення «зелені технології» набувають і серед приватних компаній завдяки поширенню екологічної освіти через семінари, тренінги та лекції.

У будівництві останнім часом все більшої популярності набувають пасивні будинки, ідея яких заснована на сучасних технологіях, що дозволяють створити комфортний мікроклімат для проживання людини, будучи одночасно максимально економічним і спричиняючи мінімальний вплив на навколишнє середовище. Такі споруди розроблені так, що їхнє забезпечення вимагає якнайменшого використання природних ресурсів, а також вони абсолютно безпечні для довкілля.

Що відноситься до «енергоефективних будинків» (основною особливістю їх є мале енергоспоживання і майже повна енергонезалежність), то на сьогоднішній день в Європі існує така кваліфікація будівель в залежності від їх рівня енергоспоживання:

- «*Старий дім*» (споруди, побудовані до 1970-х років) – вони потребують для свого опалення біля 300 Квт-год/м^2 в рік.

- «*Новий дім*» (споруди, які будувались з 1970-х до 2000 року – 150 Квт-год/м^2 в рік.

- «*Дім низького споживання енергії*» (з 2002 року в Європі не дозволено будівництво більш низького стандарту) - 60 Квт-год/м^2 в рік.

- «*Пасивний дім*» - 50 Квт-год/м^2 в рік.

- «*Дім нульової енергії*» (споруда, яка архітектурно має той же стандарт, що і пасивний дім, але інженерно оснащена так, щоб використовувати виключно тільки ту енергію, яку сама виробляє) – 0 Квт-год/м^2 в рік.

- «*Дім плюсової енергії*» (споруда, яка з допомогою встановленого у ній інженерного обладнання: сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів тощо виробляє більше енергії, ніж сама споживає).

Ідеї пасивного будівництва стосується планувального рішення та інженерного обладнання, а не матеріалів, з яких зведене житло, хоча вони, безумовно, також повинні бути екологічними.

І власне в цьому аспекті ми можемо звернутися до традиційної української народної архітектури, яка була основана на екологічних засадах вже хоча б тому, що люди використовували для неї природні матеріали, обробка яких не шкодила довкіллю, а отже і саме будівництво не несло збитків навколишньому середовищу. Зараз є багато новітніх, штучно створених екологічно чистих матеріалів, проте слід звернути увагу і на природні, традиційні, притаманні саме Україні будівельні матеріали.

Поєднання ідеї пасивного будинку з ідеями народного житла може бути дуже цікавим і дати нові формотворення. Серед будівельних матеріалів природного походження в традиційному будівництві найбільш популярним було дерево. Багато провідних архітекторів Європи активно цікавляться методами обробки дерева та будівництва з нього, оскільки наші попередники вміли протистояти загниванню та псуванню деревини без хімічної обробки, опираючись тільки на те, що дала нам природа.

Ще одним розповсюдженим матеріалом була глина, а також її суміші з іншими матеріалами. Глину використовували як безпосередньо для зведення стін, так і для виготовлення цегли-сирцю. Підмурівки були кам’яними, іноді

теж глинобитними. Глиняні стіни за рахунок того, що в склад глиноутворюючих матеріалів в залежності від родовища входять різні види природних сорбентів (монтморилоніт, глауконіт, палигорськіт), володіють значною адсорбційною ємністю до вологи та забруднювачів атмосфери органічного та неорганічного походження.

Завдяки цьому встановлюються оптимальні параметри мікроклімату в будинку внаслідок постійного підтримування в просторі будинку рівноважного значення вологості, органічні та неорганічні забрудники атмосфери адсорбуються глиняними поверхнями. Зараз дуже часто в екологічному дизайні помешкань, якщо є змога, влаштовують одну глинобитну стіну чи перегородку.

Проте глину рідко використовували як самостійний матеріал, оскільки такі конструкції були недовговічними і потребували постійного догляду. Тому готувалася суміш з глини, піску, вапна, соломи, іноді навіть дерев'яних стружок. Для більшої стійкості робився каркас з дерева, який потім і обкладався - обмазувався глиняним розчином. Такі стіни обов'язково білилися як ззовні, так і всередині помешкання. Часто ззовні білили постійно тільки ті стіни, за якими були житлові приміщення, решту стін – по сезону.

Для покрівлі використовували солому та очерет, дерево (гонт), пізніше – керамічну черепицю. У наших предків існувало багато різноманітних способів створення стріх та попередньої обробки соломи чи очерету, що дозволяло таким дахам вистоювати впродовж кількох років, не зважаючи на дощі та сніг. Дах робився в основному чотирьохскатним, рідше двохскатним. Солома бралася здебільшого житня, оскільки вона найстійкіша до атмосферних впливів.

Після того, як споруду перекривали вперше, її рідко поновлювали капітально, а просто перекривали зіпсовану частину. Під соломою чи очеретом були дерев'яні крокви, піддашшя було широким і ніби звисало над стіною. Часто на головному фасаді винос робився більший і влаштовувалася невелика галерея, рідше її робили по всьому периметру споруди. Зацікавлення солом'яними покрівлями для котеджів спостерігається на сьогоднішній день в Європі, особливо в країнах північного регіону.

8 ЕКОЛОГІЧНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ФОРМУВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ (за матеріалами Н.В. Бібік та interfax.com.ua)

8.1 Міжнародні стандарти екологічного будівництва

Сучасний етап розвитку науково-технічного прогресу характерний загостренням протиріч між проблемами безпеки навколишнього середовища та подальшого розвитку промисловості. У цих умовах необхідним є подолання

або хоча б часткова мінімізація протиріч, що виникають між рівнем розвитку технологічного процесу та засобами, що підтримують екологічну безпеку життєдіяльності людини та захищають її здоров'я від негативних наслідків діяльності промисловості.

Вирішення проблеми привело до створення теорії «сталого розвитку», в основу якої покладено принцип використання ресурсів у такому обсязі, щоб майбутні покоління мали змогу користуватися тими самими ресурсами. Ця концепція потребує збалансування діяльності людини зі швидкістю відтворення природи. Враховуючи необхідність забезпечення сталого розвитку виробництва та споживання, бізнес структури поставлені перед необхідністю розвитку інноваційних ідей, що, з одного боку, мають бути прибутковими, але і в той же час мають покращувати екологічну ефективність виробничих процесів та продукції.

Відповідно до Green Light Action 2020, розробленому та затвердженому на Міжнародному економічному форумі, до 2020 року в світі промисловість, енергетика, сільське та лісове господарство має відповідати потребам розвитку суспільства, впроваджувати необхідні структурні трансформації, щоб впевнитись, що викиди не перевищують один трильйон тон вуглецю, та стати стійкими до очікуваних змін клімату.

Сучасні процеси глобалізації, що протікають в усьому світі, викликають необхідність розгляду екологічного будівництва як головного інструменту формування сталого розвитку нашої країни, одними з головних аспектів яких є енергетична ефективність, комфортне перебування в будівлях і зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Для досягнення даних цілей необхідні певні заходи та способи реалізації ефективного використання енергоефективних технологій, що знижують споживання води, електроенергії та теплових ресурсів; скорочення відходів і викидів при експлуатації будівлі; звернути безпосередню увагу до здоров'я і комфорту мешканців будинку або службовців, що працюють в екологічному офісному центрі, підвищення їх працездатності, шляхом поліпшення якості повітря в приміщеннях і використання більш чистої питної води.

Розглянемо підходи національних систем екологічного будівництва різних країн для їх використання в Україні, проаналізуємо сучасне екологічне будівництво як одну зі складових сталого розвитку.

Екологічне будівництво – це практика будівництва та експлуатації будівель, метою якої є зниження рівня споживання енергетичних та матеріальних ресурсів при одночасному збереженні або підвищенні якості будівель і комфорту їх внутрішнього середовища. Екологічне будівництво масово впроваджується на світовому ринку і представлено в широкому спектрі – від невеликих житлових будинків до великих торгових районів.

При зведенні екологічної будівлі розробляються спеціальні екологічні проекти, в основі яких закладені наступні ***принципи***:

- використання енерго ощадних технологій,
- ефективне використання обмежених ресурсів,

- проектування будівель з урахуванням впливу на здоров'я людини та на навколишнє середовище,

- наскільки гармонійно будівля вписується в архітектурний стиль і природний ландшафт.

Згідно з останніми міжнародними дослідженнями, екологічно зелена будівля дозволяє підвищити загальну продуктивність персоналу на 18 %, скоротити кількість лікарняних на 8,5 %, знизити споживання енергоресурсів до 40 %, а також підвищує вартість активів. Власник будівлі може дозволити собі підвищити орендні ставки до 25 %, а рівень заповнюваності будівлі, як правило, збільшується на 23 %.

Екологічне будівництво слід розглядати як інноваційний підхід, так як в основі даного процесу закладено використання абсолютно нових технологій і обладнання, постачання екологічно чистого продукту, який не має негативного впливу на навколишнє середовище.

Завданнями зеленого будівництва є:

1. Скорочення сукупної (за весь життєвий цикл будівлі) згубної дії будівельної діяльності на здоров'я людини і навколишнє середовище, що досягається за допомогою застосування нових технологій і підходів.

2. Створення нових промислових продуктів.

3. Зниження навантажень на регіональні енергетичні мережі та підвищення надійності їх роботи.

4. Створення нових робочих місць в інтелектуальній сфері виробництва.

5. Зниження витрат на утримання будівель нового будівництва.

У країнах, де розвивається екологічне будівництво, створюються національні стандарти, що враховують соціально-економічні та природні умови країни: законодавство, державну політику щодо енергоресурсів та екології, кліматичні умови, ступінь усвідомлення проблем енергоефективності та екологічності професійними співтовариствами та населенням.

Всі перераховані стандарти направлені насамперед на підвищення значимості екології як невід'ємної частини суспільства, а так само визнання необхідності екологічного будівництва для успішної реалізації стійкості міст і країни в цілому. Суттю розвитку національного стандарту є переформулювання тих концептуальних рекомендацій загальновизнаних систем екологічної експертизи об'єктів нерухомості, які зможе ввести в практику національний проектно будівельний сектор.

Тренд на «зелене» будівництво бере свої витоки ще з початку першої енергетичної кризи 70-х років минулого століття. Коли ціна на енергетичні ресурси змусила всіх звернути свою увагу на важливість проблеми енергозбереження.

З джерел U.S. Energy Information Administration (EIA) відомо, що приблизно 48% всієї виробленої енергії та близько 75% всієї виробленої електроенергії в США споживається саме будівлями, а це 44,6% викидів CO_2, що еквівалентно 9 млрд тон.

Більш широко питання енергоефективності регулюють різного роду директиви, як от в ЄС – це EPBD (Energy Performance of Buildings Directive). Але насправді комплексний підхід до проблеми відповідності будівлі вимогам «зеленого» будівництва проявляється в стандартах, перші з яких почали розроблятися ще 25 років тому та еволюціонують і по сьогоднішній день. По суті, це збір певних критеріїв з різною питомою вагою за допомогою яких відбувається сертифікація будівлі та присвоєння їй певної оцінки по шкалі того чи іншого стандарту.

Тобто, «зелене» будівництво – це практика експлуатації та зведення будівель, збереження або підвищення якості будівель і комфорту їх внутрішнього середовища, мета якого – зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів протягом всього життєвого циклу будівлі: від вибору ділянки з проектування, будівництва, експлуатації, ремонту та знесення. Це мінімальний вплив людини на навколишнє середовище.

Саме такий підхід і є основоположним у всіх системах сертифікації, яких за довгий час назбирався цілий ряд. Деякі залишилися та застосовуються в основному на національних рівнях, а деякі завоювали авторитет та вийшли на міжнародні ринки, де з успіхом застосовуються для відображення відповідності будівлі сучасному тренду в проектуванні та будівництві.

Розроблення національних стандартів у більшості країн покладено на Національні Ради з екологічного будівництва, які розробили наступні системи оцінки:

– Green Star (Австралія, Нова Зеландія);

– LEED Canada™ (Канада);

– Green Globes (BREEAM Канада);

– German Sustainable Building Certification (Німеччина);

– IGBC Rating System & LEED IndiaTM Green Building Rating Systems (Індія);

– Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, CASBEE (Японія);

– Green Star NZ (Нова Зеландія);

– Green Star SA (Південна Африка);

– *BREEAM (Великобританія)*;

– *LEED Green Building Rating System™ (США)*.

Найстарішою та найрозповсюдженішою є система сертифікації ***BREAM*** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) – метод оцінювання будівельних конструкцій на екологічну ефективність та рівень енергоефективності. Була створена в Великобританії у 1990 році. Систему BREEAM та BRE Global підтримує Рада зі сталого розвитку, що представляє акціонерів найбільших представників будівельної промисловості Великобританії. BRE Global готує незалежних ліцензованих оцінювачів за системою BREEAM у всьому світі, контрольованих UKAS відповідно до системи якості ISO9001.

Даною системою сертифікації вже атестовано біля 300 000 будівель. В Києві такою будівлею є БЦ «Астарта» на вул. Ярославській. За час свого існування до цієї системи було занесено чимало змін, але основні критерії за якими відбувається оцінювання будівлі на екологічну та енергетичну стійкість залишилися:

- Управління (11% в загальній оцінці)
- Здоровий мікроклімат (14%)
- Енергоефективність (16%)
- Транспортні розв'язки поруч (10%)
- Використання водних ресурсів (7%)
- Матеріали для будівництва (15%)
- Поводження з відходами (6%)
- Використання земельних ресурсів (13%)
- Шкідливі викиди (8%)
- Інновації (10%)

Загальний рейтинг має 5 оцінок: пройдено, добре, дуже добре, відмінно, неперевершено.

LEED (The Leadership in Energy & Environmental Design) – «Керівництво в енергетичному та екологічному проектуванні». Ця система була розроблена Американською Радою щодо «Зелених Будівель» в 1993 році як Зелений будівельний стандарт виміру енергоефективності та екологічності проектів та будівель. Система LEED розроблена як стандарт вимірювання проектів енергоефективних, екологічно чистих і стійких будівель для здійснення переходу будівельної індустрії до проектування, будівництва та експлуатації таких будівель.

Система LEED є наступною за розповсюдженістю та кількістю сертифікованих об'єктів. Згідно даних компанії, вже близько 30 000 об'єктів отримали сертифікат, та більше 40 000 на стадії сертифікації. Дана система зародилася в США та набирає все більшого розповсюдження.

Особливою відмінністю є необхідність початку процесу оцінювання та нагляду сертифікованого спеціаліста вже на стадії проектування. А також є можливість проходження сертифікації окремого приміщення, як наприклад офіс компанії Shell в БЦ «Торонто» по вул. Велика Васильківська, 100 в Києві. В основі оцінювання енергоефективності комерційної нерухомості лежить американський стандарт ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1–2010. Основними критеріями за якими нараховуються бали:

- Місце розташування та транспортні розв'язки
- Місце в локальній екосистемі
- Використання водних ресурсів
- Енергоефективність
- Матеріали для будівництва
- Здорове внутрішнє середовище
- Інновації
- Місцеві пріоритети

Загальний рейтинг має 4 оцінки: сертифіковано, срібло, золото та платина.

Система оцінювання ***DGNB*** (German Sustainable Building Council) це німецький стандарт оцінювання екологічної та енергетичної стійкості будівлі. З'явився відносно не так давно, але за цією системою вже атестовано близько 1 000 об'єктів. Відноситься до прогресивних стандартів другого покоління, адже включає в собі найкращі методи та підходи до оцінювання. Основні критерії є широкими та включають в собі підрозділи:

- Екологічність (життєвий цикл, місцевий вплив на навколишнє середовище, забезпечення сталого використання ресурсів, попит на питну воду та обсяг стічних вод).
- Економічність (Експлуатаційні витрати, інвестиційна привабливість).
- Функціональність та комфорт (Тепловий комфорт, акустичний комфорт, мікроклімат).
- Технічні критерії (Легкість очищення будівельних компонентів, зручність утилізації, звукоізоляція, мобільна інфраструктура).
- Організація процесу (проектування, будівництво, експлуатація, демонтаж).
- Оцінка участку та району розташування.

Загальний рейтинг має 4 оцінки: сертифіковано, срібло, золото та платина.

Підсумуємо, найбільш розповсюдженими двома міжнародно визнаними системами екологічної експертизи об'єктів нерухомості є – BREEAM та LEED.

Основні розділи, які мають рейтингові системи, є:

1. Економія енергії.
2. Використання відновлювальних енергоресурсів та вторинного використання енергії.
3. Охорона навколишнього середовища.
4. Утилізація відходів.
5. Благоустрій, озеленення навколишніх територій.
6. Комфортність внутрішнього середовища проживання.
7. Зручність розташування будівлі.
8. Автоматизація, диспетчеризація, моніторинг систем інженерного забезпечення, інтелектуальне управління будівлею.
9. Надійність та безпека.
10. Комплексний мережевий менеджмент та моніторинг.
11. Економічні критерії екології та енергоефек тивності.

Переваги зеленого будівництва для навколишнього середовища:

1. Значне скорочення викидів парникових газів, сміття та забруднених вод.
2. Розширення і захист природного середовища існування та біологічного різноманіття.
3. Збереження природних ресурсів.

Основні переваги для здоров'я і суспільства:

1. Створення більш комфортних умов в приміщеннях за якістю повітря, а також щодо теплових і акустичних характеристик.

2. Зниження рівня забруднень, що потрапляють у воду, ґрунт і повітря, і як наслідок, скорочення навантаження на міську інфраструктуру.

3. Підвищенні якості життя за допомогою оптимального містобудівного проектування – розміщення місць прикладання праці в безпосередній близькості житлових районів із соціальною інфраструктурою (школи, медичні установи, громадський транспорт тощо).

Експлуатація Зелених будівель в порівнянні з традиційними спорудами є ***економічно більш вигідною***:

1. На 25 % знижується енергоспоживання, і відповідно досягається зменшення витрат на електроенергію.

2. Зменшення споживання води на 30 % закономірно приводить до значного зниження витрат на водопостачання.

3. Скорочення витрат на обслуговування будівлі досягається за рахунок більш високої якості сучасних засобів управління, ефективного контролю та оптимізації роботи всіх систем.

4. Збільшена поточна чиста виручка (наприклад, 3%-ва премія при середній нормі орендного договору) та вартість активів власності (на приклад, 10%-ва премія на комерційну цінність) може привести до більш низьких фінансових і страхових затрат.

5. Зменшення кількості відмов від оренди та власності, збільшення задоволеності орендарів, що також може привести до зниження витрат.

6. Впровадження принципів Зеленого будівництва прекрасно підходить для привернення суспільної уваги, сприяє якнайшвидшій окупності орендних площ і більшій лояльності орендарів.

7. Соціальноекономічні дослідження реєстрували зростання ринку Зелених будівельних матеріалів на 5 % щорічно від 455 млрд доларів в 2008 р. до 571 млрд – в 2013 р. Більшість найбільших світових будівельних компаній до 2023 року планують укладати на Зелені будинки не менше половини всіх своїх контрактів.

8. Будинки, побудовані з використанням Зелених технологій, сприяють збереженню здоров'я працюючих у них людей, що знижує втрати від виплат за медичною страховкою.

9. Принципи будівництва Зелених будівель вже зараз відповідають очікуваному посилюванню екологічного законодавства, пов'язаного з обмеженням викидів вуглецю.

10. Йде постійне зниження собівартості. Більшість Зелених будівель дорожче від звичайних не більше ніж на 4 %, а в найближчому майбутньому застосування Зелених технологій стане найефективнішим засобом для зниження собівартості будівництва.

На даний момент додаткова собівартість може бути амортизована в ході експлуатації будівлі і зазвичай компенсується протягом перших 3-х або 5-ти років за рахунок зниження експлуатаційних витрат.

11. Багато інвесторів вже зараз розглядають будівництво звичайних будинків як збільшення своїх ризиків і підвищення відповідальності.

Сучасне зростання «зеленої» економіки спостерігається серед Західних тенденцій, а саме в США – це 23 % частки ринку, в Європі – 21 %.

8.2 Екологічне будівництво в Україні

В Україні, як і в інших країнах, найбільшим споживачем природнього газу є комунальний сектор з щорічним об'ємом спалювання близько 16 млрд метрів кубічних. Тому напрямок «зеленого» будівництва завжди асоціюється з показниками рівня споживання та енергоефективності самої будівлі. Основними національними стандартами, які покликані регулювати норми енергоефективності при будівництві та реконструкції сьогодні є ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та ДСТУ Б EN 15217:2013 «Енергетична ефективність будівель». В основному, цими документами нормується енергоспоживання будівлі в цілому, але акцент стоїть, в першу чергу, на огороджуючих конструкціях, мало уваги приділяється так званому напрямку ZEB (zero-energybuiding) – будівництву високоенергоефективних будинків, що виробляють енергію з відновлювальних джерел стільки скільки і споживають.

У нашій країні екологічне будівництво набирає актуальності та розвитку з 2012 року, що підкріплено існуванням певних рад з екологічного будівництва, різних об'єднань з метою впровадження міжнародних стандартів в Україні.

В Україні робляться спроби по введенню енергетичної ефективності будівель як першого кроку на шляху по встановленню норм екологічного будівництва. Так, 12 грудня 2012 року був запропонований законопроект «Про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель». Закон був прийнятий Верховною Радою України **22 червня 2017** року, зміни були внесені 17.10.2019 та 09.07.2022.

У 2013 році в Україні було зареєстровано два об' єкти з сертифікації LEED – бізнесцентр в Києві і житловий мікрорайон «Ліски–2» у Миколаєві. Ця сертифікація була направлена на організацію найбільш прийнятного будівництва для навколишнього середовища, зокрема краще контролюються використання енергії та води, зниження викидів CO_2, забезпечення найбільш прийнятного клімату всередині приміщення, управління ресурсами і відстеження впливу людської діяльності на їх стан.

За даними на 01 лютого 2022 року в Україні близько 184 тис. кв. м офісних приміщень збудовано з урахуванням більш екологічних та

енергоефективних принципів, йдеться в дослідженні консалтингової компанії Colliers Ukraine, що входить до Colliers International.

Зазначено, що саме офісну нерухомість найчастіше сертифікують за "зеленими" стандартами. "Зелена" сертифікація в Україні стає цивілізаційним стандартом, стандартом комфорту та відповідальності. Як і у всьому світі, найбільш активним на старті є офісний сегмент, але його швидко наздоганяють логістика та житло.

Згідно з дослідженням, за системою BREEAM (стандарт оцінювання екологічної ефективності та рівня енерговитрат будівельних конструкцій) сертифіковано такі офісні приміщення, як БЦ Astarta Organic Business Center, Eurasia, Grand, Horizon Park, Prime у Києві та бізнес-парк "Оптіма Плаза" у Львові.

Сертифікацію LEED (стандарт вимірювання енергоефективності та екологічності проєктів та будівель) отримали будівлі в рамках проєктів Unit.City та Lviv Innovation Park, а також БЦ Mag.nett та K/MOST.

Серед об'єктів складської нерухомості, які будуть сертифіковані за стандартом BREEAM, аналітики відзначають логістичний парк класу А від інвестфонду Amstar (340 тис. кв. м), логістичні комплекси East Gate Logistic, West Gate Logistic та West Logistic Park (раніше Amtel) від інвестгрупи Dragon Capital у Київській області та розподільний центр мережі Novus площею 40 тис. кв. м (у межах $100 млн кредиту від ЄБРР).

Водночас "зелена" сертифікація (BREEAM) має лише один об'єкт торговельної нерухомості в Україні – ТРЦ Forum. У дослідженні також йдеться про розпочатий процес сертифікації ТРЦ Victoria Gardens (Львів) та ТРЦ Sky Park (Вінниця), які перебувають в управлінні Dragon Capital.

Аналітики Colliers наголошують на необхідності активного впровадження BREEAM в Україні з метою підвищення ефективності експлуатації нерухомості та зниження викидів вуглекислого газу.

"Зелена" сертифікація скорочує операційні витрати ТРЦ. У Victoria Gardens було проведено роботи з реконструкції випускного колектора каналізації та встановлено лічильники, модернізовано систему вентиляції та встановлено LED-освітлення з технологією інтелектуального управління.

Загалом за два роки команді Colliers Ukraine вдалося знизити комунальні витрати у ТРЦ Victoria Gardens на 25%", – прокоментував директор з управління нерухомістю Dragon Capital Property Management. Colliers International – провідна багатопрофільна компанія з надання професійних послуг у сфері комерційної нерухомості. Офіси компанії представлені у 67 країнах світу.

Всі системи оцінювання мають свої особливості та переваги, але те що їх ставить в один ряд – це ті вигоди, які отримує кожен з учасників процесу будівництва та ескплуатації. Для орендаря це можливість створити більш комфортне середовище для співробітників, в кожній системі оцінювання достатня увага приділяється комфорту в середині будівлі. Девелопер отримує маркетингову перевагу на ринку, можливість швидше заповнити вакантність,

підвищити ставку капіталізації, легше отримати кредитне фінансування, забезпечити будівлі стабільний і платоспроможний потік орендарів.

Сертифікат відповідності «зеленим» вимогам – це сучасний тренд. Інвестор, насамперед, знижує ризики морального старіння активу, підвищення цін на енергоресурси і покращує корпоративний імідж. Для архітекторів, проектувальників, інженерів і підрядників участь в проекті, що сертифікується за міжнародними стандартами, – це незалежне міжнародне підтвердження їх компетенції, якості проектних рішень і додаткова конкурентна перевага.

Основні переваги екологічного будівництва полягають у наступному:

Для економічної сфери: зниження енергоспоживання, внаслідок чого досягається зменшення витрат на електроенергію; зменшення споживання води приводить до значного зниження витрат на водопостачання; впровадження принципів екологічного будівництва прекрасно підходить для привернення громадської уваги тощо.

Для суспільства: створення більш комфортних умов в приміщеннях за якістю повітря, а також тепловим і акустичним характеристикам; зниження рівня забруднень, що потрапляють у воду, грунт і повітря; підвищення якості життя за допомогою оптимального розміщення місць працевлаштування в близькості житлових районів із соціальною інфраструктурою (школи, медичні установи, громадський транспорт) тощо.

Для навколишнього середовища: значне скорочення викидів парникових газів, сміття та забруднених вод; розширення і захист природного середовища існування та біологічного різноманіття; збереження природних ресурсів.

У будинках зосереджений максимальний, в порівнянні з іншими секторами потенціал енергозбереження: 270 млн т, або більше 20 % від загального обсягу енергоспоживання у 2030 р. за базовим сценарієм.

Екологічне будівництво для України – це великий потенціал, перспектива для економічного зростання, шлях до сталого розвитку країни. Тому державі, на рівні виконавчої та законодавчої влади, необхідно проводити стимулювання і впровадження нових стандартів на становлення екологічного будівництва в Україні. У тому числі заходи, що становлять більше 80 % потенціалу економії енергії: установлення термостатів і лічильників тепла, поліпшення теплоізоляції існуючого житлового та нежитлового фонду, модернізація житлових будинків і будівництво більш енергоефективних нових будівель. Решта заходів охоплюють менше 20 % загального потенціалу енергозбереження по сектору. Їх можна розділити на три групи: використання нової енергоефективної побутової техніки та електроніки, модернізація систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря і установлення енергоефективних систем освітлення.

9 ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ. ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКИХ ВОД. АНТРОПОГЕННІ ЗАБРУДНЕННЯ ЧОРНОГО МОРЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЕКОСИСТЕМУ

9.1 Загальна характеристика екосистем. Водні екосистеми

За розмірами виділяють мікроекосистеми (наприклад, калюжа після дощу), мезоекосистеми (ліс, ставок і т. д.), макроекосистеми (континент, океан тощо) і глобальну – біосфера; за ступенем трансформації людською діяльністю екосистеми поділяють на *природні, природно-антропогенні* та *антропогенні*, за генетичною класифікацією їх поділяють на *природні* і *штучні*.

Природні екосистеми світу поділяють на екосистеми суходолу та водні екосистеми. Різноманіття екосистем на нашій планеті є важливим фактором загальної стійкості біосфери.

За Ю. Одумом, водні екосистеми поділяють за особливостями водного середовища на дві великі групи: **прісноводні** та **морські**. Екосистеми кожної групи мають свої особливості.

Ю. Одум пропонує таку класифікацію водних екосистем, засновану на особливостях їхньої макроструктури.

Типи *прісноводних* екосистем:

1. Дотичні (проточні води): ріки, струмки тощо.
2. Лентичні (стоячі води): озера, ставки водосховища тощо.
3. Заболочені угіддя: болота і болотисті ліси.

Типи *морських* екосистем:

1. Відкритий океан (пелагічна).
2. Води континентального шельфу (прибережні води).
3. Райони апвелінгу (родючі райони з продуктивним рибальством).
4. Естуарії (прибережні бухти, протоки, гирла рік, тощо).

Прісноводні екосистеми займають порівняно малу частину земної поверхні, але їх значення для людини і довкілля надзвичайно велике.

Річки є основним джерелом прісної води і вони зазнають найбільшого антропогенного впливу. На території України зареєстровано 71 тис. річок, що мають загальну довжину 243 тис. км. Більшість річок належить до басейнів Чорного та Азовського морів.

В річках виділяють перекати - ділянки з швидкою течією, причому дно річки немає уламкового матеріалу або його дуже мало, та плеси - глибоководні ділянки з повільною течією, як правило, з м’яким субстратом (намулом, піском).

На перекатах живуть організми, які або закріплюються на ґрунтовий субстрат, або є добрими плавцями. На перекатах практично відсутні

редуценти, що живуть переважно в намулі і тому такі ділянки надзвичайно вразливі до забруднення.

На плесах виникають сприятливі умови для життя рийних і плаваючих тварин, а також водних рослин з розвинутою кореневою системою. На великих плесах створюються сприятливі умови для розвитку планктону і для таких ділянок характерно замулювання дна.

Тобто, у розвитку річкових екосистем основну роль відіграють характер дна та берегів, температура води та швидкість течії.

У прибережній частині струмків та річок ростуть звичайні для цих місць очерети, комиші, лепешняки та стрілолист. У товщі води плавають елодея, латаття. При підвищенні швидкості течії до 0,3-0,6 м/с та більше товща води вже не заростає. Річкова ентомофауна досить різноманітна. Тут чимало водяних комах та їхніх личинок. Часто зустрічаються рачки-бокоплави. Уздовж течії рік спостерігається своя закономірність у розподілі іхтіофауни. У витоках чистих рік із прозорою водою живе форель, у середній течії основними видами є вусач, звичайний лин та головень. У нижній частині рік, де течія сповільнюється, до складу іхтіофауни входять лящ, короп, щука та верховодка.

Трофічні ланцюги прісноводних екосистем та особливо річок є короткими через відсутність багатої кормової бази. Вони починаються з автотрофних рослин і закінчуються в пасовищних трофічних ланцюгах хижими рибами, а в детритних трофічних ланцюгах – мікроорганізмами.

Озера - це також важливі прісноводні джерела. В Україні 3 000 озер із загальною площею водного дзеркала 2 тис. км^2. Крім цього, країна має 23 тис. ставків та водосховищ, особливо їх багато в районі середнього та нижнього Дніпра.

В озерах представлені всі види живих організмів: продуценти - консументи - редуценти. Для озер кругообіг речовин є практично замкненим, але вони є також вразливими до забруднення.

В прісноводних озерах виділяють три основні частини, які можуть бути розглянуті як окремі екосистеми:

- прибережна частина – літораль;
- глибоководна частина – профундаль;
- основна товща води – пелагіаль.

Найбільш заселена живими організмами – літораль. Прибережні зони будь яких водойм є їхніми головними трофічними областями. Окрім напівзанурених рослин, у водоймах живуть придонні організми, які складають бентос, та планктон, що плаває у товщі води. Продукція більшості водойм часто лімітується нестачею біогенних мінеральних речовин. Річ у тому, що життя зосереджене у верхніх шарах води, де є достатньо сонячного світла, а мінеральні речовини надходять з придонних шарів. Верхні та нижні прошарки води розділені між собою термоклином, що особливо чітко проявляється у водоймах субтропічного та тропічного поясів. Термоклин перешкоджає вертикальному водообміну та призводить до дефіциту мінеральних речовин у

поверхневих шарах води.

Літораль характеризується наявністю великої кількості прикріплених рослин – макофітів. Фауна представлена комахами та їх личинками. З молюсків часто зустрічаються ставковики та плоскі котушки. На дні живуть жабурниці. Багата й фауна хижаків. Тут зустрічаються п'явки, водяні клопи, плавунці. Численні личинки бабок, одноденок, комарів.

У прибережній частині озер звичайними є такі види риб, як плітка, краснопірка, лин, дикий короп. Хижі риби представлені щукою, окунем та судаком. Прибережна частина озер є місцем проживання жаб, тритонів, вужів та гадюк.

Придонна частина озер майже не має рослин, вода мало рухома і зберігає протягом майже всього року температуру +4°С. Фауна таких місць збіднена. Вона представлена в основному личинками комарів-дзвонців та молюсками.

У пелагіалі рослини представлені плантктоном із синьозелених, діатомових та зелених водоростей, макрофітами, що плавають (елодея, рдести). Усі живі організми мають різноманітні пристосування, що допомагають їм утримуватися в товщі води. У рослин це парашутоподібні вирости, крапельки жиру в тілі, тварини утримуються за допомогою активних рухів. У пелагіалі водиться товстолоб. Тут багато хижих коловерток, веслоногих рачків та циклопів.

Рослинний та тваринний світ озер у багатьох випадках визначається наявністю у воді поживних речовин. За цією ознакою озера поділяються на евтрофні – багаті на азот, фосфор, оліготрофні – бідні на азот і фосфор (нітратів менше 1 мг/ л) та проміжні – мезотрофні. Фауна риб у цих трьох типах озер суттєво відрізняється. Для оліготрофних озер характерні сиги, гольці, окуні, щука та плітка. В евтрофних озерах живуть види, які стійкі до частого тут дефіциту кисню – короп, лин, карась, плітка та лящ.

Болота лише умовно можна віднести до водних екосистем. ***Болотні екосистеми*** є азональними і вони формуються в зонах сильного перезволоження ґрунту. При цьому, детритний трофічний ланцюг вкорочується та не завершується утворенням гумусу. Рештки рослин (рослинний опад) накопичується в напіврозкладеному стані та утворює торф.

Морські екосистеми

Морське середовище неперервне і займає понад 70% поверхні планети. Загальний обсяг води у Світовому океані досягає 138 000 тис. км^3. Це приблизно 96% загальної кількості води на планеті. Важливою особливістю цих екосистем є цілісність – усі океани й моря з'єднуються між собою, за винятком кількох ізольованих засолених водойм (Каспійське й Аральське моря), які явно є реліктовими залишками й колись були з'єднані зі Світовим океаном.

Глибина океанів і морів сильно варіює, складаючи в середньому близько 3 700 м. На окремих ділянках можуть спостерігатися більші чи менші глибини. Так, глибина Маріанської западини в Тихому океані досягає більше

7 000 м, а в найглибшій її частині – 11 022 м, Азовське море має глибину всього 14 м.

Для Світового океану характерна солона вода, обумовлена наявністю катіонів натрію, магнію, кальцію й калію та аніонів -хлоридів, сульфатів і бікарбонатів. Середня солоність води – близько 35 г/л.

Залежно від *топографічного положення й глибини* у океані чи морі виділяють такі частини:

а) *літораль* – прибережна частина, яка осушується під час відливів і заливається під час припливів;

б) *епіпелагіаль (континентальний шельф)* – зона, що йде вздовж берегів із глибинами в 200-400 м;

в) *пелагіаль* – основна товща води в океані чи в морі – поділяється на *мезопелагіаль* (200-1000 м), *батіпелагіаль*, що лежить на глибинах 1000-4000 м, і *абісопелагіаль* - глибше 4000 м;

г) *абісаль* – придонна частина води.

Залежно від *освітлення* виділяють евфотичну зону (освітлені шари води до глибини 200 м) та афотичну зону.

Життя є у всіх куточках океану і найбільш багате поблизу суші. Бар'єрами для пересування живих організмів є температура, солоність, глибина. В океані відсутні абіотичні зони.

Виділяють такі ***біотичні зони***:

- Відкритий океан (пелагічна зона);
- Води континентального шельфу (прибережні води);
- Райони апвелінгу (родючі райони з продуктивним риболовством);
- Естуарії (прибережні бухти, протоки, гирла річок, лимани тощо);
- Глибоководні рифтові зони.

Відкритий океан (пелагічна)

Так, *шельф* займає лише 12 % площі цих водойм, проте тут живуть до 80% всіх морських організмів. Материковий схил (глибина 200-4000 м) займає 8 %, абісаль - 83%, серединно-океанічні хребти та глибоководні жолоби – 7 %.

Абіотичні фактори водного середовища (світловий режим, температура, солоність, густина води тощо) дозволяють поділити водну товщу океану на кілька зон, які відрізняються умовами існування живих організмів.

Для всіх зон характерні свої особливості, а представники морської флори і фауни мають власні адаптаційні механізми до умов середовища. Найбільше біорізноманіття характерне для евфотичних зон, особливо в межах теплих районів.

Морським екосистемам притаманна висока продуктивність і вони відіграють важливу роль для стабілізації умов на Землі, зокрема є регулятором клімату, хімічного складу атмосфери тощо.

Живі організми, що населяють океан, поділяють на три основні екологічні групи: планктон, нектон і бентос.

Планктон - це сукупність організмів, що пасивно плавають і переносяться морськими течіями в шарі води. Це можуть бути рослини (фітопланктон), тварини (зоопланктон) та бактерії (бактеріопланктон), які практично нездатні самостійно пересуватись на значні відстані.

Ці групи організмів є першою ланкою трофічних ланцюгів океану, зокрема *фітопланктон* - основний первинний продукт органічної речовини в морських водоймах, за рахунок якого існують гетеротрофні організми. Саме з фітопланктоном пов'язані такі явища, як "цвітіння вод" та "червоні припливи".

Нектон - це група морських організмів, що можуть активно плавати та пересуватись на значні відстані (різноманітні риби, китоподібні, тюлені, морські змії та черепахи, кальмари, восьминоги, тощо). Чисельність окремих видів організмів є значною і вони мають промислове значення.

Бентос - це організми, які населяють морське дно. При цьому вони можуть бути прикріпленими, сидячими (корали, губки, водорості, тощо), риючими (кільчасті черви, молюски, тощо), повзаючими (ракоподібні, голкошкірі, тощо) або вільно плаваючими біля дна (черевоногі молюски, скати, тощо).

Води континентального шельфу (прибережні води)

Континентальний шельф є одним із найбагатших районів світового океану. Тут виловлюють близько 90 % відсотків риби, тут розташовані багаті запаси корисних копалин, у тому числі нафти та газу.

З появою в середині XX ст. технологій добування корисних копалин із дна моря деякі держави спробували односторонньо поширити свій суверенітет на райони шельфу. Це породило численні територіальні спори між державами. У 60-90-ті роки XX ст. ці держави уклали біля ста міжнародних угод про розмежування шельфу.

Проблема делімітації континентального шельфу час від часу продовжує виникати в міждержавних відносинах, не зважаючи на те що міжнародно-правові норми в дій області кодифіковані, у тому числі в загальному міжнародному праві, в Конвенції про континентальний шельф 1958 р. і в Конвенції ООН з морського права 1982 р.

Відповідно до Конвенції ООН з морського права 1982 р. континентальний шельф - це морське дно та надра підводних районів, що простягаються за межі територіального моря на всьому протязі природного продовження його сухопутної території до зовнішньої межі підводної окраїни материка або на відстань 200 морських миль від вихідних ліній, від яких відлічується ширина територіального моря, коли зовнішня межа підводної окраїни материка не простягається на таку відстань. Підводна окраїна материка доходить до глибоководного дна океану та складається з шельфу, схилу і підйому, а також включає в себе продовження континентального масиву прибережної держави, що знаходиться під водою. Якщо підводна окраїна знаходиться далі 200 миль,

зовнішня межа може простягатися на відстань до 350 морських миль від ліній, від яких відлічується територіальне море, або не далі 100 морських миль від 2500-метрової ізобати. Відстань у 350 миль поширюється також на межу шельфу на підводних хребтах (ст. 76).

Конвенція про континентальний шельф 1958 р. давала дещо інше визначення шельфу. Однак обидва ці визначення, як і інші, що зустрічаються в міжнародних угодах, є суто правовими та відрізняються від географічного поняття континентального шельфу як материкової відмілини, що прилягає до берегів суші та має з нею спільну геологічну будову. Відповідно, у природі розміри шельфу можуть суттєво коливатися: від декількох миль біля західного узбережжя США до площі всього дна Північного моря.

Закріплюючи права прибережної держави на шельфи, Конвенція з морського права 1982 р. в багатьох речах повторює положення Конвенції про континентальний шельф 1958 р. Держави, як і раніше, не поширюють на шельф повного суверенітету, а мають певні суверенні права «з метою розвідки та розробки його природних ресурсів». Ці права часто називають виключними, бо ніхто і ні за яких умов не вправі здійснювати таку діяльність без згоди прибережної держави. Вона має також виключне право дозволяти та регулювати виробництво будь-яких бурильних робіт на шельфі, незалежно від їхньої мети. Прибережна держава вправі створювати на шельфі штучні острови, установки та споруди і встановлювати навколо них зони безпеки шириною до 500 метрів.

Права прибережної держави на континентальному шельфі не торкаються правового статусу ні покриваючих шельф вод, ні повітряного простору, що знаходиться над ними.

Розмежування континентального шельфу суміжних або розміщених одна проти іншої держав здійснюють шляхом Укладання міжнародних угод.

Прибережні держави зазвичай мають спеціальне законодавство про континентальний шельф. В Україні ст. 244 Кримінального кодексу України встановлена кримінальна відповідальність за порушення законодавства про континентальний шельф України.

Райони апвелінгу (родючі райони з продуктивним риболовством)

Локалізація життя в океані визначається важливим явищем, що отримало найменування «апвелінг» (стійкий підйом глибинних вод).

В нижній частині водної товщі океану скупчується і розкладається велика частина виведених з біологічного кругообігу продуктів метаболізму морських організмів. Тому за багато мільйонів років тут утворилася справжня комора всіх необхідних для життя речовин. Відсутність світла на великих глибинах не дає можливості організмам їх використовувати.

Найбільш інтенсивні і стійкі апвелінги виникають в областях пасатної циркуляції. Пасати – це вітри, що постійно дмуть з пустель на кордоні тропічної та субтропічної зон в західному напрямку. Вони формують екваторіальні течії, які виносять величезні маси розігрітої води зі східної

периферії океану в західну. Звідси теплі тропічні течії рухаються вздовж континентальних околиць на південь або на північ.

Грандіозний перехід теплих вод в середні і високі широти компенсується з іншого боку океану перетіканням холодних вод з антарктичних (або арктичних) районів у напрямку до тропіків. Ці течії, названі холодними прикордонними, рухаючись вздовж східних континентальних околиць в Тихому, Атлантичному та Індійському океанах, відіграють особливу роль. Насичені киснем, холодні води особливо сприятливі для розвитку в зонах апвелінгу великих популяцій організмів. До потужних холодних прикордонних течій відносяться Перуанська і Каліфорнійська в Тихому океані, Канарска і Бенгельска в Атлантиці, Східно -Австралійська в Індійському океані. Разом з холодними водами Перуанської і Бенгельскої течій майже до самих тропіків з Антарктики піднімаються кити, пінгвіни, морські слони та інші тварини, а також птахи з високих широт.

Естуарії (прибережні бухти, протоки, гирла річок, лимани тощо)

Естуарій - однорукавне, лійкоподібне гирло річки, що розширюється в напрямку моря або океану. Утворюється, коли море затоплює гирло річки, а припливи та відпливи виносять осадові породи в море і не дають естуарію заповнитися ними та перетворитися на дельту. Це відбувається, коли прилегла до естуарію частина моря має велику глибину.

Найбільшим естуарієм світу вважають Затоку Святого Лаврентія (яку утворює Річка Святого Лаврентія). Естуарії мають річки: Єнісей, Темза та інші. На українських річках естуарії майже не трапляються.

В естуаріях бувають дуже сильні припливи, коли солоні води океану змушують прісну воду річки текти назад. Якщо естуарій має круті береги і звужується, під час сильних припливів рівень води різко підіймається, утворюючи високу одиночну хвилю (бор, у Бразилії – пороpока), що просувається річкою вглиб суходолу, доки не втратить енергію і не спаде.

Естуарії є одними з продуктивних морських екосистем.

Продуктивність естуаріїв і лиманів зумовлена послабленням солоності води, надходженням додаткових поживних речовин як із прісною водою з материка, так із соленою водою з шельфу під час приливу, співіснуванням прісноводних і морських гідробіонтів, а також очищенням цих територій від відходів під час відливів.

Глибоководні рифтові зони

Розглянемо екосистему глибоководних рифтових зон. Ця унікальна екосистема відкрита лише в 1977 році в рифтовій зоні підводного хребта Тихого океану, на північно-схід від Галапагоських островів, на глибині 2600 м. На цій глибині є суцільна темрява, що унеможливлює фотосинтез, наявне сірководневе забруднення і значні викиди отруйних металів через гідротермальні джерела. Живі організми представлені гігантськими трубчастими червами (погонофорами), крупними двохстулковими молюсками, креветками, крабами і деякими видами риб. Висока густина життя вражає - 10-15 кг/м2, а роль зелених рослин відіграють сірчисті бактерії, в яких

реалізується хемосинтез. Такі екосистеми були знайдені і в інших ділянках Світового океану.

До 75% організмів глибоководних рифтових зон живуть в симбіозі з хемоавтотрофними бактеріями, що дозволяє їм виживати. Сірчисті бактерії складають першу ланку харчового ланцюга даної екосистеми, далі йдуть погонофори, всередині яких живуть бактерії, що здатні переробляти сульфіт Гідрогену і таких чином забезпечувати погонофорів поживними речовинами. Двохстулкові молюски також живуть в симбіозі з сіркобактеріями, що поселяються в молюсках, вилучають із води діоксид Карбону і кисень, які необхідні для окислення сульфіду Гідрогену. При цьому утворюються поживні речовини. Живі організми глибоководних зон мають ряд морфологічних відмінностей, зокрема, у них атрофований зір, у риб відсутній повітряний міхур, розвинуто свічення органів, тощо. В океані відомо більше 800 видів організмів, які світяться. Це близько 200 видів молюсків, 300 видів риб, 150 видів ракоподібних, тощо.

Функціонування екосистем відбувається за загальними законами перетворення енергії та кругообігу речовин. Всі природні екосистеми мають спільну рису - їхня біота не лише максимально пристосована до конкретних фізичних умов середовища, але й одночасно справляє певний вплив на це середовище, реалізуючи енергетичні, біогеохімічні, водотрансформаційні, організаційні та середовищетвірні функції біосфери.

Морські екосистеми відіграють величезну роль в житті людини: через них пролягають транспортні шляхи, що зв'язують різні країни і їх регіони. У морях добувають рибу, складову важливу статтю в харчуванні, а також інші дари моря: кальмари, краби, креветки. У мілководних районах (на шельфі) відкриті родовища нафти і газу.

Для біологічної продуктивності морів важлива чистота морської води. В останні десятиліття моря й океани зазнають усе більшого забруднення різними токсикантами, що пов’язано з діяльністю людини. Особливо великі забруднення створює промисел і транспортування нафтопродуктів і газу, а також континентальні забруднені стоки.

Як і прісноводні, морські екосистеми відчувають сильний вплив господарської діяльності людини. Головні чинники, що порушують екологічну рівновагу, - це забруднення і надмірний (до того ж часто проводиться важкими тралами, що порушують бентосну частину екосистеми) вилов риби та інших морепродуктів. Оскільки ефектом самоочищення володіють лише прикордонні шари води, які становлять не більше 2-3% обсягу світового океану, його екосистеми вже не в змозі справлятися із забрудненням, що викликає їх деградацію.

9.2 Забруднення морських вод

Океани, включаючи замкнені і напівзамкнені моря, є важливою частиною глобальної системи життєзабезпечення. Вони впливають на клімат, погоду і

стан атмосфери, а також є могутнім резервом продуктів харчування, мінерально-сировинних і інших ресурсів.

Світовий океан є безвідмовним приймачем усякого роду відходів. Скид у нього надто великої кількості шкідливих речовин, пестицидів, добрив, зростаюче забруднення морського середовища нафтопродуктами, засмічення річкових естуаріїв - все це робить реальним припущення про те, що може наступити такий момент, коли океан перестане служити людині.

Океани - це загальна стічна яма, величезний септичний бак, із якого вода, здійснивши великий кругообіг, повертається до людини, тварин і рослин у чистому вигляді. *Забруднення морських вод слід розглядати з урахуванням складного обміну природних вод між геосферами й утворюючими їх системами у процесі вологообороту і еволюційного розвитку Землі.*

Близько 70% забруднення морського середовища пов'язане з *наземними джерелами*. Забруднення виникає також в результаті *судноплавства і скиду відходів у море*.

Основні джерела забруднення морських вод:

- скид промислових і господарських вод безпосередньо у море або з річковим стоком;
- надходження з суші різних речовин, що застосовуються в сільському і лісовому господарствах;
- навмисне поховання ЗР в морі;
- втрати різних речовин у процесі суднових операцій;
- аварійні викиди із суден або підводних трубопроводів;
- розробка корисних копалин на морському дні;
- перенесення ЗР крізь атмосферу.

У моря виносяться величезні кількості речовин як у результаті *природних*, так і *антропогенних процесів*. Лише внаслідок природних процесів до Світового океану щороку надходять приблизно 25 млн. тон заліза, 300-400 тон марганцю, по 180 тис. тон міді і цинку. Нафта і НП - найбільш розповсюджені ЗР. У природних умовах до Світового океану їх надходить від 0,2 до 2 млн. тон.

Велику шкоду морським екосистемам завдають морські перевезення. Танкерами перевозиться щорічно близько 2 млрд. тон нафти і НП. Втрати відбуваються навіть і при безаварійній роботі морського транспорту. Але під час аварій, коли розливається до 40-50 тис. тон, уражаються поверхні площею близько 100 кв. км.

Щорічне забруднення океанів внаслідок морських перевезень, аварій та незаконного зливу складає близько 600 тис. тон нафти.

Нафта і НП справляють негативний вплив на морські біоценози, тому що їх плівки порушують обмін енергією, теплом, вологою й газами між океаном і атмосферою.

Забруднення і отруєння морських вод відбувається при *затоплюванні (дампінгу) ємностей з отруюючими речовинами, побутовими та промисловими відходами*.

З 1967 р. стали проводитись поховання у глибоководних частинах океану радіоактивних відходів у герметичних металевих контейнерах, залитих бетоном або бітумом. Однак екологічні наслідки дампінгу радіоактивних відходів після розгерметизації цих контейнерів можуть бути дуже значними. На сьогоднішній день дампінг радіоактивних відходів призвів до підвищення радіоактивності деяких районів (Ірландське море, Японське море, північно-східна частина Атлантики, тихоокеанське узбережжя США тощо).

Забруднення морських вод відбувається *нерівномірно*. Особливо піддаються забрудненню прибережні та шельфові області, міжматерикові та внутрішньоматерикові моря, куди виноситься потік стічних вод річками; цьому сприяє також розташування у прибережних районах суші значної частини промислових підприємств, а на низькодолах - землеробських угідь.

Дуже широко в морських водах розповсюдились пестициди, половина яких надходить із повітря, а решта виноситься із агроекосистем поверхневим стоком.

9.3 Особливості екосистеми і антропогенного забруднення Чорного моря (за матеріалами академіка НАН України *Ю.П. Зайцева*)

На місці сучасного Чорного моря в різні відрізки геологічного часу існували басейни, які мали інші риси біотопу і біоценозу: *Сарматське море* (5-7 млн. років тому), *Меотичне море* (2-3 млн. років тому), *Понтійське озеро-море* (1,5-2 млн. років тому), *Чаудинське озеро-море* (біля 1 млн. років тому), *Давньоевксінський басейн*(400-500 тис. років тому), *Карангатське море* (100-150 тис. років тому), *Новоевксінське море* (18-20 тис. років тому).

Релікти палеобіоценозів є в сучасному Чорному морі.

Чорне море відноситься до внутрішніх морів, які в тій або іншій мірі оточені сушею; за мірою ізольованості від Світового океану воно поступається тільки Азовському морю.

Площа акваторії Чорного моря - 423 тис. км2 , об'єм його вод - 547 тис. км3. Максимальна глибина - 2112 м. Площа шельфу (глибини 150-200 м) біля 100 тис.кв.км, з них 64 тис.кв.км - в північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ) навпроти берегів України, Румунії і Болгарії.

Ширина шельфу досягає 150-180 км, однак в районах, прилеглих до гористої місцевості звужується до 10 - 2 км. Довжина берегової лінії складає 4340 км (в тому числі в межах України - 1628 км).

Береги характеризуються ландшафтною різноманітністю. Водозбірний басейн нараховує більше 300 річок. Площа водозбірного басейну (більше як 2,3 млн. кв.км) охоплює території 22 країн Європи і Малої Азії. Місце, де річкові води зустрічаються з морськими, називається гідрофронтом.

Водний баланс Чорного моря виражається такими величинами (км3 на рік): *приходні статті* - річковий стік (346), атмосферні опади (119), нижньобосфорська течія (176), верхньокерченська течія (32), усього - (694);

витратні статті - випаровування (332), верхньобосфорська течія (340), нижньокерченська течія (32), усього - 704 км3 на рік.

Солоність моря в центральних частинах біля поверхні складає близько18 г/кг, в ПЗЧМ - до 15 г/кг і нижче (особливо в пригирлових частинах). З глибиною солоність підвищується і на 200 м становить 20,5 г/кг, на 2000 м - 22,4 г/кг. Максимальні значення солоності (вищі за 30 г/кг) спостерігаються в нижньобосфорській течії.

Температура води в *літній час* в центральній частині моря досягає 23-24°С, біля берегів до 28-30°С. Нижче - шар холодної води і на глибині 150 м протягом року зберігається температура 8,6°С; ще глибше вона підвищується до 9°С і такою зберігається до дна. На глибинах від 50 м в центральних частинах моря до 100-150 м і до 100-150 м на шельфі відмічається «холодний проміжний шар» - від 7,2 до 7,5°С. У *зимові місяці* температура в південних частинах моря знижується до 10-13°С, в північних - до 4-5°С.

Низька солоність і низька зимова температура в Чорному морі були перешкодою для проникнення в неї середземноморських гідробіонтів. Іншою особливістю біотопу є *сірководневе зараження*; біля 87% об'єму вод позбавлені O_2 і забруднені H_2S (від глибини 150-200 м і до дна моря). Вміст H_2S в морській воді коливається: 0,19 мг/дм^3 на 150 м, 0,83 мг/дм^3 на 200 м, 2,34 мг/дм^3 на 300 м, 8,48 мг/дм^3 на 1000 м, 9,6 мг/дм^3 на 2000 м. Верхній кордон H_2S коливається, але не виявляє істотних тенденцій до підйому. *Донні відкладення* представлені піщаними, мулкими, кам'янистими, галечними, перехідними (мулко-піщаними, галечно-піщаними, глинисто-піщаними) і іншими утвореннями, з якими пов'язані певні угруповання гідробіонтів.

Гідробіонти Чорного моря представлені *3774 видами* (в т.ч. 1619 - грибів, водоростей і вищих рослин, 1983 - безхребетних тварин, 168 - риб, 4 -морських ссавців). Для порівняння: в *Середземному* морі нараховують *8000 видів* (в т.ч. *500 видів риб*). Однак по масі ЖР на одиницю поверхні і по біологічній продуктивності Чорне море перевершує Середземне. Основні систематичні групи *фітопланктону* -діатомові, дінофітові, кокколітофоріди, зелені, евгленові, синьо-зелені; всього 745 видів одноклітинних водоростей. До складу *зоопланктону* входить багато різних видів: від одноклітинних найпростіших до ікри і личинок риб. Широку популярність отримали ночесвітки і гребневики-плевробрахії. *Фітобентос* представлений 304 видами донних водоростей, пристосованих в основному до глибин 510 м (цистозіра, філофора, тостера і ін.), а також дрібними одноклітинними водоростями (400 видів). *Бактерії планктону і бентосу* вельми різноманітні. Глибше 200 м (в сірководневій зоні) наявні тільки анаеробні сульфатредуціючі бактерії, а в кисневій зоні - аеробні бактерії, чисельність яких велика (до 75 млн. в 1 мл води в нейстоні).

Організми ***зообентос***у зустрічаються на березі (мармуровий краб), біля урізу моря (молюски) і на глибинах (мідії). Мідія харчується дрібним планктоном і завислими органічними частками, які збирає, проціджуючи за добу до 200 м3 морської води. До зообентосу відносяться морські жолуді

(балянуси), актинії, морські таргани, краби, молюск рапана, які разом з фітобентосом утворюють угруповання донних організмів. Нейстон населяє самий верхний шар води товщиною до 5 см (личинки черв'яків, молюсків, креветок, крабів; ікра, мальки риб). Як відмічає Ю.П. Зайцев, більшість мешканців хоча б короткий період входять до складу нейстону.

Основну частину ***нектону*** складають риби; нараховується біля 200 видів іхтіофауни (в т.ч. 186 морських видів):

>*понтичні релікти* (тюлька, осетрові, оселедцеві, багато видів бичків);

> *новоевксинські релікти*, холодноводні (акула-катран, кілька, мерланка, чорноморський лосось);

> *середземноморські вселенці*, солелюбиві і теплолюбиві (хамса, ставрида, сарган, султанка, лобан, скумбрія, пеламіда тощо);

> *екзотичні види* - гамбузія (переселена в 20-і XX ст. роки з Італії), сонячна риба (доставлена з Америки акваріумистами), піленгас (завезена з опріснених вод Японського моря).

Рептилії представлені водяними вужами, які мешкають у річкових дельтах, лиманах і прибережних водах моря.

Із *ссавців* в Чорному морі мешкають 3 види дельфінів - афаліна, білобочка, азовка або морська свиня та тюлень-монах (зустрічається біля берегів Болгарії та Туреччини).

Екологічна обстановка в ПЗЧМ стала помітно гіршати в 60-70 роках XX сторіччя. До основних джерел і видів антропогенного впливу на ЕС Чорного моря відносяться:

1) *ріки* (скорочення прісноводного стоку, внесення в море різних ЗР);

2) *сільське господарство* (внесення в море добрив, пестицидів, часток ґрунту);

3) *промисловість* (внесення в море важких металів, детергентів, НП);

4) *населені пункти* (внесення в море неочищених або недостатньо очищених стоків, патогенних мікроорганізмів, детергентів, НП);

5) *атмосферне випадання* (внесення в море фосфатів, нітратів, ртуті, свинцю, пилу);

6) *судноплавство* (внесення в море НП, екзотів, шумове забруднення морського середовища);

7) *порти* (забруднення акваторій, поглиблення дна, прокладка судноплавних каналів, дампінг, перетворення природи лиманів);

8) *рибний промисел* (перевилов біологічних ресурсів, пошкодження і руйнування донних угруповань на шельфі);

9) *видобуток мінеральних ресурсів* (пошкодження і руйнування донних угруповань на шельфі);

10) *захист берегів* (зміна умов мешкання крайових угруповань моря, створення застійних зон, збільшення забрудненості вод і донних відкладень);

11) *рекреація і туризм* (мікробне забруднення моря, засмічення прибережної зони відходами, які довго не руйнуються, некерований видобуток «дарів моря».

Багато ЗР (органічні і мінеральні сполуки, НП, радіонукліди) надходять в Чорне море разом із ***стоком річок***. Разом з річковим стоком надходять неочищені або недостатньо очищені промислові, сільськогосподарські і комунально-побутові стоки.

Із ***судноплавством*** пов'язане *фізичне*, *хімічне* (НП і інші ЗР) і *біологічне* (мікроорганізми, екзоти) забруднення. *Шумове* забруднення в "біологічних коридорах" (Босфорській і Керченській протоках, через які проходять відповідно 40 і 10 тисяч суден на рік) створює перешкоди для міграції риб і інших морських тварин.

Днопоглиблювальні роботи і ***дампінг ґрунтів*** порушує умови мешкання бентосних форм. Перепромисел морських організмів підриває запаси промислових видів і тих гідробіонтів, які з ними пов'язані в угрупованнях. Донні риболовецькі трали переорюють донні відкладення, змулюють осідання, приводять до замулення піску, мідійних і устричних банок та біоценозів заростей.

Пошуки, розвідка і видобуток вуглеводнів і інших мінеральних ресурсів на шельфі приводять до погіршення якості морського середовища і донних відкладень.

Берегозахисні споруди порушують умови мешкання крайових угруповань, які відіграють важливу роль в природному відтворенні багатьох донних і пелагічних видів. Крім того, вони сприяють утворенню застійних зон з підвищеною бактерійною забрудненістю, тобто знижують рекреаційну значущість прибережних ділянок.

Масова рекреація, безконтрольний вилов морських організмів також негативно впливають на екологічну обстановку на прибережній території. Особливо небезпечним наслідком масової рекреації є мікробне і вірусне забруднення прибережних вод.

Антропогенна евтрофікація ПЗЧМ почалася у зв'язку зі *збільшенням вмісту фосфатів і нітратів у річковому стоці* в 1970-х роках. Якщо в 1950-х роках вміст фосфатів становив 10,5мг/дм3, нітратів 22,5 мг/дм3, то 1976 - 1980 рр. відповідно 197,9 і 188,8 мг/дм3. Це привело до бурхливого розвитку *фітопланктону*, кількість якого збільшилася від 670 мг/м3 в 1950-і роки до 30000 мг/м3 в 1980-і роки. Велика кількість фітопланктону сприятливо вплинула на розвиток біомаси *фітоїдного зоопланктону* (ночесвітка, медуза аурелія). Крім того, *знизилася прозорість води*, що утруднило процеси фотосинтезу і привело до загибелі водоростей на глибинах 20-60 м; з цієї ж причини площа філофорного поля з 11 тис. км2 і біомаси з 10 млн. т в 1950-х роках скоротилися до 0,5 тис. км2 по площі і 0,2 млн. т по біомасі в 1980-х роках, що привело до *деградації "фауни філофори*".

Через евтрофікацію в 1970-1980-х рр. зникла світлолюбна *цистозіра* на глибинах 15-20 м і пов'язані з нею гідробіонти. Велика кількість відмерлого фітопланктону обумовила збільшення концентрації органічної речовини в донному відкладенні від 2-3 г/м2 за добу на глибині 10 м в 1950-х роках до 150 г/м^2 за добу у 1980-і роки. Значна витрата кисню, необхідного для

розкладання мертвого планктону, була причиною *гіпоксіїї* навіть *аноксії* (повна відсутність кисню) і *заморів риб* і інших донних тварин; в 1973-1990 рр. втрати в межах ПЗЧМ становили 60 млн. т (в т.ч. 5 млн. т риб).

Антропогенна евтрофікація була причиною загибелі мідій і інших фільтраторів, що привело до збільшення ступеня забрудненості морських вод (1 $м^2$ площі, заселеної мідіями, фільтрує за добу 15-20 $м^3$ морських вод). Загалом, ситуація в 90-і роки дещо поліпшилася, а замори стали спостерігатися рідше і на менших площах.

Мікробне забруднення також є наслідком антропогенного впливу на морський басейн. Якщо в 1950-х роках на 1 мл морських вод припадало 10-200 кліток (кл.) кишкової палички (ешеріхії), в 1960-х роках до 90 тис. кл./л, то в 1980-х роках до 140-620 тис. кл./л (екстремально високі значення на пляжі Аркадія - до 2,4 млн. кл./л). Таке збільшення ешеріхії пов'язане із забрудненням прибережної зони моря каналізаційними стоками. Крім ешеріхії, поблизу випуску комунально-побутових стоків і дренажних вод на пляжах відмічалася поява і інших патогенних мікроорганізмів (сальмонела, шігела, холерний вібріон, яйця глиста тощо).

Чорне море стало приймачем для *екзотів*, які попали внаслідок *випадкової або навмисної інтродукції*. Вони успішно пристосувалися, зайняли екологічні ніші інших організмів і стали причиною еколого-економічних проблем. Прикладом є поява в 1940-1950 рр. *молюска рапана* родом з Японського моря разом із баластовими водами суден. Рапана поїдає устриць, мідій і інших молюсків. У Чорному морі *рапана не має природних ворогів* (у природному середовищі рапану поїдають морські зірки, але в Чорному морі вода для них занадто прісна). *Тільки людина на сьогодні регулює її чисельність*.

Разом з баластними водами з опріснених вод Північної Атлантики в 1980-і роки попав медузо-подібний *гребневик мнеміопсіс* (до 10-11 см в довжину), відомий як хижак, що поїдає зоопланктон - кормову базу риб. Наприкінці 1980-х років відмічалось різке зниження *зоопланктону* і *іхтіопланктону*, різке падіння уловів хамси. У 1994-1996 рр. чисельність мнеміопсісу стала меншати, що привело до збільшення чисельності кормового зоопланктону, однак проблема мнеміопсісу не втратила гостроти.

Наскільки згубно позначаються антропогенні навантаження на екологічний стан морського середовища можна бачити на прикладі *о. Зміїний*, який значною мірою не зазнає таких навантажень і характеризується *унікальною біологічною різноманітністю*.

Чорне море визнане як найбільш забруднене в світі. Необхідно прикладати значні зусилля для порятунку і захисту спільних міжнародних водних ресурсів. Як відмічає Ю.П. Зайцев, *стійкий розвиток морської екосистеми потребує безперервної міжнародної співпраці на основі Стратегічного Плану Дій по відновленню і охороні Чорного моря, прийнятого в 1996 р. шістьма причорноморськими країнами*.

10 БУДІВНИЦТВО ГІДРОТЕХНІЧНИХ ТА ПОРТОВИХ СПОРУД, ЇХ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

10.1 Гідротехнічні споруди та їх класифікація

Гідротехнічні споруди – це такі, які знаходяться під впливом водного середовища та призначені для використання й охорони водних ресурсів та запобігання шкідливій дії вод, у тому числі забруднених рідкими відходами. Гідротехнічне будівництво дуже сильно впливає на природні умови. На ділянці водосховища змінюється положення базису ерозії навколишньої території і відповідно умови живлення і руху підземних вод, а також спостерігається активізація процесів на схилах (зсувів) і зміна мікроклімату району. Створювання водосховищ з великим запасом води під час аварії може викликати катастрофічні затоплення долини річки нижче споруди. Все це вимагає повного ретельного вивчення природних умов території розміщення гідротехнічних споруд.

Гідротехніка – це:

1) використання водної енергії, тобто коли енергія води, яка рухається (падає), перетворюється в механічну, а потім в електричну;

2) меліорація (поліпшення) земель шляхом зрошення (іригації) посушливих районів і осушення заболочених, а також шляхом захисту від шкідливої дії води (затоплення, підтоплення, ерозії);

3) водний транспорт – покращення судноплавних умов річок і озер, будівництво портів, шлюзів, каналів тощо;

4) водопостачання і каналізація населених місць і підприємств.

Усі перелічені напрямки гідротехніки не є відокремленими, а тісно пов'язані між собою і перетинаються при комплексному вирішенні проблем водного господарства.

За своїм призначенням гідротехнічні споруди поділяються на:

1. *Загальні*, які використовуються в усіх галузях гідротехнічного будівництва. До них відносяться:

• водопідпірні споруди, які створюють напір і підтримують його, – греблі, дамби тощо. Водозабірні споруди – гідротехнічні споруди, що призначені для відбору води з водойм, водотоків або підземних джерел для господарських цілей;

• водопропускні, призначенні для відведення води в заданому напрямку або скидання зайвих вод;

• водопровідні – канали, лотки, трубопроводи та тунелі, які призначені для підведення і відведення води в заданому напрямку;

• регуляційні – для регулювання русел, захисту берегів від підмиву, з’єднання б'єфів і різних гідротехнічних споруд;

2. *Спеціальні* (застосовуються тільки в певних умовах), до них відносяться:

• гідроенергетичні (машинні будівлі ГЕС, деривaційні споруди тощо);
• воднотранспортні (шлюзи, канали, портові споруди);
• гідромеліоративні (водозабори, зрошувальні і осушувальні канали);
• водопровідні і каналізаційні (водозабори, водоводи, очисні споруди).

Гідротехнічні об'єкти зводять зазвичай у вигляді комплексу, який включає водопідіймальні, водопропускні, водозабірні, транспортні та енергетичні споруди. Такий комплекс споруд називають *гідровузлом*.

Гідровузли. Схема використання ресурсів водного потоку полягає в розбивці поздовжнього профілю річки на ряд ділянок, що являють собою частини долини річки, де будуть водосховища. Ці ділянки розміщують так, щоб водонепрохідність, створена греблею нижнього водосховища, виклинювалася перед греблею вище розташованого водосховища. Система таких водосховищ дозволяє суттєво змінити водний режим водотоку, накопичувати воду в багатоводний період року і збільшувати витрати в маловодні періоди. При цьому створюються можливості для енергетичного використовування річки, поліпшення умов судноплавства, полегшення забору води для цілей зрошення і водопостачання.

Вибір типу споруд гідровузла та їх взаємне розташування (компоновка) так само, як і способів їх зведення, є взаємопов'язаними і визначаються призначенням гідровузла та інженерно-геологічними умовами. Велика кількість цих умов, а також відмінність у масштабах і призначенні окремих споруд приводить до великого різноманіття їх взаєморозташування.

Греблі та їх класифікація. *Гребля* – гідротехнічна споруда, яка загороджує річкове русло або річкову долину і створює напір води. Частина водотоку перед греблею, з більш високим рівнем води, називається верхнім б'єфом, а з іншого боку греблі, з низьким рівнем води, – нижнім б'єфом. Різниця рівнів води верхнього і нижнього б'єфів називається напором.

Гребля зазвичай входить до складу вузла гідротехнічних споруд (гідровузла) і є найбільш відповідальною гідротехнічною спорудою. Класифікація гребель наведена в табл. 10.1, а нижче розглянута їх стисла характеристика.

Таблиця 10.1 – Класифікація гребель

Ознака	Вид			
За призначенням	Водопідіймальні		Водосховувальні	
За висотою	Низько-напірні	Середньонапірні		Високонапірні
За гідравлікою	Водозливні		Глухі	
За роботою	Гравітаційні	Арочні	Контрфорсні	Анкерні
За матеріалом	Земляні	Кам'яно-накидні	Кам'яні	Дерев'яні

За водогосподарським призначенням:

• водопідіймальні (служать для відносно невеликого підняття рівня води в річці, для покращення умов водозабору, судоходства тощо);

• водосховувальні – будують для створення водосховищ і накопичення води для подальшого її витрачання в міру потреб. Це зазвичай досить високі греблі, які утворюють великі водосховища, штучно регулюють і перерозподіляють витрати води річки за сезонами року (сезонне регулювання) або навіть протягом ряду років (багаторічне регулювання).

За висотою: низьконапірні (до 10 м), середньонапірні (від 10 до 40 – 50 м), високонапірні (більше 50 м).

За гідравлічною ознакою (тобто за умовами пропускання води):

• водозливні (дозволяють перелив води через гребінь або мають спеціальні водозливні отвори);

• глухі (через які неможливе пропускання води).

За умовами роботи або конструктивними ознаками (рис. 10.1):

• гравітаційні греблі (земляні, кам'яні, дерев'яні, бетонні) характеризуються тим, що їх стійкість проти зсуву забезпечується в основному силами тертя між підошвою греблі і ґрунтом основи, які пропорційні вазі споруди;

• арочні греблі (переважно бетонні) являють собою в плані криволінійну стінку, що відіграє роль склепіння, через п'яти якого майже повністю передається горизонтальний тиск води скельним берегам;

• контрфорсні греблі (переважно залізобетонні і бетонні) складаються з плоских, арочних або масивних перекриттів, які безпосередньо сприймають тиск води, і стінок-контрфорсів, що служать опорами для перекриттів;

• анкерні греблі пручаються зсуву у великій мірі завдяки своїй конструкції, в основу якої покладено встановлення зварювального чи шпунтового фундаменту, глибоких зубців або сталевих тросів.

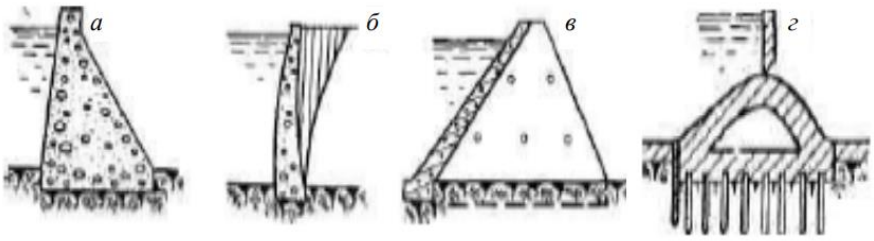


Рисунок 10.1 – Схеми гребель: а – гравітаційна; б – арочна; в – контрфорсна; г – анкерна (О.В. Інкін, 2021)

Гребля, як будь-яка гідротехнічна споруда, знаходиться під постійним впливом води. Вона в свою чергу суттєво змінює природний режим того потоку, якому вона заважає. У верхньому б'єфі швидкість руху потоку зменшується, що викликає випадання ваблених потоком наносів та замулення водосховища. Для регулювання рівнів води у верхньому б'єфі і витрат води використовують затвори, які дозволяють закривати або відкривати водоскидні

отвори повністю або частково. Водозливні отвори відокремлюються один від одного биками, крайні із яких називаються засадами і з'єднають греблю з берегами або сусідніми спорудами. Зверху биків і підвалин розташовують службовий міст.

Прокладення водних шляхів і спорудження портів. Серед водних шляхів розрізняють *зовнішні* і *внутрішні*. Перші з них з'єднають нашу державу з іншими країнами, і цей вид зв'язку забезпечується переважно морськими водними шляхами, ще тоді, як внутрішніми водними шляхами є переважно річки, водоймища, озера та частково моря.

Моря, озера і річки, які використовуються для судноплавства без зведення на них гідротехнічних споруд, що не змінюють їх режим, називають *природними водними шляхами*. Канали, водосховища і річки, режим течії яких змінено зведенням гідротехнічних споруд, являють собою *штучні водні шляхи*.

Для прийняття судном вантажу і розвантаження його служить порт – складний комплекс споруд і приміщень, якій забезпечує надійну стоянку суден та дозволяє виконувати перевантажувальні операції (із судна на берег і навпаки). Зазвичай, у порту розташовуються приміщення для ремонту суден та їх укриття під час шторму і в період між навігаціями.

Для забезпечення руху по річках часто потрібне виконання робіт з підтримки глибин необхідних для судноплавства. Це можуть бути виправні споруди, землечерпальні роботи, а в багатьох випадках і створення водопідіймальних систем для водосховищ і шлюзів. Навіть на великих річках зустрічаються перешкоди для судноплавства: підводні предмети на фарватерах, пороги, мілини, перекати. Першим кроком в освоєнні річки для судноплавства є складання лоцманських і судноплавних карт, на яких зазначаються перекати, а також інші елементи русла (рис. 10.2).

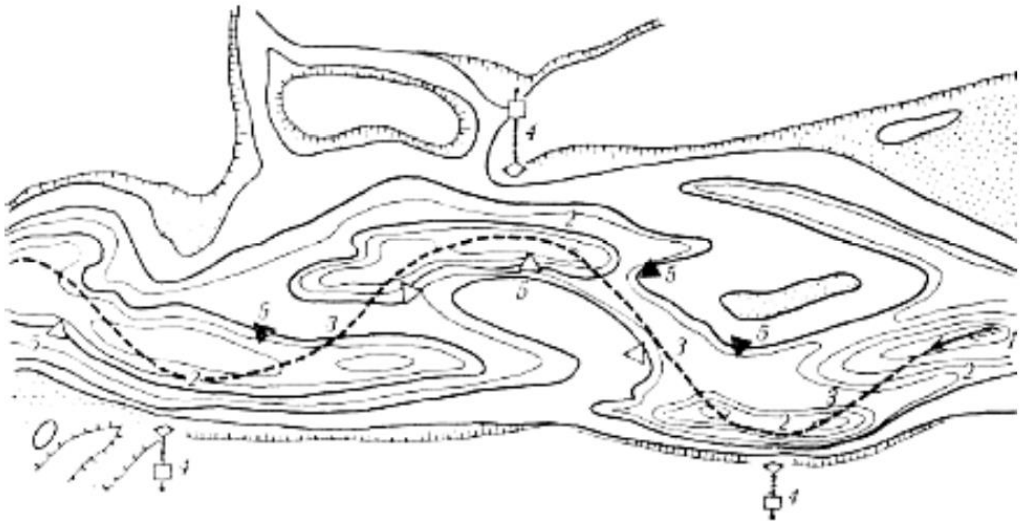


Рисунок 10.2 – Схематична судноплавна карта: 1 – фарватер; 2 – плеса; 3 – перекати; 4 – знаки берегової обстановки; 5 – знаки плавучої обстановки

Зміна русла річок розглядається вже більше двох з половиною століть, що дозволило розробити систему заходів, в основу яких покладено використання транспортуючої здатності водного потоку з підвищеними швидкостями. Тому головними є два принципи: стиснення русла і напрямку струменя.

Система, заснована на стисненні русла, виникла напочатку робіт, пов’язаних зі змінною русла, і передбачала створення поздовжніх і поперечних дамб, які звужують русло. За конструктивними ознаками ці системи поділяються на споруди великого (тяжкі) і малого (полегшені) типу. Перші зводять з ґрунту, а найбільш великі – каменю. Нині, крім того, застосовують пальові, збірні бетонні конструкції (головним чином плити, блоки), а також ґрунтоасфальт, ґрунтобетон і геотекстиль.

Серед важких гідротехнічних споруд найбільшого застосування набули дамби та берегоукріплення. Дамби мають вигляд як поздовжніх конструкцій, які змінюють напрямок потоку, як і поперечні папівзапруди, шпори тощо. При будівництві таких споруд часто застосовують великі мішки з полімерних сіток, які наповнюють кам'яною або піщаною сумішшю. Тіло споруди часто прошивають палями. Мішки добре зберігаються під водою, тому їх укладають у нижню частину дамби.

Шлюзи і суднопідіймачі. Шлюзування річок – один із основних заходів, які докорінно поліпшують судноплавні умови. Воно полягає в будівництві гребель, які підіймають рівень води на певній ділянці річки, і камерних шлюзів, що забезпечують перехід судна з одного рівня на інший. Для створення необхідних судноплавних глибин у меженний час на ділянці річки зводиться ряд гребель зі шлюзами при них. Місце розташування і висоту цих споруд вибирають так, щоб напір, створюваний нижче розташованою греблею, поширювався до вище розташованої. При цьому інженерно-геологічні умови є одним з основних чинників у виборі місця розташування гідровузла, а саме, визначальними у встановленні висоти греблі.

Греблі зі шлюзами ділять річку на ряд дотичних між собою ділянок – б'єфів. Відносно до греблі розрізняють: *верхній б'єф* – ділянка річки, що розташована вище за течією, і *нижній б'єф* – розташований нижче греблі. Судноплавний камерний шлюз являє собою напірну гідротехнічну споруду, яка призначена для проходження водного транспорту з одного б'єфу в інший.

У ряді випадків для переводу суден з нижнього б'єфу у верхній і назад, а також з каналу, розташованого на одному рівні, в канал на іншій висоті застосовують спеціальні споруди, названі суднопідіймачами. Їх будують у тих випадках, коли при шлюзуванні в подібних умовах у багатокамерному шлюзі треба багато часу.

Порт – це прибережний пункт на березі моря, озера або річки, якій має пристань і має зручні підходи для суден. З боку берега порт зв'язаний з мережами залізничних і автомобільних доріг. Портове господарство, крім причалів, має все необхідне обладнання для навантаження і розвантаження суден і перевантаження із сухопутних транспортних засобів на судно і назад.

Крім того, в порту є обладнання для обслуговування пасажирів, склади для зберігання вантажів, споруди навігаційного обслуговування суден, а також служби постачання паливом, водою і матеріалами.

В цілому, порт – складний транспортний вузол, що володіє в сучасних умовах високим ступенем механізації вантажно-розвантажувальних робіт, складними комунікаціями, а також засобами зв'язку та сигналізації. Для виконання своїх функцій порт повинен мати зручну акваторію – водний простір у межах порту, якій складається з водних площ, суднових проходів і підходів до причалів, що мають достатні глибини і ширину для безперешкодного проходження і маневрування. Крім того, порт має рейд – частина акваторії за межами суднового ходу, де судна можуть відстоюватися і проводити різні операції на плаву.

На березі порт має територію, що примикає до акваторії, де заходяться портові споруди, виробничі, адміністративні та комунальні будівлі, а також під'їзні шляхи до причалів, складів та інших служб порту. Причальний фонд порту складається з окремих причалів, обладнаних пристроями для швартування судна і механізмами для вантажнорозвантажувальних робіт (у тому числі і для посадки і висадки пасажирів).

Всі порти можна поділити на дві основні групи: *порти внутрішніх водних шляхів* та *морські порти*.

Згідно з розташуванням русла річки порти поділяються на *руслові*, *позаруслові* і *змішані*. У *русловому порту* причали розташовуються вздовж одного або обох берегів, тоді як у позарусловому вони розміщені в затоці або штучно виритому ковші поза руслом річки і з'єднуються з ним спеціальним судним ходом. У *портах змішаного* розташування причали обладнуються як в основному руслі річки, так і в затоці або штучному басейні. *Морські порти* так само, як і порти внутрішніх водних шляхів, можуть розташовуватися в різних умовах: в природних захищених або частково захищених від хвилювання бухтах; на відкритому морському узбережжі; в гирлах судноплавних річок; всередині території, розташованої на штучних каналах.

При цьому порти, які розташовуються в добре захищених від хвилювання природних бухтах (Південний), не вимагають будування огороджувальних споруд, тоді як порти на відкритому узбережжі (Варна) повинні захищатися спеціально побудованими дамбами, молами, хвилеломами. Багато портів розташовують і в частково захищених природних бухтах (Одеса) або лагунах, віддалених від моря піщаною косою (Чорноморськ). У цьому випадку обсяг захисних заходів виявляється значно меншим, ніж для портів на відкритому узбережжі. Часто порти розташовуються в гирлах річок або на невеликій відстані вгору по річці (Лондон, Гамбург), а в окремих випадках – на значній відстані (Монреаль на р. Св. Лаврентія).

Портові гідротехнічні споруди і набережні. Серед різноманітних споруд сучасного порту основними є гідротехнічні.

За своїм призначенням гідротехнічні споруди поділяються на (ДБН В 2.4-3:2010):

- *зовнішні огороджувальні* (моли, хвилерізи, лідозахист тощо),
- *службові* – для захисту портових акваторій і підходів до них;
- *причальні*, які зводяться безпосередньо біля берега (набережні) і поблизу нього (естакади, пірси);
- *берегоукріплювальні* – які захищають ділянки берега від руйнування хвилями або течією;
- *суднoремонтні* (елінги, сліпи, доки) – для підняття суден з води на час ремонту.

За умовами взаємодії з основою портові гідротехнічні споруди можуть бути гравітаційного типу, пальовими або складними. *Гравітаційні* – це важкі споруди, стійкість яких обумовлюється їх великою вагою; вони можуть бути суцільними або у вигляді окремих масивних опор, зв'язаних верхньою будовою. *Пальові* портові споруди – являють собою тонкі (шпунтові) стінки або пальові ростверки з естакадами. При *складних* основах застосовують палі великого діаметра, опускні колодязі або кесони, що занурюються в днище водойми.

Захисні споруди, які стоять ізольовано від берега, називають хвилеломами, а що примикають до берега – молами.

За формою перерізу захисні споруди можуть бути *зрізаного профілю* (рис. 10.3, а), *вертикального* (рис. 10.3, б) або *змішаного* (рис. 10.3, в); в останніх нижня частина являє собою зрізане спорудження, а верхня – вертикальну стінку.

В останні роки разом з масивами-гігантами широко стали використовуватися *палі-оболонки*. Це стало можливо завдяки застосуванню вібраційного методу занурення. Використання даного типу споруди часто виявляється більш економічним, ніж гравітаційних, оскільки це дозволяє зменшити обсяг бетону для підводної частини споруди і замінити частину його більш дешевшим матеріалом (у разі пористих шпунтових циліндрів або тонкостінних бетонних оболонок, заповнених ґрунтом).

Причальні споруди призначаються для стоянки суден при портових вантажно-розвантажувальних операціях. У морських портах – це переважно вертикальні споруди, тоді як у річкових портах, розташованих на річках зі значним коливанням горизонту вод, також і зрізні споруди.

Споруди, які являють собою облаштування берега річки, портового басейну або іншої водойми, називають *набережною*. Рейдові причальні споруди можуть виконуватися у вигляді *пірсів*.

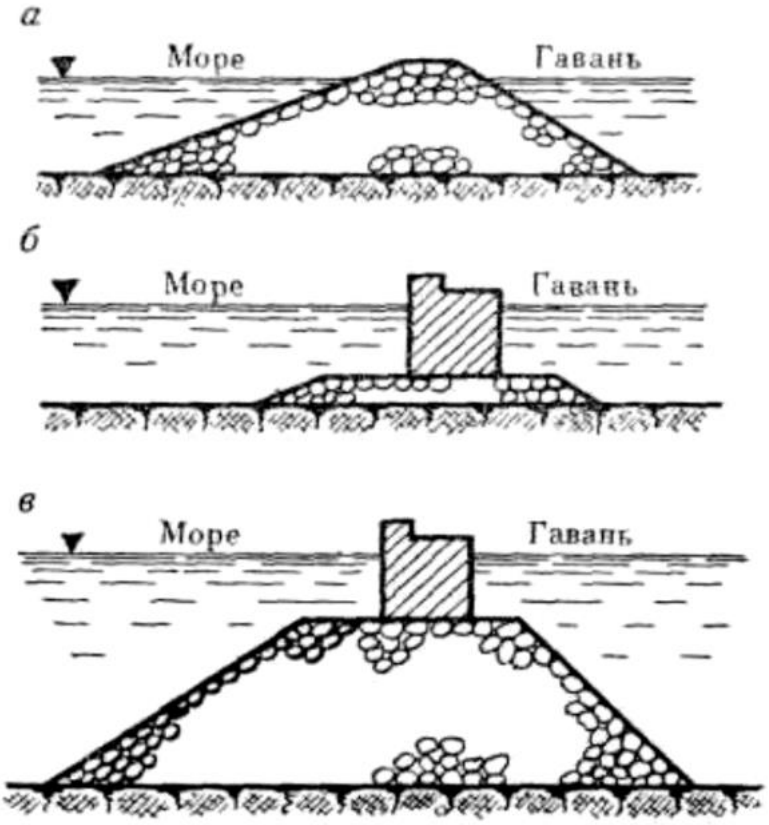


Рисунок 10.3 – Типи захисних споруд:
а – зрізані; б – вертикальні; в – змішані

За конструктивними особливостями набережні і пірси можуть бути *гравітаційними, пальовими і змішаного типу*. Будують їх з бетону, залізобетону, каменю і дерева, часто із застосуванням металоконструкцій, проте в сучасних спорудах переважає бетон і залізобетон (за можливості із застосуванням збірних елементів). Серед цих споруд найбільш поширені пальові конструкції, що є в багатьох випадках наслідком особливостей геологічної будови берегових територій, в межах яких у верхніх горизонтах часто зустрічаються ґрунти з низькою несучою здатністю. Тому для надійного обпирання споруд палі погружають до більш глибокого залягання.

Для морських берегів найбільш потужним руйнівним чинником є хвилі, тому берегоукріплювальні споруди спрямовані переважно проти дії цих сил. Тут існують два *способи захисту*: *пасивний*, коли зводять хвилезахисні споруди, які сприймають на себе енергію хвиль і гасять її, та *активний*, коли зводять споруди, що затримують наноси, внаслідок чого утворюється захисна смуга пляжу, на якій спадає сила дії хвилі, що підходить до берега.

При першому способі берег зміцнюють потужними підпірними (зазвичай гравітаційними) стінами з крутокриволінійними морськими гранями. Такі споруди можна зводити головним чином на міцній стійкій основі. При другому способі створюється система поперечних споруд – бун і поздовжніх хвилеломів (затоплених або незатоплених), що утримують і накопичують наноси, які утворюють пляжну зону. Зведення таких споруд

можливо при будь-яких геологічних умовах берега, хоча конструкція споруд вибирається виходячи з конкретних особливостей геологічної ситуації.

Другий спосіб, якщо вдасться відразу створити достатню ширину пляжної зони, виявляється досить ефективним. Зміцнення річкових берегів у межах міських і портових територій так само, як і берегів усередині морських портів, здійснюється за допомогою підпірних стін різної конструкції. У багатьох випадках – це масивні підпірні або більш легкі стінки, основним призначенням яких є захист берега від розмиву течією і невеликим хвилюванням.

Крім того, ці споруди створюють упорядковану прибережну територію – набережну, яка використовується для транспортних та інших цілей. У багатьох населених пунктах і містах набережні входять у комплекси паркових зон і зон відпочинку. Такі набережні створені в містах-курортах Одесі, Чорноморську та інших населених пунктах. Нині берегоукріплювальні споруди набережних зводять переважно з бетону та залізобетону, застосовуючи в окремих випадках декоративне каміння як оздоблювальний матеріал.

Спорудження на іригаційних і осушувальних системах. Дуже великим розділом гідротехніки є будівництво споруд, які входять в іригаційні системи, що служать для зрошення сільськогосподарських угідь у зонах недостатнього зволоження для підвищення врожайності культур. Іригаційні системи можуть бути постійно діючими або періодичними, причому перші з них бувають самопливними або з механічною подачею води насосами.

До складу *іригаційної системи* входять:

1) джерело зрошення, яке живить систему (зазвичай – це річка);

2) головне спорудження або водозабір, що забирає воду із джерела зрошення;

3) магістральний канал;

4) зрошувальна мережа, яка складається з розподільників, зрошувачів, вивідних каналів і борозен.

Джерело зрошення має давати воду потрібної якості і достатньої кількості для покриття потреб зрошення даної площі, а також у режимі, який задовольняє стану системи зрошення. Головні споруди, які знаходяться в голові системи зрошувальних каналів, складаються з водозабору і комплексу інших гідротехнічних будівель, що входять до складу гідровузла. Це греблі, споруди з регулювання річкового потоку, гідростанції, суднoплавні та інше обладнання.

Основним елементом головних споруд будь-якого іригаційного гідровузла є водозабір. Розрізняють два основних типи водозаборів:

– біс-греблі, застосовують у разі, коли забір води можна забезпечити без регулювання природного рівня і витрати води в річці. Найбільш простим водозабором біс-греблі є відкритий канал без будьяких споруд в його голові;

– з греблею, споруджують тоді, коли для надходження води в іригаційну систему потрібно підняти її рівень вище нижнього межеженного рівня або

коли потрібно забезпечити регулювання витрати води шляхом накопичення її у водосховище.

Штучне осушення територій застосовується переважно в областях помірного клімату, де кількість опадів перевищує випаровування і стік, і де в результаті цього відбувається заболочування територій, яке супроводжується високим підняттям рівня ґрунтових вод. Здійснюють осушення як для сільськогосподарського використання території, так і для благоустрою майданчиків промислових підприємств або населених пунктів. У ряді випадків осушення проводять на вже освоєних ділянках річкових долин, де в результаті створення водосховищ спостерігається підняття рівня ґрунтових вод.

В інженерній практиці існують дві основні схеми роботи осушувальних систем: горизонтальна і вертикальна. Іноді застосовують комбіновану (змішану) систему. На практиці сільськогосподарського осушення найбільшого поширення набула горизонтальна система, при осушені промислових майданчиків і територій населених пунктів – вертикальна або комбінована.

Горизонтальна система осушення із самопливним відведенням вод застосовується тоді, коли заболочування обумовлено уповільненим поверхневим стоком, але нахил місцевості достатній для нормальної роботи водовідвідних пристроїв.

Вертикальна система дозволяє домогтися осушення місцевості, яка не має нахилів, потрібних для вільного водовідведення, тому її найчастіше застосовують там, де потрібна примусова відкачка води. Змішана система, де як осушувачі можуть використовуватися горизонтальні дрени, а вода з водозбірних колодязів відкачується насосами, застосовується приблизно в тих самих умовах, що і вертикальна.

Споруди для водопостачання та каналізації. Для забезпечення життя і господарської діяльності людини в сучасних умовах потрібна велика кількість води, яка витрачається на господарсько-питні потреби, забезпечення виробництва і гасіння пожеж. Величина питомого водоспоживання на господарськопитні цілі на одну людину коливається у великих межах і залежно від досконалості організації населеного пункту складає від 60 – 80 дм^3 на добу. У селищах міського типу, які не мають каналізації, втрата води досягає 200 – 250 дм^3/добу і збільшується при гарячому водопостачанні, наявності ванн у квартирах і каналізаційному відводі використаних вод.

Для великого сучасного міста з населенням близько 1 млн чоловік тільки на ці потреби необхідно подавати не менше 200 тис. м^3 води на добу. Забезпечення водою міст і населених пунктів, включаючи розташовані в них промислові і сільськогосподарські підприємства, здійснюється комплексом інженерних споруд, які входять в систему водопроводу.

Використана забруднена вода скидається і відводиться від споживачів комплексом споруд, що входять в систему каналізації. *Існують дві основні системи водопостачання: прямоточна і зворотна.* У ряді випадків застосовують комбіновані, тобто з частковим обігом води. Прямоточна

система передбачає забір води з джерела, розподіл її до споживачів для використання, після чого проводиться скидання води в каналізаційну мережу або інші приймальні споруди стічних вод. При цій системі вода корисно використовується тільки один раз. Зворотна система передбачає багаторазове використання води, взятої із джерела, шляхом повернення її після участі в тому чи іншому технологічному процесі на повторне очищення і нове розподілення.

Очисні споруди водопроводів входять в кожну систему водопостачання і повинні забезпечувати отримання води належної якості. Для цього має здійснюватися її освітлення (зменшення каламутності) і знешкодження забруднювачів. Крім того, у ряді випадків виконують пом'якшення, знезалізнення, опріснення тощо. Освітлення відбувається шляхом відстоювання води в спеціальних відстійниках і подальшому пропусканні води через фільтри.

Каналізація. Видалення всіх видів забруднень у сучасних населених пунктах здійснюється шляхом сплаву їх через системи каналізаційних споруд. Такий метод більше економічний і гігієнічний, ніж вивезення нечистот, тому він знаходить повсюдне застосування. *Існують дві основні системи каналізації: загальносплавна і роздільна.*

Загальносплавна являє собою єдину систему труб, каналів і очисних споруд, де всі види стічних вод відводяться з території населених пунктів, очищаються від нечистот і відходів виробництва та в новому очищеному стані скидаються у водоприймач. При *роздільній* системі операції відведення забруднених вод та їх очищення виконуються окремо: промислові та побутові забруднені води збираються і відводяться своєю системою споруд, а атмосферні і умовно чисті промислові стоки майже без очищення відводяться системою зливової каналізації (або системою водостоків).

Каналізація включає в себе систему споруд для водовідведення як всіх забруднених вод від житлового фонду і підприємств, так і атмосферних вод (дощових, від сніготанення), і вод, які надходять у водостоки від поливу вулиць. До її складу входять: вулична каналізаційна мережа; насосні станції; очисне обладнання; водовипускачі.

Рух стічної рідини в каналізаційній мережі має бути безнапірним, тому всі системи каналізаційних труб і каналів установлюють з нахилом, що забезпечує стік цих вод. Зазвичай забруднені води стікають у певні басейни, звідки їх відкачують насосними станціями перекачування. Вся каналізаційна мережа має закладатися нижче глибини сезонного промерзання ґрунтів.

Каналізаційні труби роблять чавунними або пластмасовими (для внутрішніх мереж), а також керамічними, азбоцементними або залізобетонними. Для покращення умов руху внутрішню поверхню труб роблять більш гладкою та стійкою проти корозії.

Площа перерізів каналізаційних труб набагато більше, ніж водопровідних, і для залізобетонних колекторів досягає 2 – 2,5 м^2. За формою труби малого перерізу (до 150 – 250 мм в діаметрі) круглі, а труби великого

перерізу – яйцеподібні, напівкруглі або квадратні. В мережі каналізаційних труб роблять оглядові колодязі з відстійниками для відсіювання важких домішок.

Очисні споруди каналізаційних систем працюють за трьома основним принципам очищення:

- механічний,
- хіміко-механічний
- біологічний.

При механічному очищенні уловлюються тільки великі нерозчинені домішки, а при хіміко-механічному – відбувається не тільки випадання дрібних частинок, але й осадження їх з розчину. Останнє здійснюється в спеціальних відстійниках, де до рідини, що очищується, додають хімічні препарати, які забезпечують реакцію очищення. Для цих видів очищення будують фільтрувальні установки і відстійники, які за конструкцією близькі до очисних споруд систем водопроводу. Біологічне очищення засноване на використанні життєдіяльності мікроорганізмів, які прискорюють окислення органічних забруднень. Виконується це в природних умовах на полях зрошення або фільтраційних полях, куди надходять забруднені води.

10.2 Вплив гідротехнічних споруд на природне середовище

Поняття про водогосподарські комплекси, системи та водне господарство.

В Україні сформувались і функціонують такі виробничо-територіальні комплекси, як машинобудівний, вугільно-металургійний, паливно-енергетичний, лісопромисловий, аграрно-промисловий, комплекс будівельної індустрії та інші. Кожен із них є складним структурно-системним утворенням, до якого належать простіші спеціалізовані комплекси і системи.

Однією із важливих складових ланок єдиного народногосподарського комплексу країни є і ***водогосподарський комплекс*** **(ВГК)**, який охоплює всю територію країни, оскільки жодна сфера життєдіяльності населення неможлива без використання водних ресурсів.

Під *водогосподарським комплексом слід розуміти складне системно-структурне утворення, яке включає водні ресурси, водокористувачів, органи управління та контролю і характеризується певною функціональною, галузевою і територіальною структурою.*

У масштабах країни функціонує єдиний ВГК. В окремих великих її частинах – обласні і міжобласні ВГК, а також ВГК на базі водогосподарських систем, які обслуговують не одну, а декілька адміністративних областей. На відміну від загальнодержавного ВГК такі комплекси називають *регіональними водогосподарськими комплексами* (РВГК).

Як і інші ланки єдиного народногосподарського комплексу країни, ВГК має власну сировинну базу – водні ресурси і власний (властивий лише йому) виробничий процес підготовки води до різних видів використання, тобто вода

вже є продукцією ВГК, яка відпускається або надається користувачам в установленому порядку відповідно до водного законодавства.

Водогосподарська система (ВГС) – *це сукупність гідравлічно пов'язаних водних об'єктів і водогосподарських споруд, сумісне функціонування яких спрямоване на оптимальне задоволення запитів водокористувачів.* Порівняно з РВГК водогосподарська система охоплює меншу кількість галузей або навіть одну, тобто це простіше водогосподарське утворення. Прикладами ВГС є канали Дніпро-Донбас (рис. 10.4), Сіверський Донець-Донбас, Північно-Кримський та інші, зрошувальні, обводнювальні та осушувальні системи, а також сукупність Дніпровських гідровузлів (ВГС Дніпра) (рис. 10.5) тощо.

Водогосподарським комплексам, як і іншим територіально-виробничим комплексам, властива певна територіальна, функціональна та галузева структура.

Територіальна структура відображує певні поєднання водних ресурсів і учасників водогосподарського комплексу, котрі склалися внаслідок територіальної концентрації виробництв, формування промислових районів, зростання великих міст, інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та можливостей задоволення їх потреб місцевими водними ресурсами.

Функціональна структура характеризується співвідношенням і значенням певної сукупності водних ресурсів і учасників водогосподарського комплексу в структурі ВГК певної території та їх значенням як комплексоутворювального фактору.



Рис. 10.4 – Схема каналу Дніпро-Донбас

Галузева структура відображує склад учасників ВГК, співвідношення між ними за кількістю води, яка використовується, вартістю продукції, що виробляється, або основних виробничих фондів, питомими капіталовкладеннями, впливом на кількісні й якісні характеристики водних ресурсів і на навколишнє середовище.

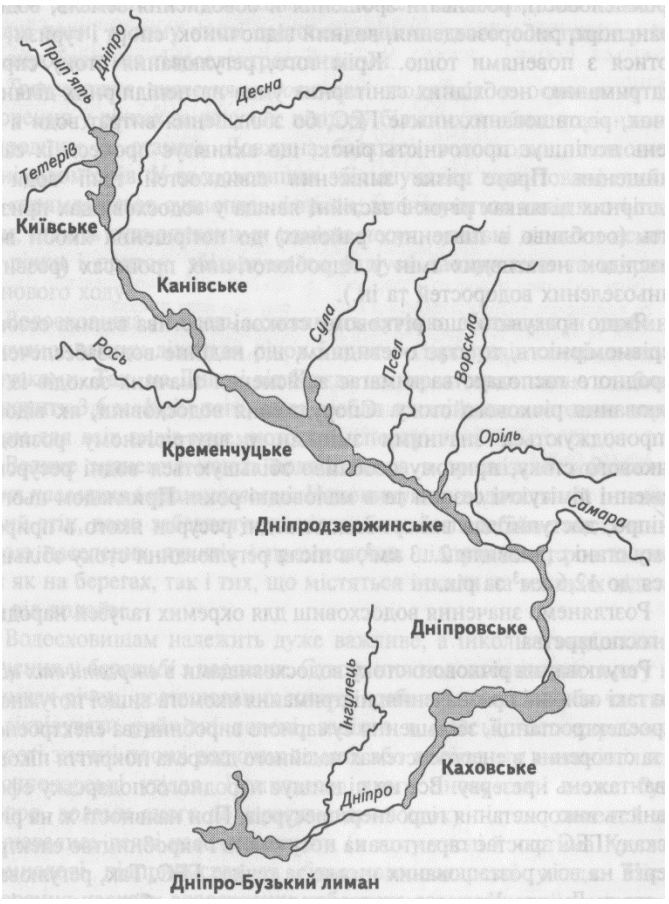


Рис. 10.5 – Схема розташування водосховищ на Дніпрі

Регіональні водогосподарські комплекси формуються під впливом численних факторів: переважаючого напряму (спеціалізації) господарства і ступеня його розвитку, щільності розташування населених пунктів і чисельності населення; забезпеченості транспортними шляхами; особливостей природних умов, основними серед яких є кліматичні, гідрологічні, ґрунтові, гідрогеологічні, геоморфологічні тощо.

Господарсько-економічні та природно-історичні умови визначають відмінність РВГК і ВГС за направленістю, складом учасників, об'ємом заходів і перспективами подальшого розвитку.

Одним із важливих завдань при вивченні РВГК є їх ***типізація***. Як правило, кожний РВГК охоплює різні види водокористування; їх набір і кількісні співвідношення змінюються в широких межах. А це означає, що можуть бути різні варіанти організації РВГК або різні їх типи. Наприклад, на території України можна виділити певні типи РВГК за ведучими учасниками: водопостачання населення і промисловості (Донбас), гідроенергетика і боротьба зі шкідливою дією вод (Карпатський регіон), зрошувальне землеробство і водопостачання (південні області), осушувально-зволожувальні меліорації (північні області) тощо.

Формування та значення водогосподарських комплексів і систем.

Галузі народного господарства, які використовують водні ресурси або мають певні вигоди від водогосподарських заходів, називаються ***учасниками*** ВГК ***чи*** ВГС. Залежно від значимості завдань, які вирішуються при

формуванні РВГК чи ВГС, серед їх учасників є ***основні*** (або ведучі), інтереси яких переважають, і ***супутні.***

Між окремими учасниками РВГК і ВГС встановлюються певні співвідношення, які з часом можуть змінюватись. Прикладом може бути водогосподарська система Дніпра, коли на початкових стадіях формування ВГС основними учасниками були гідроенергетика і водний транспорт. Пізніше основними учасниками стали комунально-побутове і промислове водопостачання, зрошувальне землеробство, рибне господарство й інші галузі, а гідроенергетика та водний транспорт за значимістю поступово відійшли на останні місця.

Формування РВГК і ВГС досить складне завдання. При цьому необхідно враховувати три пов'язані між собою фактори: *природний, економічний та технічний.*

Природний фактор (водні ресурси, місцеві природні умови) зумовлює можливості функціонування та розвитку комплексу чи системи, визначає позитивний та негативний їх вплив на довкілля.

Економічний фактор (інтереси виробництва та соціального розвитку, водогосподарський баланс) враховує інтереси всіх зацікавлених галузей і окремих водокористувачів; він має забезпечувати максимальний економічний ефект і мінімальні втрати при недоодержанні води та об'єктивний розподіл сумарних капіталовкладень і витрат.

Технічний фактор визначає технічні рішення, які сполучають роботу гідротехнічних споруд і різних заходів, що забезпечують функціонування комплексу чи системи в конкретних місцевих умовах.

Вирішення суперечностей між водокористувачами відбувається в процесі формування РВГК і ВГС, їх усунення є однією із важливих умов оптимального функціонування регіональних водогосподарських комплексів і систем.

Значна увага питанням взаємної узгодженості вимог до водних ресурсів різних користувачів, які входять до РВГК і ВГС, має приділятися при складанні схем і програм комплексного використання й охорони водних ресурсів річок і регіонів.

Ступінь узгодженості або допустимості суперечностей для окремих водокористувачів у комплексі (системі) оцінюють з урахуванням:

- оборотності (чи необоротності) використаної води;
- характеру використання водних ресурсів у часі;
- технічних вимог водокористувачів до водного джерела відносно витрат і рівнів води, глибин, швидкостей течії;
- якості води.

При плануванні та створенні* РВГК *і* ВГС *необхідно кожен річковий басейн розглядати як єдину природну систему, всі елементи якої (річки, струмки, стави, водосховища, болота, підземні води) взаємопов'язані і перебувають у своєрідній гідрологічній рівновазі. Тому при частковому

використанні одного або кількох елементів недопустиме порушення нормальної діяльності системи в цілому.

Робота водогосподарських комплексів і систем, методика їх створення та управління ними залежить від коливання водних ресурсів у часі.

Специфіка роботи водогосподарських комплексів і систем полягає в тому, що зміна кількості наданої користувачам води зумовлюється нерівномірністю не тільки її використання, а й коливаннями стоку. Якщо, наприклад, теплоелектростанція узгоджує свою роботу зі змінами у споживанні енергії, то водогосподарська система має приводити у відповідність дві величини, які коливаються, – попит на воду та її пропонування. Через це виникає потреба в регулюванні стоку; ускладнюються добір доцільного складу учасників і визначення параметрів ВГК чи ВГС, а також методи інженерного розрахунку режиму їх роботи й ефекту.

Для досягнення найефективнішого використання водних ресурсів, вибору оптимальних параметрів і режиму роботи регіонального водогосподарського комплексу чи системи необхідно глибоко і всебічно проаналізувати ряд питань із урахуванням перспектив розвитку не тільки окремих галузей водного господарства, а й господарства в цілому.

Склад учасників і параметри водогосподарського комплексу (системи) мають бути економічно обґрунтованими. Оптимальним буде таке задоволення вимог водокористувачів, за якого забезпечується найбільший сумарний народногосподарський ефект.

Вплив ВГС на природу, господарство і населення.

Кожному із типів водогосподарських систем властиві свої особливості впливу на природне середовище. Одні з них пов'язані зі створенням гідротехнічних комплексів, інші - з їхнім функціонуванням. Розглянемо ці особливості для кожного з них окремо.

І. ВГС *комплексного призначення (річкові водосховища)*.

Основні ***фактори впливу:***

1) відчуження земель під гідротехнічні об'єкти та зони їхнього впливу (іноді до декількох тисяч квадратних кілометрів);

2) спорудження гребель і водосховищ з допоміжними елементами;

3) затоплення великих просторів.

Зміни в природі:

1) на ділянках річкових долин вище греблі - підтоплення ґрунтів на узбережжях, зміна рослинності й місцевого клімату;

2) на ділянках нижче греблі - скорочення та зміна режиму річкового стоку, обсихання заплави, ксерофітизація рослинності.

Наслідки для господарства і населення:

1) ліквідація або скорочення на відчужених землях сільськогосподарських виробництв;

2) переселення жителів;

3) зміна місцевих транспортних зв'язків.

ІІ. ВГС *промислового і комунального водопостачання.*

Основні ***фактори впливу**:*

1) відчуження земель під спорудження каналів, трубопроводів, очисних споруд тощо;

2) забори відносно чистих вод поверхневого та підземного походження;

3) скиди забруднених або неповністю очищених стоків.

Зміни в природі:

1) порушення режиму природного стоку рік;

2) обміління озер і невеликих водосховищ;

3) збіднення підземних вод;

4) зміна якості води, що нерідко призводить до загибелі та повної перебудови гідробіоценозів (при скидах у водойми забруднених стоків).

Наслідки для господарства і населення: обмеження можливостей використання місцевих водойм і прилеглих до них територій в господарських і рекреаційних цілях.

III. *Водно-меліоративні системи***.**

Основні ***фактори впливу:***

1) відчуження земель;

2) створення каналів, гребель, шлюзів та інших гідротехнічних споруд з метою зрошення та осушення сільськогосподарських угідь;

3) водозабори (часто у великих об'ємах) з водойм;

4) дренування території.

Зміни в природі:

1) порушення природного стоку рік і рівня води у водоймах;

2) забруднення водойм стоками з торфових боліт і полів;

3) істотні зміни гідробіоценозів і біоценозів узбережжя.

Наслідки для господарства і населення:

1) суттєве погіршення умов господарського та рекреаційного використання рік, озер та інших водойм;

2) зниження родючості ґрунтів і врожайності на прилеглих сільськогосподарських угіддях.

IV. *Воднотранспортні системи***.**

Основні ***фактори впливу:***

1) відчуження земель;

2) спорудження каналів, гребель, шлюзів, річкових і морських портів;

3) часті пропуски води через транспортні шлюзи;

4) потрапляння у воду дизельного пального та нечистот.

Зміни в природі:

1) трансформація гідрографічної мережі;

2) порушення режиму природного стоку рік;

3) забруднення води рік, озер і морів нафтопродуктами, фекаліями;

4) підвищення активності абразійних процесів;

5) зміни в структурі гідробіоценозів.

Наслідки для господарства і населення:

1) локальні або навіть регіональні перебудови господарства;

2) переселення місцевих жителів;

3) скорочення промислового вилову риби;

4) зміна характеру рекреаційного використання території.

Отже, специфікою водогосподарських систем є те, що основу їхнього функціонування становить взаємодія керованої техніки з водними ресурсами. І оскільки ці системи безпосередньо пов'язані з енергетикою, промисловим і комунальним водопостачанням, водно-меліоративним і рибним господарством, а також з водним транспортом, усі водогосподарські системи за основним призначенням поділяються на декілька типів.

Для всіх водогосподарських систем притаманні такі спільні фактори впливу, як відчуження земель під гідротехнічні об'єкти та зони їхнього впливу, підтоплення або затоплення великих просторів, часткове чи повне забруднення водних об'єктів.

10.3 Бетонні і залізобетонні роботи в гідротехнічному будівництві, екологічні впливи на довкілля

Бетонні і залізобетонні роботи це комплекс технологічних процесів, після виконання яких створюються бетонні споруди заданих розмірів та конфігурацій, що мають високу надійність та довговічність під час роботи в умовах дії водного потоку, поперемінного заморожування та відтаювання і інших природно-кліматичних та виробничих факторів.

Бетонні роботи у гідротехнічному будівництві займають дуже важливе місце.

В комплекс бетонних робіт входять наступні процеси: готування бетонної суміші, транспортування її до місця укладання, встановлення опалубки та арматури, укладання бетонної суміші, догляд за свіжоукладеним бетоном. Кожна з цих складових комплексу робіт являє собою складний технологічний процес.

Особливості виконання бетонних робіт залежать від об’єктів, що споруджуються та конструкцій бетонних споруд, що зводяться. Споруди, що зводяться на водогосподарських системах дуже різноманітні за розмірами та призначенням (шлюзи-регулятори, водовипуски, дюкери, акведуки, насосні станції, греблі, мости тощо).

Об’єм бетону, що вкладається коливається від десятих часток кубічного метру до десятків тисяч кубічних метрів. Розкиданість гідротехнічних споруд на великих територіях меліоративних систем часто перешкоджає застосуванню традиційних технологій їх зведення способом монолітного бетонування, тому дрібні споруди, як правило, зводять зі збірного залізобетону.

При будівництві крупних гідровузлів, об’єктів гідроенергетики, портових споруд, навпаки, особливістю є великі обсяги бетонних робіт (досягають кількох млн $м^3$), сконцентрованість їх на майданчиках обмежених розмірів, масивність конструкцій бетонних споруд.

Технологія виконання бетонних робіт характеризується різнобічністю технологічних процесів. Це пояснюється наявністю самостійних потоків робіт: виготовлення опалубки, арматури, приготування бетонної суміші, транспортування і вкладання бетону або монтаж споруд із залізобетонних елементів.

Перераховані потоки повинні бути ув'язані в часі і за потужністю необхідного устаткування. Матеріали для приготування бетону і продукція їх переробки багаторазово переміщується на будівельному майданчику на короткі відстані.

Залежно від способу влаштування розрізнюють монолітні, збірні та збірно-монолітні бетонні і залізобетонні конструкції.

Монолітні конструкції влаштовують безпосередньо, встановлюючи в проектне положення арматуру і вкладаючи бетонну суміш в спеціально підготовлені форми – опалубку.

Збірні конструкції, що виготовлені на заводах залізобетонних виробів, встановлюють безпосередньо на будівельному майданчику.

Збірно-монолітні конструкції влаштовують безпосередньо на будівництві із збірних елементів, які з'єднуються в єдине ціле монолітними ділянками.

Залізобетонні конструкції залежно від способу армування можуть бути з ненапруженою і напруженою арматурою.

Влаштування бетонних та залізобетонних конструкцій – це складний процес, що складається із заготівельних, транспортних та монтажно-укладальних процесів. *Заготівельні* процеси включають виготовлення опалубки, заготовляння арматури, приготування бетонної суміші. *Транспортні* процеси включають доставляння з місць виготовлення до будівельного майданчика опалубки, риштувань, арматури, арматурно-опалубних блоків, бетонної суміші та устаткування. *Монтажно-укладальні* роботи виконують безпосередньо на будівельному майданчику і включають встановлення опалубки та арматури в проектне положення, подачу бетонної суміші, її вкладання та ущільнення, догляд за бетоном, зняття опалубки з конструкцій та їх оздоблення.

В процесі влаштування бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд виконуються *опалубні, арматурні та бетонні роботи*.

Для будівництва гідротехнічних споруд застосовують спеціальний гідротехнічний бетон щільністю 2200 - 2500 кг/м^3. *Гідротехнічний бетон* – це бетон, який працює в спорудах, що постійно або періодично знаходяться у водному середовищі, та піддаються вилуговуванню, періодичному заморожуванню, ударам хвиль, дії тертя наносів.

При проектуванні масивних гідротехнічних споруд враховують необхідність економії матеріалів для їх зведення. Для зменшення витрат цементу, наприклад, тіло масивної бетонної греблі розбивають на зони, використовуючи для кожної з них, залежно від умов роботи, свою марку бетону. Бетони гідротехнічних споруд додатково повинні бути стійкими проти

агресивної дії хімічних елементів, що розчинені у воді, мати кавітаційну стійкість (опірність матеріалу в часі впливу швидкісного потоку рідини в зоні пониженого тиску), тріщиностійкість під час тепловиділення при тужавінні бетону.

Екологічна сприятливість бетону. На сьогоднішній день розроблений і широко застосовується світовий стандарт ISO 14000 «Управління довкіллям». Згідно з цим стандартом всі підприємства без виключення добровільно беруть на себе зобов'язання по виконанню вимог даного документу. В наші дні бетон і вироби з нього знайшли широке вживання, використання якого надало великого впливу на всі форми сучасної інфраструктури і на формування цивілізації.

Бетон - це суміш цементу, піску та води, а іноді вапна та/або гравію. Ця суміш застосовується ще з римських часів, хоча найпоширенішою сьогодні є те, що називається залізобетонном, до складу якого також входять залізні або сталеві прутки, щоб зробити суміш більш стійкою.

Бетон здатний приймати будь-які форми і задовольнити будь-які бажання людей. Окрім цього бетон один з найекономічніших і екологічно безпечних матеріалів, що відповідає всім вимогам стійкого будівництва. Будівлі з бетону вважаються найбільш енергоефективними, що дозволяє скоротити витрати на опалювання, кондиціонування, вентиляцію і освітлення приміщень, що у свою чергу приводить до скорочення викидів CO^2. Створений мікроклімат усередині приміщень сприятливо впливає на працездатність людини та не шкодить його здоров'ю.

Компоненти, що входять до складу бетону не є дефіцитними, при його виготовленні застосовуються вторинні продукти і багаточисельні інші продукти (лом полістиролу, золи, шлаки). Найенергоємнішим компонентом бетону є цемент і складає 10-15% бетонній суміші. 20-70% цементу отримують за рахунок переробки відходів (спалювання автопокришок, дерев'яних піддонів і інших горючих відходів). Витрати на його транспортування так само не великі, в порівнянні з іншими будівельними матеріалами.

Вживання бетону при будівництві доріг дозволяє скоротити витрату палива. Здатність бетону відображати світло дозволяє скоротити витрати на освітлення магістралей, а також зробити безпечнішим рух по ним.

Вживання нових технологій дозволяє удосконалювати властивості бетону. Покращуючи якість бетонних поверхонь, значно знижується проникнення хлоридів, що рівносильно збільшенню товщини захисного шару бетонної конструкції. Використання новітніх хімічних добавок дозволяє додати бетонним поверхням брудо- та пилевідштовхуючі властивості. Великою популярністю останнім часом стало фарбування бетону природним і синтетичним окисним для заліза пігментом.

Бетон – це природний матеріал, розумне вживання якого забезпечує екологічну безпеку.

В той же час бетон є забрудником довкілля, більшу частину проблеми спричиняє цемент. Кількість бетону, що створюється щодня, величезна.

Щороку у світі створюється понад 4000 мільйонів тон цієї суміші, повністю змінюючи ландшафти. Потрібно лише побачити міста, побудовані посеред пустелі в нафтових еміратах, або такі міста, як Бразиліа, які є пам'ятником бетону посеред зеленої території.

Кількість бетону, що виробляється щорічно, відповідає за 8% кількості CO^2, що викидається в атмосферу. (https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/2021 -06-13-making-concrete-change-cement-lehne-preston-final.pdf) Беручи до уваги збільшення використання цієї суміші в країнах, що розвиваються, для всіх типів будівель та інфраструктур, у найближчі роки ця зростаюча кількість також збільшить відсоток відповідного CO^2.

Основним споживачем бетону у світі є Китай, за ним слідують такі країни, як Індія, США, В'єтнам, Туреччина та Індонезія. Хоча лише Китай використовує майже в 10 разів більше, ніж Індія, яка друга у списку.

Близько 55% викидів CO^2 у виробництві походять від перетворення вапняку у вапно, а близько 40% викидів є результатом процесів горіння, необхідних для отримання теплової енергії, необхідної для цієї реакції.

Інший шлях забруднення бетоном - на будівельних майданчиках. Однією з найбільших проблем є скидання води, яка використовується для миття бетону. Це передбачає скидання частинок, хімічних речовин, надмірно лужного pH та добавок, що входять до складу продуктів, що потрапляють у річки та моря. 10% забруднення повітря в столиці Індії Делі надходить від частинок бетономішалок, розсіяних вітром та повітрям у величезному мегаполісі.

Ще одна проблема, яку часто навіть не враховують, але досить поширена, спричинює пісок, який входить до складу бетону та будівельних розчинів. Основна проблема полягає в тому, що кількість піску обмежена (як і все на нашій планеті), його видобувають не рахуючи, навіть з дна моря, за допомогою земснарядів. Цим наноситься, в деяких випадках, незворотна екологічна шкода та вилучення з природи елемента, який потребує заміни тисячами років.

Інший напрямок, над яким працюють, це використання добавок, що дозволяють отримувати більш стійкий цемент або бетон, наприклад, замінюючи частину цементу на попіл з промислових димоходів. У цьому аспекті є напрацювання над утилізацією бетону, коли знову шліфуються старі конструкції, щоб включити їх як заповнювач у бетон.

Є також такі, які називаються біобетонами, які дозволяють мохам, грибкам та мікроводоростям рости на їх поверхні, що допомагає їм уловлювати CO^2 і тим самим пом'якшувати вплив на довкілля.

Цікавим є фотокаталітичний бетон, який допомагає знезаразити повітря завдяки додаванню оксиду титану.

Проблеми також виникають при знесенні будівель та в період стихійних лих, таких як землетруси. При цьому викидається велика кількість бетонного пилу в місцеву атмосферу. Було зроблено висновок, що бетонний пил є основним джерелом небезпечного забруднення

атмосферного повітря після Великого землетрусу у Ханшині (відбувся 17 січня 1995 року у Японії і мав максимальну інтенсивність 7 балів за шкалою сейсмічної інтенсивності JMA. Поштовхи тривали приблизно 20 секунд).

Токсичне та радіоактивне забруднення може викликати наявність деяких добавок у бетоні, що може становити загрозу здоров'ю.

Природні радіоактивні елементи (уран - 238, торій – 232, калій – 40, радій - 226) можуть бути присутніми в різних концентраціях в бетонних будинках, залежно від джерела використовуваної сировини. Наприклад, деякі камені природним чином виділяють радон, а уран колись був поширеним у шахтних відходах. Отруйні речовини також можуть бути ненавмисно використані в результаті забруднення ядерними речовинами в результаті аварії.

Пил із щебеню або битого бетону при руйнуванні може викликати серйозні проблеми зі здоров'ям, залежно також від того, які матеріали було використано при виробництві бетону.

Поводження з мокрим бетоном завжди повинно здійснюватися з використанням відповідних захисних засобів. Контакт з вологим бетоном може спричинити появу хімічних опіків шкіри внаслідок їдкого характеру суміші цементу і води. pH прісної цементної води дуже високий через наявність калію та гідроксиду натрію у розчині (pH ~ 13,5). Очі, руки та ноги повинні бути належним чином захищені, щоб уникнути прямого контакту з мокрим бетоном.

Переробка бетону є дедалі поширенішим способом утилізації бетонних конструкцій. Колись бетонне сміття регулярно вивозили на звалища для утилізації. На сьогодні переробка збільшується через покращення екологічної обізнаності, державного законодавства та економічних вигод.

Бетон, в якому не повинно бути сміття, дерева, паперу та інших подібних матеріалів, збирається з місць знесення та пропускається через дробильні машини, часто поряд з асфальтом, цеглою та гірськими породами.

Залізобетон містить арматуру та інші металеві кріплення, які виймаються за допомогою магнітів та відправляються на переробку в інше місце. Потім шматки сортуються за розміром. Більші шматки можуть знову пройти через дробарку. Менші шматки бетону використовуються як гравій для нових будівельних проектів. Гравій використовується як найнижчий шар дороги, поверх нього накладають свіжий бетон або асфальт.

У 1983 р. Урядова науково-дослідна група (VIRL research.codep) опублікувала дослідження, що майже 17% світових звалищ відходів були побічними продуктами на основі бетону. Подрібнений перероблений бетон іноді може бути використаний як сухий заповнювач для абсолютно нового бетону, якщо в ньому немає забруднень, хоча використання

переробленого бетону обмежує міцність і заборонено в багатьох юрисдикціях.

10.4 Особливості впливу підводного бетонування на навколишнє середовище

При будівництві опор мостів та інших споруд, розташованих під водою, застосовують підводне бетонування. *Підводним бетонуванням* називають укладання бетонної суміші під водою без виконання водовідвидних робіт. Основні методи підводного бетонування: метод вертикально переміщуваної труби і метод „висхідного" розчину. Загальне для обох способів – влаштування по периметру бетонованої конструкції шпунтової огорожі, завдяки чому обмежується підтік води до місця проведення робіт, а будівля, що споруджується, охороняється від вимивання цементу і піску.

Метод вертикально переміщуваної труби застосовують при глибині до 50 м і за необхідності високої міцності і монолітності підводної споруди.

Бетонування методом ВР із заливанням без великого каменю цементно-піщаним розчином слід застосовувати при укладанні під водою бетону на глибинах до 20 м для отримання міцності бетону, що відповідає міцності бутової кладки; те ж, з щебеню на тих же глибинах для зведення конструкцій з бетону класу до В25 і при глибинах бетонування від 20 до 50 м. При посиленні конструкцій рекомендується застосовувати заливання щебеневого заповнювача цементним розчином без піску.

Підводне бетонування спричинює підводний шум.

Антропогенні шуми можуть бути *короткотривалими* (наприклад, імпульсивний шум від сейсмічних досліджень) або *довготривалими* (наприклад, шум від днопоглиблювальних робіт, судноплавних та енергетичних установок). І вони по різному впливають на біоту. На сьогодні є можливим контролювати рівень шуму, притаманний більшості морегосподарських видів діяльності людини, ця діяльність проводиться відповідно до наданих дозволів, в яких прописано відповідні умови (Звіт УкрНЦЕМ, 2020).

Виділяють 2 види антропогенного підводного шуму (АПШ) - *імпульсний* і *постійний*.

Найбільш значимий шум при будівництві виникає при забиванні паль (імпульсний) і при підводному бетонуванні та днопоглиблювальних роботах; пікові рівні шуму при цих роботах значно перевищують слуховий поріг багатьох видів риб (у оселедця звуковий поріг 75 дБ на 1 μPa при 100 Гц). Риби які знаходяться в радіусі 10-12 м потрапляють в зону ризику отримання акустичної травми (Звіт УкрНЦЕМ, 2020).

11 ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ГІДРОСФЕРИ НАФТОЮ

11.1 Забруднення нафтою – сучасна проблема світового океану

Розглядаючи екологічний стан Світового океану, слід виокремити дві основні проблеми: забруднення океану та виснаження біологічних ресурсів.

Під забрудненням Океану розуміється пряме або побічне надходження речовин або енергії в морське середовище, що несуть такі шкідливі впливи, як завдання шкоди живим ресурсам, небезпека для здоров'я людей, перешкоди морської діяльності, включаючи рибальство, погіршення якості морської води. Існують різні види забруднень - хімічне, фізичне, механічне, біологічне.

Забруднюючі речовини надходять до Світового океану як природнім шляхом, так і в результаті господарської діяльності людини. Практично ці шляхи не можна розділити.

До джерел забруднення океанів та морів відносять:

- безпосередні скиди забруднюючих речовин в океан, наприклад, нафтопродуктів при перевезенні;
- безпосереднє надходження забруднюючих речовин при підводних розробках та при видобуванні мінеральних ресурсів;
- річковий стік;
- прямий стік з суші (теригенний стік);
- перенесення забруднюючих речовин через атмосферу;
- підводні зкиди нафти та газу;
- аварійні зкиди із суден або підводних трубопроводів;
- випробовування атомної зброї.

Аналіз показує, що основними видами забруднювачів є вуглеводні (сира нафта, нафтопродукти, нафтові вуглеводні), хлоровані вуглеводні (пестициди, поліхлоровані біфеніли), токсичні метали, радіоактивні речовини.

Як відомо, забруднення Світового океану нафтою і нафтопродуктами є однією з глобальних екологічних проблем. У природних умовах до Світового океану їх надходить від 0,2 до 2 млн. тон. Джерела забруднення океану нафтою досить різноманітні (табл. 11.1).

Як свідчать дані, провідна роль у надходженні нафти в океан належить стокам з материків, а також скиди з суден та втрати при бункеруванні, так як близько 60% транспорту нафти припадає на судна.

Найбільші екологічні збитки наносять океану аварії з суднами через концентровані викиди нафти. Нафта може переноситись у морі на сотні кілометрів. Особливу небезпеку являє нафтова плівка, яка вдвічі знижує інтенсивність обміну речовин між атмосферою і гідросферою, і викликає загибель риби, морських птахів та мікроорганізмів. Останні гинуть навіть при наявності у воді всього лише декількох міліграм нафти на літр.

Таблиця 11.1 - Нафтове забруднення Світового океану

Джерело забруднення	Потужність, млн. т /рік	Частка у загальному забрудненні, %
Катастрофи суден	0,41	11,6
Скиди з суден у море і втрати при бункеруванні	1,08	30,5
Буріння на шельфах	0,05	1,4
Природне просочування з надр	0,3	8,5
Надходження з атмосфери	0,3	8,5
Надходження з континентів із стоками	1,4	39,5
ВСЬОГО	3,54	100

Під дією зовнішніх факторів нафта, розлита на поверхні морського середовища, зазнає фізичні та хімічні зміни, які починаються з моменту потрапляння речовини на поверхню моря і тривають в залежності від типу речовини і гідрометеоумов майже весь час знаходження речовини на воді. Для нафти характерні випаровування, емульгування, розчинення у воді і окислення.

У результаті випаровування в атмосферу з нафти виділяються її компоненти, що мають низьку температуру кипіння. Швидкість випаровування визначається тиском насиченої пари кожного компонента, його концентрацією, товщиною плівки нафти, швидкістю вітру і температурою повітря. Найбільш інтенсивно процес випаровування відбувається за кілька перших годин після розливу, протягом декількох днів випаровується близько 25% (більшість сортів нафти) і до 40-50% - протягом декількох тижнів. Мазути і моторні палива можуть втрачати від випаровування до 10%, а світлі нафтопродукти - до 75%. Після випаровування легких фракції відбувається збільшення щільності й в'язкості тієї нафти, що залишилася. Може статися, що щільність нафти виявиться більше щільності води, тоді нафта починає тонути.

Інтенсивність випаровування залежить прямо пропорційно від швидкості вітру і температури повітря. Основною причиною розсіювання нафтової плівки в об’ємі води є емульгування, що представляє собою процес переходу нафти у воду у вигляді дрібних крапель. При хвилюванні моря більше 5 балів протягом 12 годин емульгує до 15% нафти. Світлі очищені нафтопродукти і малов’язкі нафти найбільш схильні до емульгування.

Існує два типи емульсій:

- нафта у воді (пряма);
- вода у нафті (зворотна).

Пряма емульсія являє собою більшу частину розподіленої у воді нафти, а зворотна утворюється при розливах.

Умовами утворення емульсій є природне збовтування та наявність емульгаторів, які можуть бути у нафті та у воді. Утворення прямої емульсії

пов'язано з розподілом дрібних крапель нафти (1-3)×10^{-6} м в масі води, що сприяє біологічному розкладанню нафти. У результаті утворення прямої емульсії нафта може зникнути з поверхні води. Однак при припиненні впливу перемішування (наприклад, зниження хвилювання моря) нафта спливає на поверхню і нафтова пляма відновлюється.

Зворотна емульсія утворюється в результаті змішування води і відносно в'язкої нафти. Вона містить 50-80 % вільної води, відрізняється високою стійкістю і може зберігатися протягом декількох місяців. Колір зворотної емульсії такий же як у нафти - темно-бурий. Іноді зворотна емульсія має світло-коричневий колір.

Розчинення - процес, при якому складові нафти з низькою молекулярною вагою переходять в об'єм води. Швидкість розчинення обумовлена вітром, станом моря і властивостями нафти. Цей процес починається відразу після розливу, є тривалим та значно впливає на флору і фауну моря.

Відзначається, що втрати сирої нафти в результаті розчинення досягають 5-7 % загальної маси розлитої нафти.

Окислення - процес розкладання розлитої нафти. Розрізняють біо- та фотохімічне окислення. Біохімічне окислення являє собою реакції розкладання нафти в результаті впливу кисню повітря та води, а також життєдіяльності бактерій, грибків та інших мікроорганізмів. Найбільш помітне окислення киснем повітря відбувається на поверхні води, сповільнюється при переході нафти в глиб води і відсутнє на дні. У Світовому океані виявлено майже 200 видів бактерій, цвілевих грибків і дріжджів, які можуть розкладати нафту.

Швидкість розкладання обумовлена температурою води і наявністю поживних речовин. Нижче 40°С розкладання нафти практично відсутнє, а вище 15°С (нормальні умови) його швидкість не перевищує 1-10 мг/$м^3$ на добу.

Фотохімічне окислення здійснюється при спільному впливі сонячного світла і кисню. Швидкість цього виду окислення зазвичай не перевищує 10 - 50 % швидкості біорозкладання. Фотохімічне окислення сприяє полімеризації нафти і утворення смоляних кульок розмірами від декількох сантиметрів. Кульки є продуктами різного ступеня розкладання нафти. Їх утворення закінчується приблизно протягом 100 днів з часу розливу (35% розлитої нафти).

Розлита нафта масою 0,3-10 тис.т. утворює пляму у вигляді овалу за 6-14 годин, при цьому за перші 2-4 години після викиду пляма формується найбільш інтенсивно (швидко змінюються її основні параметри). На розтікання нафти великий вплив мають температура навколишнього середовища, напрям і сила вітру, течії, під дією яких пляма з часом витягується у смуги і розпадається на окремі плями. Товщина плям знижується від центру до периферії. Для проведення операцій з ліквідації розливів нафти необхідно завчасно мати дані про параметри плями і швидкості її формування.

Аварії з танкерами відбуваються з технічних причин, у зв’язку з несприятливими погодними умовами, попаданням у зону, де спостерігаються

надзвичайно високі хвилі (до 20 м), пожежами і вибухами, зіткненнями з іншими суднами, а також внаслідок низької кваліфікації і недисциплінованості команди судна.

Згідно статистичних даних, за період з 1973 по 1986 роки щорічно в аварію попадало в середньому 31 судно, яке перевозило нафту. З них у 12 аварій спостерігався значний вилив нафти (вибух танкера «Исток-1» біля берегів Мексики в 1978 році - вилив 1 376 000 т нафти; аварія танкера «Амоко Кадис» біля узбережжя Бретані (Франція) в 1978 році - 237 000 т нафти; на той час це була найкрупніша екологічна катастрофа в історії Європи; було підраховано, що загинуло 20 тис. птахів; аварія танкера «Торрей Каньон» біля англійських берегів у 1967 році - 130 000 т нафти; аварія танкера «Метула» в Магеллановій протоці в 1973 році - 60 000 т нафти).

Зокрема, 23 березня 1989 року в затоці Принца Уільяма (Аляска) з вини капітана зазнав аварії танкер «Ексон Валдаз», унаслідок чого в океан потрапило біля 37 тис. т нафти з майже 200 тис. т, що було на його борту. В перші місяці в зонах ураження загинуло біля 3000 каланів, сотні тюленів, десятки китів і біля 300 тис. морських птахів. Постраждали й берегові тварини - бурі ведмеді, олені, норки тощо (було забруднено біля 2000 км берегової смуги). Через декілька років проявилося величезне скорочення популяції оселедця та значне зниження чисельності горбуші. Навіть через 15 років після аварії повністю відновилося, за думкою вчених, тільки 2 види з 23, що постраждали, - лисий орел і морська видра. До не реабілітованих до сьогодні відносять горбушу, оселедець, каланів, тюленів, косаток, форель, кайр, мідій.

14 квітня 2001 року в результаті аварії танкера «Зайнаб», що затонув недалеко від узбережжя ОАЕ, район Персидської затоки був на межі екологічної катастрофи - з танкера вилилося більше 300 т солярки. Величезна нафтова пляма, що утворилася в результаті аварії, загрожувало установкам, що забезпечували Дубаї питною водою.

13 листопада 2002 року танкер «Prestige» під багамським прапором переломився біля узбережжя Галісії, внаслідок чого більше 30 тис. т нафти потрапило в океан, що призвело до масштабного забруднення більше 1000 км узбережжя Іспанії, Португалії та Франції. У трюмах танкера, що лежав на глибині 3,5 км, залишилося більше 20 тис. т нафти.

У 2002 році, в результаті пожежі на баржі «Гага», у води Фінської затоки потрапили сотні тон мазуту та дизпалива. Частину мазуту вдалося зібрати, але декілька сотень тон (за різними оцінками - від 300 до 700 т) осіло на дно.

Під час штормів у листопаді 2007 року в районі Керченської протоки зазнало аварії декілька суден. У Чорне море в одному місці разом вилилося до 100 тон нафтопродуктів. Тут переважно постраждало узбережжя Керченського півострова, що обернено до Азовського моря, та прилегла дуже мілководна акваторія.

Міжнародна Федерація Власників Танкерів (International Tanker Owners Pollution Federation) відмічає, що за останні десятиліття кількість катастроф танкерів, результатом яких став вилив нафти, знижується. Так у 1970-ті роки

було відмічено 252 такі аварії (враховувались лише ті аварії, в результаті яких в океан потрапило більше 700 т нафти та нафтопродуктів); у 1980-ті роки - 93; у 1990-ті - 78; з 2000 до 2006 року таких аварій було лише 17. У результаті в 1970-ті роки в океан потрапило 3,14 млн. т нафти; в 1980-ті - 1,17 млн. т; у 1990-ті - майже 1,14 млн. т, а в 2000-ні - біля 170 тис. т. Частково це пов'язано з оновленням танкерного флоту – нові танкери часто використовують подвійний корпус (у 2005 році 75 % кораблів світового танкерного флоту було виготовлено за цією технологією) для попередження розливу нафти.

Аварії та викиди на підводних нафтопроводах відбуваються регулярно. В більшості випадків їх масштаби досить обмежені. Проте, навіть якщо викид невеликий, він здатен завдати серйозної шкоди через довготривалу дію нафти на живі організми.

До недавнього часу найбільш крупною аварією такого роду вважалася аварія в затоці Гуанабара (Бразилія, 2000 р.), у результаті якої вилилося 1,3 тис. т нафти.

При вибуху нафтової платформи «Deepwater Horizon» («Глибоководний горизонт») 20 квітня 2010 року, який стався за 80 км від узбережжя штату Луїзіана в Мексиканській затоці, що переріс у техногенну катастрофу спочатку локального, а потім і регіонального масштабу з негативними наслідками для екосистеми на десятиліття вперед. На сьогодні ця катастрофа визнана найбільш великим виливом нафти у відкритий океан в історії США. Всього на момент аварії на буровій платформі зберігалося 2,6 мільйони літрів дизельного пального. Виробнича потужність платформи складала 8 тис. барелів на добу. Платформа затонула 22 квітня після 36-годинної пожежі, якій передував потужний вибух. Після вибуху та затоплення нафтова свердловина була пошкоджена, і нафта з неї почала потрапляти у води Мексиканської затоки. Нафтова пляма розміром (довжиною кола) 965 км наблизилася на відстань приблизно 34 км до узбережжя штату Луїзіана. Аварійні служби США почали процес випалювання нафтової плями. За оцінками спеціалістів, у Мексиканську затоку виливалося біля 700 т нафти щодобово. В товщі вод Мексиканської затоки знайдено плями нафти - одна пляма довжиною 16 км і товщиною 90 м на глибині 1300 м. На початку червня нафта досягла узбережжя штатів Луїзіана, Флорида, Міссісіпі та Техас. Таким чином, постраждали всі штати, що мають вихід до Мексиканської затоки.

Для боротьби з нафтовими плямами на поверхні води широко застосовуються диспергенти Corexit 9 9500 та Corexit 9 9527. Учені вважають, що розлив нафти в Мексиканській затоці вплине на швидкість течії Гольфстріму.

У вересні 2010 року бетонний купол, що був установлений компанією British Petroleum, врешті-решт, замурував свердловину. За словами представників Берегової охорони США, зараз свердловина не містить небезпеки для вод Мексиканської затоки.

Як уже зазначалося, нафта та нафтопродукти потрапляють в океан і з берега - зі стоком річок, через ґрунт від місць наземного протікання

нафтопродуктів - найбільш вагомими джерелами таких забруднень стають розташовані поблизу портів нафтоперегінні заводи.

Наприклад, природоохоронні організації повідомляють про створену нафтопереробним комплексом у Туапсе нафтову лінзу в ґрунті, що потроху просочується в море. Такі ж повідомлення надходять і про Батумський нафтовий комплекс та про інші місця.

Значні нафтові забруднення океану відбуваються внаслідок військових дій. У 1980-х роках минулого століття велике забруднення було пов'язано з військовими діями між Великою Британією і Аргентиною в районі Фолклендських островів, а також між Іраком і Іраном у Перській затоці (1990 рік). В останньому випадку протягом воєнних дій було серйозно пошкоджено 156 танкерів, унаслідок чого відбувся значний вилив нафти (до 1,5 млн т нафти вилилося в Перську затоку, нафта покрила приблизно 1000 км^2 поверхні затоки та забруднила біля 600 км узбережжя).

Головні місця нафтового забруднення Світового океану відмічаються на шляхах руху танкерів між Близьким Сходом та Європою, Америкою і Японією. Значні забруднення помічаються також у Середземному, Карибському, Південно-Китайському та Японському морях.

У цілому концентрація забруднень у Світовому океані сягає від 0,09 мг/л у центральних частинах Тихого океану до 50 мг/л у східній частині Середземного моря і 300 мг/л у окремих районах Індійського океану.

Нафта і нафтопродукти справляють негативний вплив на морські біоценози, тому що їх плівки порушують обмін енергією, теплом, вологою й газами між океаном і атмосферою, а також впливають на фізико-хімічні та гідрологічні умови, на клімат Землі, на баланс кисню в атмосфері, викликає загибель риби, морських птахів та мікроорганізмів. Усі компоненти нафти токсичні для морських організмів. Нафта впливає на структуру співтовариства морських тварин. При нафтовому забрудненні змінюється співвідношення видів і зменшується їхня різноманітність. Так, рясно розвиваються мікроорганізми, що харчуються нафтовими вуглеводами, а біомаса цих мікроорганізмів отруйна для багатьох морських мешканців.

У нафти є ще одна побічна властивість. Її вуглеводи здатні розчиняти в собі ряд інших забруднюючих речовин, таких як пестициди, важкі метали, які разом з нафтою концентруються в приповерхньому шарі і ще більше отруюють його. Ароматична фракція нафти містить речовини мутагенної і канцерогенної природи, наприклад бенз(а)пірен. На сьогодні отримані численні докази наявності мутагенних ефектів забрудненості морського середовища. Бенз(а)пірен активно циркулює по морських харчових ланцюгах і потрапляє в їжу людей. При концентрації нафти понад 10 мг/л гине більшість морських риб, молюсків і ракоподібних, а ікра і личинки молюсків і ракоподібних гинуть вже при концентрації 0,01-0,1 мг/л.

У той же час, в кількісному відношенні, забруднення навколишнього середовища нафтою і нафтопродуктами при аваріях танкерів становить лише 20 % від загальної кількості забруднень, що надходять з цього типу суден

разом з промивальними і нафтовмісними трюмними водами, з витоками при вантажних операціях, при бункеруванні тощо. Зв'язок між джерелами забруднень з танкерів, їх видами та об'єктами впливу на навколишнє середовище показаний на рис. 11.1.

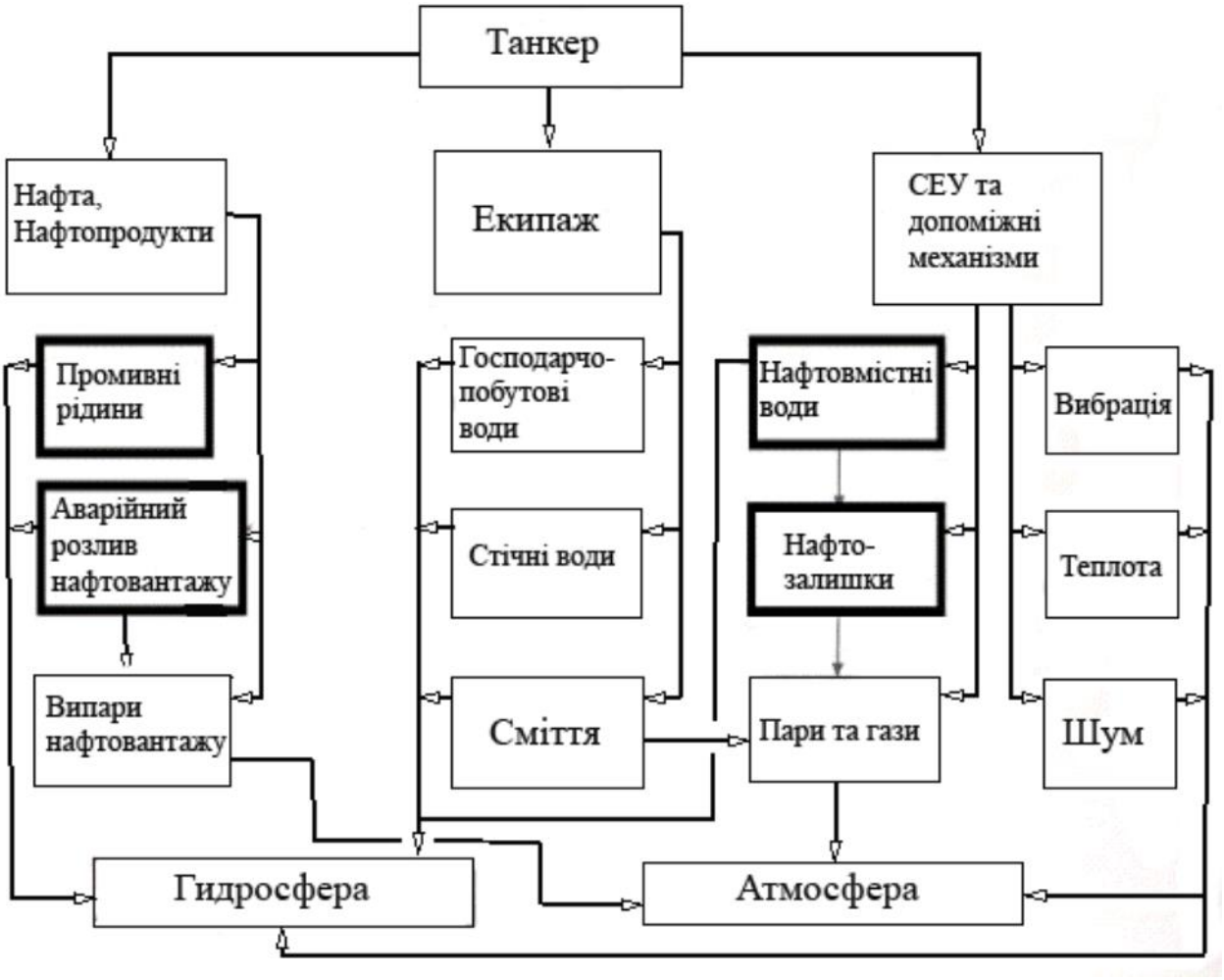


Рис. 11.1 – Зв’язок між джерелами забруднень з танкерів, їх видами та об'єктами впливу на навколишнє середовище.

Наслідки аварійних розливів нафти і нафтопродуктів ліквідуються шляхом спеціальних заходів з ліквідації аварійних розливів нафти (ЛАРН).

Однак для значного їх зменшення і зниження рівня інших видів забруднень з танкерів передбачається цілий ряд попереджувальних захисних заходів, серед яких можна виділити, так звані, пасивні (конструктивні) і активні, що передбачають часткове знищення забруднень або їх повну нейтралізацію.

До конструктивних заходів можна віднести застосування подвійного дна і подвійних бортів, обмеження місткості і розмірів вантажних танків, розміщення танків ізольованого баласту. Активні засоби захисту довкілля від забруднень з танкерів представлені, як правило, судновими системами. Нафто-залишки від перевезеного вантажу видаляються з поверхонь танків системою миття танків, а утворені при цьому промивні води очищуються за допомогою

однокаскадної або багатокаскадної системи гравітаційного відстоювання. Нафтовмісні трюмні води збираються, зберігаються або очищаються системами збору і очищення нафтовмісних трюмних вод. Нафто-залишки утилізуються або здаються в плавучі або берегові очисні станції. Господарсько-побутові та стічні води збираються і обробляються за допомогою санітарних систем. Тверде сміття знищується в інсинераторі.

Вимоги до обмеження кількості речовин, що скидаються з танкера в навколишнє середовище, викладені в: Міжнародних конвенціях, Правилах, Регістрі, Резолюціях ІМО, Санітарних правилах і в інших регламентуючих нормативних документах.

Джерела забруднень з танкерів представлені у табл. 11.2.

Таблиця 11.2 - Середньостатистична кількість забруднень при різних режимах експлуатації суден

Види	Кількість, млн. т.	Частка в загальному обсязі, %
Відходи при митті танків	0,745	50,6
Те ж при системі ППО	0,260	19,1
Аварії танкерів	0,250	18,0
Злив лляльних вод і витік при бункеровці	0,095	7,2
Витоки при вантажних операціях	0,075	5,1

11.2 Джерела надходження нафти та нафтопродуктів у морське середовище

Очищенні нафтопродукти постійно витрачаються на задоволення більше 60% світових енергетичних потреб. У зв’язку з цим практично неможливо використовувати продукти в такій кількості без деяких втрат. Кількість втрат, передбачених або випадкових, постійно зростає, тому забруднення моря як сирою нафтою, так і продуктами її переробки сьогодні – предмет серйозного занепокоєння.

За характером виникнення забруднення поділяються на природні і антропогенні. Основну масу забруднень Світового океану (близько 95 %) становлять джерела антропогенного походження. Потрапляння нафти в Світовий океан становить близько 0,23% від річного всесвітнього добутку нафти.

Основними природними джерелами нафтового забруднення морського середовища є виходи нафти на дні моря і менш значимими джерелами – ерозійні процеси.

Найважливіші антропогенні джерела нафтового забруднення:

– морські – морський транспорт, військові кораблі, судна різного призначення, трубопроводи, установки та пристрої, які використовують при розробці ресурсів морського дна та його надр;

– наземні – ріки, озера та інші водні системи, куди забруднюючі речовини потрапляють з ґрунтовими водами, а також в результаті скиду стічних вод з різних берегових об'єктів;

– атмосферні – різні промислові підприємства, транспортні засоби та інші об'єкти, з яких можуть відбуватися викиди в атмосферу вуглеводневих з'єднань.

В табл. 11.3 наведено відсотковий склад джерел потрапляння нафтопродуктів у водні об'єкти.

Таблиця 11.3 - Джерела надходження нафти,нафтопродуктів у гідросферу

Джерело забруднення	Кількість, млн.т/рік	Кількість, %
Водний транспорт (операції біля причалів, доків, аварії суден)	2,13	34,8
Міські і промислові стічні води	0,8	13,1
Добування нафти на шельфі : – випуски при значних аваріях – незначні аварії технічні води	 0,06 0,02	 0,98 0,32
Річки, зливова каналізація	1,9	31,0
Атмосферні опади	0,6	9,9
Природне просочування через ґрунти морського дна	0,6	9,9
ВСЬОГО	6,11	100

За даними інших авторів джерела забруднення розподілені дещо інакше - (табл. 11.4) та (табл. 11.5).

Таблиця 11.4 – Джерела забруднення нафтопродуктами

Джерела забруднення	% від загального надходження
Скиди, у т. ч.:	**51**
- з суден в море, включаючи скиди промивних баластних вод	23
- в портах, в припортових акваторіях, включаючи втрати при переливанні нафти в танкери та з танкерів	17
- з берегу, включаючи промислові відходи і стічні води	11
Надходження, у т. ч.:	**49**
- з дощовими і сніговими стічними водами з міст	5
- при катастрофах суден	5
- при бурінні шельфу	1
- з річковими водами	28
- з атмосфери	10

Чисельність джерел забруднення і незацікавленість винуватців скиду нафти в ретельній статистиці створює певні труднощі в подібних розрахунках. Розкид величин надходжень може виникати також через невизначеності в випадках природних джерел нафти, атмосферних надходжень і з річним стоком.

Таблиця 11.5 - Джерела забруднення нафтопродуктами

Джерело забруднення	Загальна кількість, млн.т/рік	Відсоток, %
Транспортні засоби, в тому числі:	2,13	34,9
- звичайні перевезення	1,82	30,0
- катастрофи	0,3	4,9
Винос річками	1,9	31,1
Потрапляння з атмосфери	0,6	9,8
Природні джерела	0,6	9,8
Промислові відходи	0,3	4,9
Міські відходи	0,3	4,9
Відходи прибережних нафтоочисних заводів	0,2	3,3
Добуток нафти у відкритому морі, в тому числі:	0,08	1,3
- звичайні операції	0,02	0,3
- аварії	0,06	1,0

Труднощі виникають при проведенні буріння на морських площах. В процесі буріння утворюються стічні води, що містять шлам, нафту і нафтопродукти, механічні домішки, а також різноманітні хімічні реагенти, потрапляння яких в море неприпустимо. Проблеми виникають у зв'язку з необхідністю ліквідації бурового шламу. Одна з важливих і складних проблем охорони акваторій – своєчасне виявлення розливів і витоків нафти.

Морський транспорт і, перш за все танкерний, відноситься до одного з основних джерел нафтових забруднень морського середовища. В світі задіяний гігантський танкерний флот загальною місткістю більш 120 млн. брутто – реєстраційних тон – це більше третини місткості всіх морських засобів.

Налічується більше 3000 танкерів, з яких близько 230 танкерів вантажопідйомністю від 200 до 700 тис. т кожний. Вони представляють велику небезпеку для вод Світового океану. Величезна кількість нафти потрапляє в море в результаті скиду з них промивних, баластних та лляних (трюмних) вод, а також втрати під час навантаження та розгрузки танкерів. При транспортуванні нафти в морях і океанах, а також в портах втрачається близько 2 млн. т/рік, що складає 40% всього скиду нафти. Звичайні танкерні операції супроводжуються великою втратою нафти.

Найбільш часто виникають відносно невеликі витоки нафти, вони швидко ліквідовуються, але створюють стійкий фон нафтових забруднень в районах інтенсивного добутку і транспортування нафти в морі.

Аналіз космічних знімків земної поверхні показує, що області глобального нафтового забруднення співпадають з трасами морських перевезень і гирлами найбільших річок. До великомасштабних зон забруднення відноситься не тільки шельф, але й деякі райони відкритої частини моря. Основними природними джерелами нафтового забруднення морського середовища являються вихід нафти на дні моря і менш значним джерелом – ерозійні процеси, а також викиди нафти на бурових свердловинах, розташованих у відкритому морі. Природні виходи нафти приурочені до великих нафтоносних районів, розташованих на континентальному шельфі біля берегів Південної Каліфорнії, в Мексиканському та Персидському заливах, Карибському морі. Швидкість потрапляння з природних джерел звичайно невелика.

Існує ще одне надзвичайно сильне природне джерело забруднення відкритих районів океану вуглеводнями нафтового походження (13 % від сумарної кількості) – далекий атмосферний переніс вуглеводнів. Виникнення цього потоку пов’язують з неповним згоранням бензину, гасу (керосину) та інших легких фракцій нафти. Час перебування їх в атмосфері складає 0,5 – 2,3 роки, при цьому 90% цих речовин випадає з атмосфери в Північній півкулі Землі.

Нафтове забруднення являється тим техногенним фактором, який впливає на формування і протікання гідрохімічних і гідрологічних процесів в морях, океанах і внутрішніх басейнах. У зв’язку з цим має значення концентрація нафтопродуктів в водному середовищі та можливість її переробки. Фонові рівні вмісту нафтових вуглеводнів в морській воді змінюються в дуже широких межах: (10^{-5} – 10 мг/л) в воді і (10^{-1} -10^{4}) мг/кг в донних відкладах в залежності від багатьох природних і техногенних факторів. Максимальні концентрації зосереджені в прибережних і внутрішніх морських водах, зонах інтенсивного судноплавства та іншої господарської діяльності, а також в районах виходу (просочування) вуглеводнів з місць залягання на шельфі.

Нафтове забруднення відрізняється від інших антропогенних впливів тим, що воно дає «залпове» навантаження на середовище, викликаючи його швидку реакцію. При оцінці наслідків такого забруднення не завжди можна однозначно судити про можливість повернення екосистеми до її стійкого стану.

Саме нафта впродовж декількох останніх десятиліть є основним токсикантом води, боротьба з якою стала актуальною міжнародною проблемою. До найбільш шкідливих хімічних забруднювачів, як зазначено у прийнятій Міжнародній конвенції із запобігання забруднення моря з суден (1973 р.), зміненої і доповненої відповідно до протоколу від 1978 року (MARPOL 73/78), належать нафта та продукти її переробки (до 3000 інгредієнтів), багато з яких отруйні для будь-яких живих організмів.

Запобігання подібним забрудненням – одна зі складних і багатопланових технічних проблем сучасності.

Властивості нафтопродуктів як небезпечного фактору для довкілля

Різноманіття складу нафтопродуктів обумовлює широкі діапазони коливання фізичних властивостей наливних вантажів, які по щільності можна розділити на три групи: легкі (менше 0,87 г/см^3); середні (0,87-0,91 г/см^3); важкі (більше 0,91 г/см^3).

Нафта не має постійної температури кипіння, а її перегонка характеризується температурами початку кипіння, відсотковим вмістом і розмірами фракцій. Важкі нафти зазвичай закипають при температурі вище 100°С, а легкі в діапазоні (50-100)°С. Чим більше в нафті легких фракцій, тим ця температура нижче. Випари і вивітрювання нафт відбуваються в прямій залежності від температури початку кипіння. В'язкість нафт коливається в широких межах (1,2-55 мм^2/с при 50°С) і залежить від складу нафти. Зі зниженням температури вона збільшується.

Через склад нафт їх температура застигання - умовна величина. Вона коливається від + 30ºС до -60ºС і визначається в основному вмістом твердого парафіну - чим його більше, тим легше застигає нафта.

Протилежний вплив надають смолисті речовини, вони мають здатність затримувати виділення парафіну.

До основних фізико-хімічних змін нафтопродуктів, що розлилися під впливом зовнішніх факторів відносяться випаровування, емульгування, розчинення у воді та біохімічне окислення.

Випаровування - процес переходу в атмосферу компонентів наливного вантажу з низькою температурою кипіння. Інтенсивність випаровування є функцією тиску насиченої пари кожного компонента нафти, концентрації, товщини плівки, швидкості вітру та температури. Випаровування найбільш інтенсивне протягом перших кількох годин після розливу.

Протягом декількох днів після розливу майже всіх нафтопродуктів випарується близько 25% легких фракцій, через кілька тижнів - до (40-50)%.

Світлі нафтопродукти можуть втрачати при випаровуванні до 75%, а мазути і моторне паливо - до 10%. Випаровування легких компонентів призводить до зростання щільності і в'язкості нафтопродукту, що залишається на поверхні води. В результаті випаровування його щільність може стати більше щільності води, нафтопродукт може тонути.

Вітер впливає на інтенсивність випаровування та виносу компонентів нафтопродукту у вигляді аерозолів. Температура відноситься до числа важливих факторів, що впливають на тиск парів летючих компонентів. Зі зменшенням температури, ослабленням вітру процес випаровування легких фракцій сповільнюється.

Випаровування закінчується практично протягом декількох днів або тижнів. За 12 годин може випаруватись понад 25% легких фракцій (до C_{15}) нафтопродуктів, а при температурі вище 15°С всі вуглеводні до C_{15} випаровуються за 10 днів. Випаровування має істотне значення при розливах

бензину. За (7-8) хвилин при температурі 20°С може випаруватися до 50% початкового об'єму. Випаровування мазуту і моторного палива невелика, не перевищує (7-10)% при температурі 23°С.

На рис. 11.2 представлена графічна залежність температури спалаху сирої нафти і деяких нафтопродуктів від часу перебування їх на поверхні води за рахунок випаровування легких фракцій.

Розчинення - процес, при якому компоненти нафти з низькою молекулярною вагою переходять в об'єм води. Швидкість розчинення залежить від стану моря і властивостей нафти (щільність, в'язкість, температура застигання, поверхневий натяг тощо).

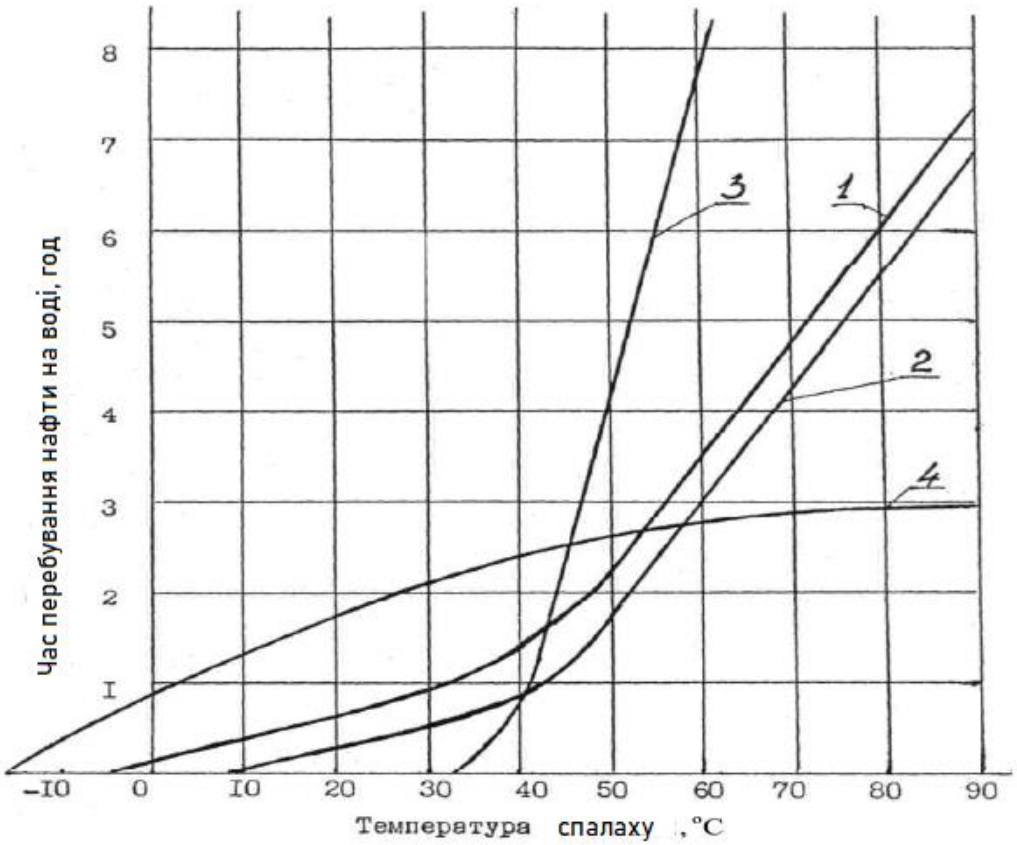


Рис. 11.2 – Залежність температури спалаху сирої нафти і деяких нафтопродуктів від часу перебування їх на поверхні води: 1 - нафта сира; 2 - керосин тракторний; 3 - паливо реактивне; 4 - бензин А-72.

Процес починається відразу після розливу, тривалий у часі, значно впливає на біогенез моря. Розчиненню піддаються не тільки компоненти нафти, але і продукти їх окислення.

Серед компонентів нафти найбільшу розчинність мають ароматичні складові нафти. Практика показує, що товщина нафтової плями спочатку не впливає на швидкість розчинення і тільки через кілька днів (внаслідок накопичення в нафтовому шарі окислених продуктів) швидкість розчинення залежить від товщини шару нафтопродукту. У загальному випадку втрати

сирої нафти, пов’язані з розчиненням, можуть складати (5-7)% від загальної маси розлитої нафти.

Емульгування (перехід нафти у вигляді дрібних крапель в воду) - основна причина розсіювання нафтової плівки в обсязі води. За 12 годин при хвилюванні понад 5 балів емульгується до 15% нафти. Найбільш схильні до процесу емульгування малов’язкі нафти та світлі очищені нафтопродукти (бензин, керосин, дизпаливо). Велика частина розподіленої в воді нафти знаходиться в вигляді емульсії типу "нафта у воді" (пряма емульсія). При розливах нафти утворюється також емульсія типу "вода в нафті" (зворотна емульсія).

Обидва типи емульсій мають суттєві відмінності, незважаючи на подібні умови. Для утворення тієї чи іншої емульсії потрібні природне збовтування і наявність емульгаторів. Природні емульгатори можуть міститися як в самій нафті, так і в морській воді.

Утворення прямої емульсії може привести до зникнення нафти з поверхні води. Однак, при припиненні дії факторів, що сприяють емульгуванню (зменшенні хвилювання моря), нафтова пляма може частково відновлюватися (нафта спливає на поверхню).

Утворення прямої емульсії пов’язано з розподілом дрібних крапель нафти (0,001-0,003) мм в масі води, що сприяє біологічному розкладанню нафти.

Емульсія зворотного типу характеризується високою стійкістю, може зберігатися протягом декількох місяців. Вона утворюється при змішуванні води з відносно в’язкою нафтою. Така емульсія містить від 30 до 80 % вільної води. За зовнішнім виглядом емульсія часто виглядає як чиста нафту з темно-бурим забарвленням. Іноді зворотна емульсія має світло-коричневе забарвлення. Така емульсія отримала в спеціальній зарубіжній літературі назву "шоколадний мус".

Характерною особливістю зворотного емульсії є високі в’язкість, температура застигання і щільність.

Розкладання нафти - процес, що протікає поряд з випаровуванням, розчиненням і емульгуванням розлитої нафти. Згодом процес розкладання стає переважаючим, трансформує більшу частину нафти в інші органічні сполуки, багато з яких перетворюються в результаті в вуглекислий газ і воду. Частина, що залишилася вуглеводнів утворює твердий окислений продукт. Основними з реакцій розкладання нафти є біохімічні та фотохімічні окислення.

Біохімічне окислення включає в себе реакцію розкладання нафти за рахунок окислення киснем повітря, води, під дією бактерій, грибків і інших мікроорганізмів.

Окислення під дією кисню відбувається найбільш помітно на поверхні води спільно з фотоокисленням. В результаті цих процесів утворюються розчинні у воді продукти і смолисті речовини, які практично не піддаються в подальшому ніяким змінам. При переході нафти в глиб води інтенсивність

розкладання сповільнюється і при попаданні її в донні відкладення розкладання повністю припиняється. Таким чином, нафта що потрапила в море може існувати тривалий час.

Біорозпад нафти, нафтопродуктів відбувається в результаті дії мікроорганізмів. Встановлено, що всі класи сполук, присутніх в нафтах, схильні до біорозкладання. Легкі вуглеводні (бензин, керосин) окислюються найбільш швидко усіма видами бактерій. Інтенсивність розкладання визначається також температурою води і наявністю поживних речовин. При температурі води нижче +4°С розкладання нафти практично не відбувається.

При температурі понад +15°С інтенсивність біорозкладання не перевищує (1-10) мг/м^3 на добу. Бактеріальному розкладанню протягом року піддаються (результати відносяться до розливів в теплих водах): Кувейтській сирі нафти на 50% початкового об′єму , венесуельської нафти - 70%, Арабської сирої нафти – 30%.

Фотохімічні окислення - процес відбувається в результаті спільної дії сонячного світла і кисню. До нього схильне близько 5% розлитої нафти. Швидкість фотохімічного окислення зазвичай не перевищує (10-15)% швидкості біорозкладання.

На відміну від біорозкладання фотохімічне окислення не веде до повної мінералізації нафти, воно веде до полімеризації нафти і утворення так званих "смоляних кульок".

Залишки нафти у вигляді смоляних кульок в морі, на пляжах і узбережжі є продуктами різного ступеня розкладання за рахунок випаровування, емульгування, біохімічного розкладання і фотоокислення. Їх розміри коливаються від декількох міліметрів до декількох сантиметрів. Вони містять від 1% до 60% вуглеводнів, від 8% до 60% асфальтенів. Вважається, що до 35% різної нафти перетворюється в смоляні кульки, утворення їх закінчується протягом 100 днів з часу розливу.

Розсіювання нафти, нафтопродуктів починається при вітрі у 5 балів і вище. Невеликі хвилі сприяють перетворенню дрібних часток у більші, що переміщуються на різних швидкостях на хвилях різних розмірів. Нафтова плівка на поверхні розбивається та під дією сил тяжіння опускається вглиб води. З часом нафтопродукти перемішуються з плаваючим сміттям, на поверхні води утворюється високов'язка маса, яка в холодну пору не піддається перекачуванню звичайними насосами. Навіть у випадках розливу нафтопродуктів на віддаленні від берега слід рахуватися з можливою наявністю в воді водоростей, гілок, очерету, загиблих птахів, тріски, листя, синтетичних плівок, обривків мереж і канатів. Вірогідність забруднення нафти сміттям зростає в міру нагону до берега.

Вогненебезпечність нафтопродуктів визначається температурою спалаху їх парів, тобто найнижчою температурою горючої речовини, при якій над поверхнею утворюються пара і гази, здатні спалахувати в повітрі від зовнішнього джерела запалювання.

Нафтопродукти за пожежовибухонебезпекою поділяються на:

- легкозаймисті речовини - здатні займатися від короткочасного впливу джерела запалювання з низькою енергією;

- речовини середньої займистості - які здатні займатися від тривалого впливу джерела запалювання з низькою енергією;

- важко займисті - які здатні займатися тільки під впливом потужного джерела запалювання.

До легкозаймистою нафтопродуктам відносяться ті з них, які мають температуру спалаху в закритому тиглі 61° С і нижче.

Аварія включає наступні фази:

- *перша фаза* – ініціювання - відбувається накопичення в системі відхилень від нормативного режиму функціонування, що закінчуються втратою контролю стану системи та управління нею;

- *друга фаза* - розвиток - проявляються небезпечні властивості системи, починається прояв небезпечних властивостей системи, що призводить до його вражаючих факторів;

- *третя фаза* - вихід за територію об'єкта (технологічного блоку) - руйнівна дія вражаючих факторів позначається на сусідніх об’єктах (технологічних блоках);

- *четверта фаза* - ліквідація наслідків аварії, урахування конкретної обстановки, технологічних умов усунення дії вражаючих факторів.

Наявність нафтопродукту в ємнісному устаткуванні створює небезпеку виникнення пожежі при його витоку та наявності джерела запалення.

Не виключена ймовірність аварії на судні навіть при справній системі захисту від статичної електрики та експлуатації обладнання в штатному режимі.

При певних умовах наливу нафтопродуктів в ємності (збільшення швидкості наливу) заряди статичної електрики накопичуються швидше, ніж відводяться через заземлення, оскільки нафтопродукти відноситься до діелектриків з дуже слабкою провідністю електричного струму. У таких випадках заряд електрики буде зростати та може досягти такого значення, при якому в момент наближення вільної поверхні нафтопродукту до стінок заливної горловини (при наповненні ємності понад 90 % її обсягу) внаслідок різниці потенціалів відбудеться іскровий розряд, здатний викликати запалення суміші парів нафтопродукту з повітрям та пожежа. У розгерметизовану ємність попадає кисень повітря, що обумовлює розвиток пожежі.

При проведенні операцій наповнення танків суден, автомобільних цистерн завжди існує ймовірність утворення в газовому просторі над поверхнею рідини суміші парів нафтопродукту з повітрям.

Залежно від характеру розгерметизації, кількості продукту та інших умов аварії розвиваються у вигляді розливів, пожеж витоків.

Пожежі відбуваються під час займання пароповітряної суміші, як всередині ємнісного обладнання, так і на відкритому майданчику.

Горіння - це складний хімічний процес, основою якого є швидко протікаюча хімічна реакція окислення, що супроводжується виділенням великої кількості тепла та світла.

Швидкість горіння залежить від наявності горючої речовини та окислювача (кисню повітря), їх певної температури та агрегатного стану.

Пари нафтопродуктів окислюються швидше, рідка фаза - повільніше. Це пов'язано з концентрацією окислювача (кисню) в парогазовій та рідкій фазах нафтопродуктів. У парогазової фазі кисню значно більше, ніж у поверхні рідкої фази та в середині неї.

11.3 Засоби ліквідування розливів нафти

Ліквідація нафтового розливу в морі має на меті зменшити збиток для екологічних та соціально-економічних ресурсів, при цьому скорочуючи час, необхідний для відновлення цих ресурсів і забезпечуючи прийнятні стандарти очищення.

Основні варіанти ліквідації – це локалізація і збирання розлитої нафти, розпилення хімічних диспергаторів, захист берегової полоси або самоочищення її природним шляхом. Фізичне видалення нафти з поверхні води знижує загрозу для птахів, ссавців у прибережних водах та побережжі. Диспергатори, які допомагають розірвати поверхневу пляму нафти, виконують ту ж саму роль, але їх потрапляння в прибережні води може загрожувати морським організмам.

Технології ліквідації розливів нафти – це методи збирання та вилучення нафтопродуктів. *Основними заходами з локалізації і ліквідації розливів нафти і нафтопродуктів на воді* є:

- попередження подальшого скиду;
- встановлення перешкод, що заважатимуть розсіюванню скинутої речовини і забрудненню вразливих районів;
- відведення розлитої речовини або аварійного об’єкту в зону зручну для проведення операції по ліквідації розливів нафти;
- збирання розлитої речовини з поверхні води;
- передавання зібраних речовин на берег;
- ліквідація розливів за допомогою фізичних і хімічних методів.

Основними способами ліквідації аварійних розливів являються:

- механічне видалення плаваючої нафти з поверхні моря;
- спалювання плаваючої нафти;
- обробка нафтової плями диспергентами, допущеними для застосування природоохоронними органами, з метою багатократного прискорення природного емульгування нафти в морі під впливом хвилювання і течій;
- хімічна обробка плям нафти;
- мікробіологічні способи обробки плям нафти.

Вибір методів локалізації і ліквідації розливів застосовується, виходячи з умов розливу і реальних можливостей, які визначаються наявними силами і засобами, а також місцевими умовами, пов’язаних з дозволом застосування спалювання, диспергаторів для захисту районів високої екологічної цінності.

Збирання нафти механічними способами

Технології і спеціальні технічні засоби, які застосовуються для локалізації розливів нафти на воді, повинні забезпечувати своє оперативне використання, а також надійність утримання нафтової плями в мінімально можливих межах.

Дуже важливе значення має оперативність реагування на розлив нафти, оскільки нафтова пляма з часом розповзається і трансформується.

В залежності від температури і обстановки на морі і масштабі розливу, легкі продукти при сприятливих умовах фактично зникнуть з поверхні моря протягом (1-2) днів, легку нафти – протягом (2-5) днів і нафти середньої щільності –протягом (5-10) днів. Важкі нафти або нафти парафінового походження і важкі нафтопродукти зберігаються протягом більш довгих періодів, але й вони з часом розсіюються природним шляхом.

Для збирання нафти на воді механічними способами можуть бути заплановані два основних типу нафтозбірних робіт:

- стаціонарне збирання нафти, при якому застосовуються бони і нафтозбиральники для локалізації і видалення нафтових плям, починаючи з джерела розливу або на відстані від нього, будь це у відкритому морі або поблизу берега;

- рухомий спосіб збирання нафти, при якому застосовуються забортні скімери, при цьому інші скімери розміщуються в контактній підвісці, який буксирується двома суднами бонового загородження U–, V– або J – подібною конфігурацією.

В додатку до скімерів і бонів при цих технологіях можуть також знадобитися допоміжні засоби, такі як:

- повітряне судно для виконання моніторингу;
- судна забезпечення безпеки;
- обладнання для захисту і очищення побережжя;
- додаткове обладнання (шланги, прокладки, роз'єми, адаптери тощо).

Збирання нафти потребує знання течій (включаючи приливні хвилі) та доступу до берегової лінії для того, щоб розвернути роботи з видалення нафти.

Рухомі системи збирання повинні плануватися таким чином, щоб вільна нафта могла збиратися протягом початкової фази робіт з ліквідації аварійних розливів нафти (далі – ЛАРН).

На рис. 11.3 ілюструються схеми розгортання обладнання в U–, J –, і V– подібних конфігураціях. На рис. 11.4 відображені деякі схеми локалізації нафтової плями за допомогою бонового загородження морі та біля берегів.

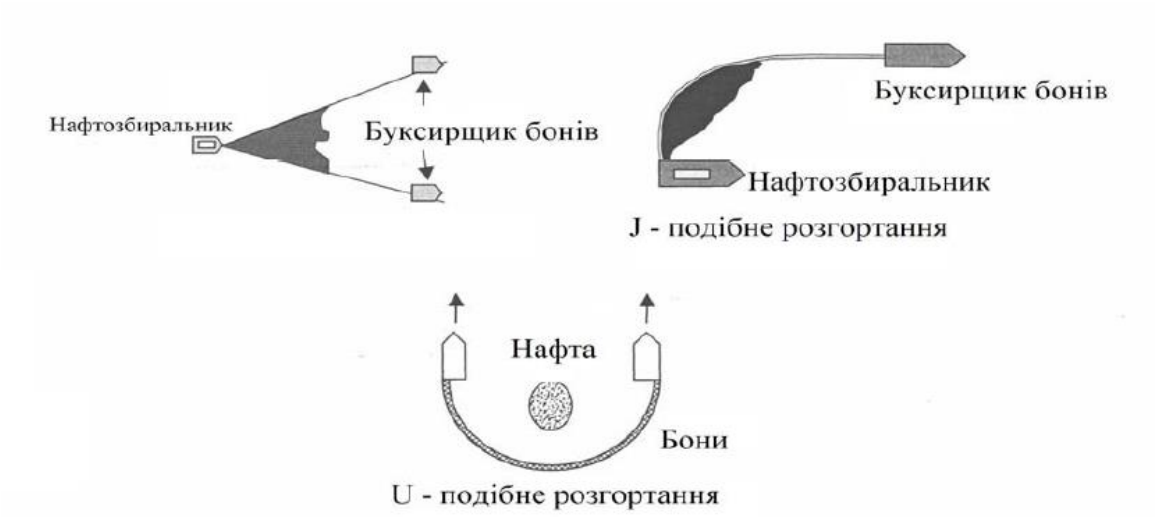


Рис. 11.3 – Схеми розгортання обладнання в V –, J –, і U – подібних конфігураціях.

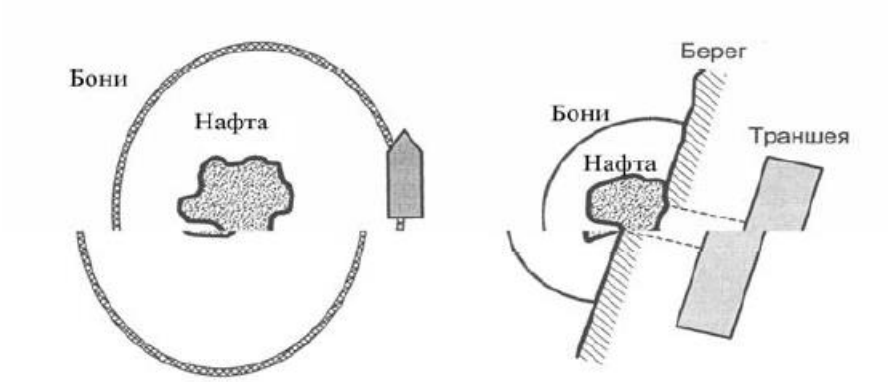


Рис. 11.4 – Схеми локалізації нафтової плями за допомогою бонового загородження морі та біля берегів.

В ряді випадків пляма нафти локалізується вільно дрейфуючими боновими загородженнями, щоб на визначений час не допустити його розтікання по водній поверхні (рис.11.5).

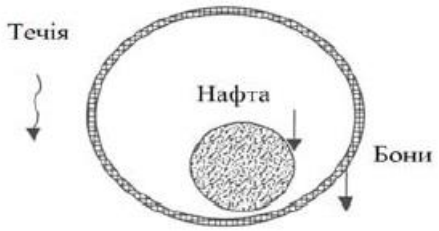


Рис. 11.5 – Бонові загородження, що вільно дрейфують.

Для постановки бонових загороджень, які зберігаються на лебідках з гідроприводом, необхідні спеціальні судна бонопостачальники. Для цих цілей можуть бути також використані середні риболовні траулери і великі морозильні риболовні траулери (СРТ и БМРТ), які мають кормові сліпи. Для

постановки загороджень на мілководді можуть бути також використані самохідні плашкоути з носовою апарелю або самохідні баржі.

Для локалізації розливів нафти необхідні нафтозагороджуючі бони різного типу, робочі характеристики, яких включають габарити і міцність, повинні відповідати поставленим задачам.

З метою визначення кількості необхідного обладнання визначаються експлуатаційні можливості кожного з компонентів системи збору.

Довжина бонового загородження вибирається такою, при якій воно може легко встановлюватися і ефективно керуватися на ділянці розливу.

Для локалізації нафтової плями і визначення її товщини визначається об'єм суміші води з нафтою. Розрахунки повинні враховувати зміну в об'ємі внаслідок випаровування, емульгування, природного диспергування та інших змін у зв'язку з перебуванням у зовнішньому середовищі. Велика кількість відносно малих розливів, швидко локалізованих в спокійних водах найвірогідніше не буде зазнавати значного емульгування або випаровування, а також природної дисперсії.

Вибір нафтозбірного обладнання і його розмірів основується на розрахунковому об'ємі розлитої нафти, її властивості і умовах моря.

Засоби збору дають можливість працювати від 8 до 12 годин на добу в залежності від довжини світлої доби, часу транзиту до очищувальної ділянки і від неї. Планувальники також повинні враховувати час, необхідний на технічне обслуговування, передислокацію скімеру і робочої платформи, перекачку видаленої нафти і води в сховища, а також час, втрачений в результаті поганої погоди. Однак різні скімери мають різну номінальну і реальну швидкість збирання, що також необхідно врахувати при проведенні розрахунків. Вибір скімера в порту рекомендується проводити, виходячи з ємності найбільшого бортового танка танкера, який підходить до терміналу або який заходить в порт. Продуктивність збирання повинна бути такою що 50% об'єму найбільшого бортового танка було зібрано за 12 годин.

При розливах нафти обласного і державного значення сумарна продуктивність засобів збирання нафти приймається: через дві години після початку роботи - 200 $м^3$/год, через вісім годин - 2000 $м^3$/год і через 24 години – 20000 $м^3$/год.

Слід врахувати, що розрахункова продуктивність збирання конкретних скімерів досягається лише, тільки якщо плівка нафти має товщину порядку 10 мм (продуктивність збирання нафти буде рівна 100 %), тобто нафта після розливу була одразу загороджена бонами.

На практиці такі випадки відносно рідкі, нафта встигає розтектися на великі площі і товщина плівки становить (0,5-5) мм (це не стосується високопарафінових сирих нафт і мазуту, товщина плівки яких на воді може бути більше 10 см). В цьому випадку реальна продуктивність збирання нафти різко знижується. Крім того на продуктивність збирання впливають також погані погодні умови, при яких зазвичай відбуваються аварії.

Тому для реальних умов ведення ліквідації розливів нафти продуктивність збирання розлитої нафти приймається рівною (10-15) % продуктивності насоса скімера. Продуктивність збирання також залежить від швидкості тралення, ширини полоси тралення і товщини плівки нафти.

Досягненню високої швидкості збирання заважає ряд фізичних перешкод, які важко побороти. Олеофільні, основані на сорбційному принципі дії скімери, працюючи самостійно, можуть успішно проводити збір нафти при відносно високій швидкості переміщення (2-5) вузлів, однак їх ширина захвату невелика.

Ширина захвату може бути збільшена шляхом приєднання до скімеру бонів. Але при цьому швидкість тралення різко знижується до 1 вузла і менше. В більшості випадків ордер, який складається з бонів і скімера, може ефективно працювати в діапазоні швидкості (0,75- 1) вузол. Тому швидкість тралення може бути збільшена тільки за рахунок збільшення ширини захвату, тобто довжини бонів. Тралення нафти звичайно проводять ордерами, складеними у виді U -, V – і J – конфігураціями.

Довжина бонів, що буксируються у виді U – конфігурації, звичайно не перевищує 250 м, при цьому ширина тралення буде біля 100 м. В деяких випадках (при гарних гідрометеоумовах, наявності відповідних суден та міцних бонів) довжина бонів може бути збільшена до (500 – 600) м при цьому ширина захвату буде становити порядку (150 - 200) м (через низьку маневреність таких систем вони застосовуються дуже рідко).

На практиці нафта буде розтікатися і в процесі її збирання. Крім того, прохід нафтозбірної системи через пляму нафти не буде означати, що позаду неї залишиться чиста поверхня води, так як під дією вітру і течії нафта буде продовжувати поширюватися і знову вкриє очищену поверхню. Тому всі розрахунки по силам і засобам ЛРН, необхідних для забезпечення адекватного реагування на басейні, можуть служити, в основному, для орієнтовного планування їх мінімальної кількості.

Для планування вимог, які висуваються до вмісту сховищ під збирання рідини необхідно визначити загальний об’єм води з нафтою, яку збирають цілодобово (або щогодинно у випадку невеликих розливів):

Загальний об’єм води з нафтою =

= Швидкість збирання × Тривалість денних робіт.

В результаті розрахунку за даною формулою виходить величина, рівна об’єму води і нафти, який скімери будуть збирати цілодобово (а для невеликих розливів – щогодинно) і загальна місткість сховищ, яку необхідно забезпечити.

При застосуванні нафтозбірників (скімерів) порогового типу передбачаються ємності, розраховані на прийом нафтоводянної суміші, яка містить близько 10 % нафти і 90 % води, тобто при розливі 1000 тонн нафти слід передбачити танкер загальною місткістю не менше 10000 тонн.

Швидкість збирання води з нафтою визначається типом нафти, площею поверхні і товщини плями, продуктивністю скімерів. Продуктивність

мобільних скімерів може бути оцінена кількісно з використанням таких параметрів, як «швидкість збирання», «процент зібраної нафти», а також «темпи захвату».

«Темп захвату» - площа яка покривається скімером за одиницю часу, звичайно виражається в миля^2/год (морські квадратні милі за годину) та розраховується за формулою:

Темпи захвату = Швидкість збирання × Ширину захвату.

«Швидкість збирання» - швидкість переміщення скімера при скиданні і «ширині захвату» - ширина горловини скімера або відображуючих бонів, які прикріпленні до нього, виражені в футах або метрах. Темпи захвату визначають, який строк знадобиться будь-якому даному скімеру для захвату даної площі.

Даний підхід може бути застосований для визначення кількості мобільних скімерів і протягом якого проміжку часу вони будуть працювати по очищенню від нафтової плями з урахуванням емульгування, випаровування і природної дисперсії нафти.

Тип і кількість скімерів розраховуються на основі можливості скімерів видаляти певну кількість розлитої емульсії нафти.

Площа вкрита плівкою визначеної середньої товщини, використовується в якості основи для визначення типу і кількості необхідних скімерів.

Коли бонові загородження використовуються для збільшення ширини тралу, швидкість збирання зменшується звичайно до (0,25 – 0,5) м/сек (0,5 – 1,0 вузла). Проте самохідні системи збирання працюють з урахування нульової відносної швидкості між збірним механізмом і плямою, який може рухатися без бонового загородження зі швидкістю декілька вузлів і більше. Це відбувається за рахунок ширини тралу.

Насоси для мобільних систем звичайно входять до складу скімера. В той час, як самохідні судна, такі як, прибережні танкери і нафтові баржі, звичайно забезпечені обладнанням для розвантаження, баржі, які використовують для очисних робіт, можуть не мати таких засобів. В випадках наявності барж та інших самохідних суден, які використовуються для перевезення в’язких нафт, необхідно підібрати типи насосів, забезпечуючи поставлені вимоги.

Для збирання нафт за допомогою спеціальних суден (нафтозбиральників), використовують технологію, яку називають «скімінг», що в перекладі з англійської мови означає «знаття піни». Вони оснащуються розсувними консолями на поплавцях, як би згрібають нафту з поверхні води. Ця система, заснована на застосуванні розсувних поплавків, пристроях які підпорядковується хвилюванню на морі. Іншими словами, таке судно старається за допомогою своїх розсувних плавучих консолей якомога більш точно повторювати форму хвиль при цьому ніби зіскрібати нафтову пляму з рухомої поверхні води. Нафта надходить в стічні колодязі, де розташовані гвинтові насоси, які затягують густу в’язку нафтову масу з поверхні води всередину судна і по трубопроводам направляють в спеціальні баки. Ці баки обладнанні нагрівальним пристроєм, які дозволяють доводити температуру

нафти до 90ºС. В результаті нагріву нафта стає більше текучою, і її легше перекачувати в нафтозбиральники на березі. Проте ця технологія ефективна лише при малому хвилюванні на морі. При висоті хвиль більше 2 метрів, судна – скімери бездієві.

Механічними засобами на воді, як стверджують спеціалісти, вдається зібрати не більше 20% від загальної кількості розлитої нафти. Вони практично бездієві в штормову погоду і при важких гідрометеорологічних умовах.

У випадку хвилювання та при низьких температурах нафтосміттєзбиральники не зможуть забезпечити номінальний режим збирання нафти з поверхні води через її в'язкість і малу текучість. В результаті хвилювання моря нафта переходить в стан емульсії, причому ця емульсія має високу в'язкість і важче розпадається на фракції, тобто практично не піддається біорозпаду. Процес емульгування значно збільшує об'єм нафтовміщуючих продуктів, що серйозно ускладнює проведення робіт з ліквідації і утилізації водонафтової суміші.

Застосування диспергентів

Диспергенти особливо ефективні, якщо з моменту розливу нафти пройшло не більше 72 годин і температура навколишнього середовища вище 5ºС. Диспергенти не рекомендується застосовувати на мілководді на глибинах менше 10 м.

Диспергатори прискорюють швидкість природного диспергування, знижують «бар'єр» (натягнення), який перешкоджає утворенню дуже дрібних крапель під впливом хвиль. При використанні диспергаторів утворюються набагато більше дрібних нафтових крапель. Нафти переходять в дисперсний стан швидше при сильному хвилюванню. Високов'язкі нафти важче піддаються диспергуванню.

Диспергатори слід застосовувати швидко і точно. Вони можуть наноситися з суден, вертольотів і літаків, при цьому розпилення з літаків - найкращий спосіб при великих розливах нафти.

При використанні літаків нафтова плями великих розмірів може бути оброблена в 40 разів швидше, чим при використанні самих великих і високопродуктивних нафтозбиральників. Крім того, застосування диспергаторів з повітря дозволяє їх розпилювати в штормову погоду, коли неможливо використовувати засоби механічного збирання нафти. Ключовим являється обробка найбільш потовщених частин нафтової плями використанням достатньої кількості диспергента. В загальному випадку застосування однієї частини диспергента призводить до диспергування від 20 до 30 частин нафти.

Сильне хвилювання моря сприяє швидкому перемішуванню і розбавленню диспергованої нафти. В умовах сильного хвилювання відношення диспергента до нафти зменшується до однієї сотої.

За останні 30 років диспергенти успішно використовувалися більше ніж на 70 розливах нафти. Частота їх використання зростала з дев'яностих років.

При розливі з танкеру «Сі Ємпресс» біля побережжя Уєльса в 1996 році в результаті диспергування було попереджено потрапляння на берегову лінію більше 80% невипареної нафти (близько 35 тис. тонн). Наступні дослідження показали, що чистий ефект від використання диспергентів виявився позитивним для навколишнього середовища, зокрема, для морських птахів, прибережних видів болотних птахів в приливних зонах і на пляжах.

Рішення про використання диспергентів приймається після проведення оцінки чистої екологічної вигоди (відповіді на питання, чи завдасть недиспергованна нафта більшої або меншої шкоди навколишньому середовищу порівняно з диспергованими хімічними препаратами).

Допускається використання тільки препаратів, які мають сертифікати і нормативно-технічну документацію схвалені контролюючими органами.

Застосування сорбентів

Використання нафтових сорбентів аналогічно використання інших порошкоподібних сорбентів. При ліквідації нафтових забруднювачів водної поверхні перш за все локалізують розлиту нафту або нафтопродукти бонами, що є обов'язковим при будь-якій технології очистки. Потім наносять сорбент на забруднену поверхню будь-яким механізованим або ручним способом до повного поглинання нафтової плівки і утворення плаваючого конгломерату.

Після чого стягують бонові загородження, концентруючи сорбент з поглинутою нафтою поблизу місця, зручного для збирання, і тим або іншим чином видаляють відпрацьований сорбент з поверхні води.

Резерв часу для локалізації нафтового розливу, без значної шкоди навколишньому середовищу, в залежності від погодних умов, звичайно не повинен перевищувати (24-72) години з моменту аварії. Використання, при ліквідації нафтового забруднення, порошкових сорбентів, які зберігають плавучість протягом тривалого часу, дозволяють значно збільшити резерви часу для проведення підготовчих заходів і збирання нафти.

При збиранні нафти на воді можуть використовуватися крупні конструкції сорбційно-загороджувальних бонів довжиною 5 м, які складаються з нетканого сорбенту, елемента, що забезпечує плавучість та сітки, яка надає конструкції потрібну форму. Бони легко з'єднуються між собою і утворюють загородження, яке обмежує нафтову пляму і перешкоджає її поширенню по поверхні води. За допомогою бонів загороджена пляма розливу буксирується до урізу води і концентрується для послідуючого збирання, одночасно сорбуючи нафту. Бони володіють плавучістю навіть в стані повного насичення нафтопродуктами.

Біосорбент може використовуватися як автономно, так і в поєднанні з традиційними засобами механічного збирання. Розпилення біосорбентів з суден обмежується погодними умовами. Застосування біосорбентів за допомогою авіації дозволяє починати ліквідацію аварії при вітрі до 25 м/сек та після розливу навіть в штормових умовах. Важливо, що процес біодеструкції нафти йде також в донних відкладеннях і береговій зоні, в тому числі і в

анаеробних умовах. Тактика і технологія застосування біосорбентів з використанням гвинтокрила наведена на рис. 11.6.



Рис. 11.6 – Тактика і технологія застосування біосорбенту при розливі нафти.

Хімічна обробка плям нафти

На акваторіях, де це дозволено діючими правилами МАРПОЛ, ХЕПКОМ та ін. можливе застосування хімічних засобів. По впливу на плаваючу плівку нафти їх можна розділити на: сольвенти, флокулянти, сурфактанти, затверджувачі.

У більшості випадків хімічні засоби призначені для застосування разом з механічними засобами збору нафти з поверхні води і лише підвищують ефективність роботи останніх.

Сольвенти - призначені для розчинення сирої нафти і в'язких нафтопродуктів у воді. Застосовуються головним чином для очищення від нафтопродуктів набережних, опор мостів у містах і ін. Застосовуються в дуже обмежених кількостях, з тим, щоб не погіршити якість води у водоймі.

Флокулянти - при впливі на нафту утворюють стійкі пластівці, які порівняно легко можуть бути зібрані механічними засобами та евакуйовані для подальшої обробки на березі.

Сурфактанти - речовини, що змінюють поверхневий натяг нафти і нафтопродуктів. При нанесенні сурфактантів поверхня плями зменшується в десятки разів при одночасному потовщенні плівки. Це явище дозволяє підвищити ефективність збору нафти механічними пристроями і одночасно зменшити довжину застосовуваних бонових огороджень.

Затверджувачі - речовини надають нафті, яка плаває на поверхні, властивості близькі до твердої речовини, що значно полегшують її збирання

механічними засобами. Нанесений по контуру плями затверджувач може виконувати одночасно функції бонових загороджень.

Перераховані речовини наносяться на поверхню води з вертольотів або літаків. Природним обмеженням при цьому є швидкість вітру і відсутність опадів. Незважаючи на те, що багато фірм виробляють такі хімічні речовини гарантують їх екологічну безпеку, МАРПОЛ жорстко обмежує застосування цих речовин районами, де відсутні промислові види птахів і морських тварин.

Мікробіологічні способи обробки плям нафти

Ідея застосування мікробіологічних методів для боротьби з нафтовими розливами заснована на здатності деяких видів морських мікроорганізмів (бактерій, грибів, найпростіших) використовувати нафтові вуглеводні в якості харчового субстрату і розкладати їх при визначених параметрах середовища (температури, кисню, біогенних елементів). Для реалізації цієї ідеї з метою стимуляції активності нафтоокислюючих мікроорганізмів запропоновані способи збагачення забруднених нафтою поверхневих вод або ділянок берегу сумішами поживних речовин. В якості останніх використовують різні комбінації мінеральних солей, добрив та інших речовин з високим вмістом азоту і фосфору, які використовують у вигляді розчинів, порошків, паст або гранул. Наряду із збагаченням середовища біогенними елементами в нього також вносяться штами мікроорганізмів, які володіють підвищеною здатністю використовувати вуглеводні нафти як джерело енергії. Запропоновані також способи фіксації біомаси таких мікроорганізмів на поверхні пористих сорбентів або в складі диспергувальних препаратів.

При всій привабливості і перспективності такого роду способів, треба визнати, що вони залишаються поки переважно в галузі експериментальних пошуків і поступаються за своєю ефективністю механічним і хімічним способам ліквідації нафтових розливів.

12 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИДОБУТКУ І ПЕРЕРОБКИ КОРИСНИХ КОПАЛИН

12.1 Техногенні впливи на геологічне середовище

У процесі видобування корисних копалин відбувається істотне забруднення навколишнього середовища. За обсягами викидів забруднюючих речовин і за ступенем впливу їх над природне середовище гірничодобувна промисловість стоїть на 4-му місці після хімічної, металургійної і сільського господарства.

Геологічне середовище – верхня частина літосфери і підземної гідросфери, яка знаходиться під впливом господарської діяльності, і до певної міри визначає її. Це складова частина навколишнього середовища і техносфери, багатокомпонентна система, що включає надра, підземні води,

корисні копалини, що цікавлять людину. Верхньою межею геологічного середовища прийнято вважати денну поверхню, а нижня визначається глибиною техногенного проникнення людини в літосферу – до 1-1,5 км в районах гірничодобувних робіт та 10 км і більше для областей нафтогазовидобутку.

Основними ***компонентами*** геологічного середовища є мінеральна сировина, підземні води і надра, схильні до техногенного впливу. Разом з тим, ресурси літосфери необхідні для нормального розвитку органічного світу в цілому (біосфери). Її складовими частинами слід вважати грунти, біофільні елементи, кухонну сіль, інші компоненти.

Забруднення геологічного середовища – привнесення в геологічне середовище або виникнення в ньому нових, звичайно не характерних для нього фізичних, хімічних або біологічних агентів. Забруднення може бути природним (виверження вулкана, деградація озонового шару в результаті космічного бомбардування) і антропогенним, викликаним діяльністю людини. До основних об'єктів, що піддаються забрудненню відносяться води (в тому числі, підземні), повітря, ґрунти. За своїм характером забруднення може бути фізичним (теплове, радіоактивне, електромагнітне), механічним, хімічним, біологічним або комплексним.

Забруднення підземних вод – зміна їх хімічного складу (зазвичай засолення) або поява інших небажаних компонентів в результаті діяльності людини. Це може бути наслідком порушення санітарних норм в приповерхневих умовах (створення водовідстійників, поява стічних вод, зберігання сміття, техновідходів), порушення режиму підземних вод внаслідок неграмотно організованого буріння, ліквідації існуючого грунтово-рослинного шару, порушення зони аерації, водоупорної покрівлі. Основними причинами З.п.в. є діяльність промисловості (37%), сільського господарства (16%), житлово-комунального господарства (10%), надходження некондиційних підземних вод при порушенні режиму експлуатації водозаборів (13%).

У основу найбільш універсальної сучасної класифікації техногенних впливів на геологічне середовище (В. Т. Трофимова та ін., 1995) покладені природа впливу та його механізм. Відповідно до цього виділяються такі класи впливів: фізичний (в якому виділяються підкласи, зумовлені дією різних фізичних полів: механічного, гідромеханічного, гідродинамічного, термічного, електромагнітного, радіаційного), фізико-хімічний, хімічний, біологічний. Пізніше ця класифікація була доповнена характеристикою прямих екологічних наслідків впливу людини на геологічне середовище і зворотних впливів на життєдіяльність людини, природні ландшафти і біогеоценози.

Узагальнена класифікація техногенних впливів на геологічне середовище виконана В.С.Білецьким (2017) та подана на рис. 12.1.

Розглянемо різні класи і підкласи техногенних впливів докладніше.

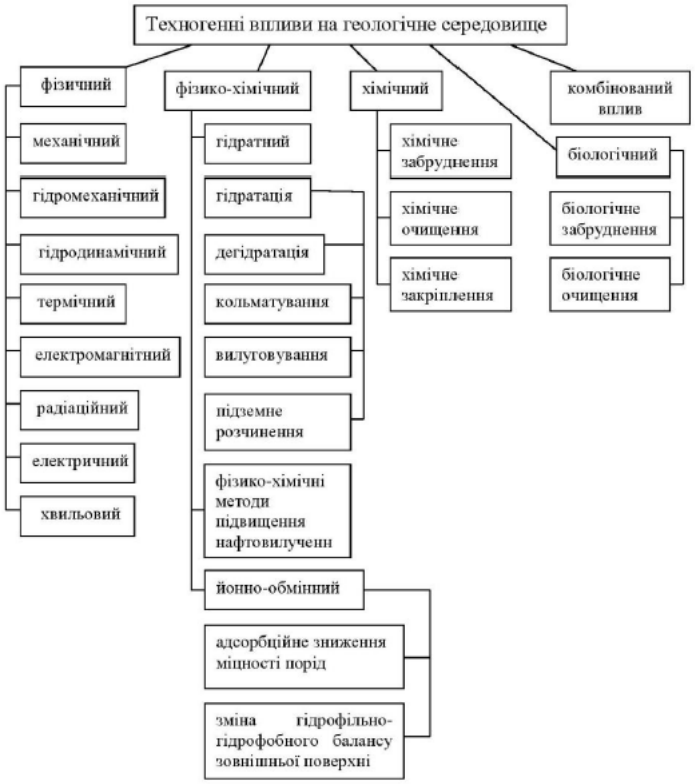


Рис. 12.1 – Узагальнена класифікація техногенних впливів на геологічне середовище (Трофимов В. Т., Королев В. А., Герасимова А.С., 1995
)

Фізичний вплив.

Це перший і найбільший і різноманітний клас техногенних впливів на геологічне середовище, що складається з декількох підкласів.

Механічне діяння. У цьому підкласі виділяються наступні шість типів впливів:

- ущільнення і розущільнення;
- внутрішнє (відбувається без зміни рельєфу) руйнування масиву;
- впливи, що відбуваються з руйнуванням і перевідкладенням ґрунтів і призводять до зміни рельєфу;
- планування рельєфу;
- техногенна «акумуляція» (утворення позитивних форм);
- «ерозія» (утворення негативних форм) рельєфу (Трофимов В. Т., Королев В. А., Герасимова А.С., 1995).

Будівлі, споруди та автотранспорт ущільнюють, укотковують, трамбують ґрунт, будівельні роботи руйнують поверхневий (ґрунтовий) шар, гірничі роботи (шахти, кар'єри, свердловини) руйнують гірські породи від поверхні до 12 км в глибину (з технологічною метою – як правило, до декількох кілометрів).

Гідромеханічне діяння. До підкласу гідромеханічних впливів відносяться механічні впливи, здійснювані за допомогою гідромеханізмів. Ці дії передаються безпосередньо на породи, рельєф і пов'язані з

геодинамічними, але не передаються безпосередньо на підземні води. У цьому підкласі виділяється всього два типи:

- гідроакумуляція рельєфу (утворення позитивних форм);
- гідроерозія (утворення негативних форм) рельєфу.

Гідромеханічне діяння застосовується при гідромеханізації в гірництві – це єдиний технологічний комплекс процесів та технічних заходів, пов'язаних із руйнуванням ґрунтів та гірських порід, транспортуванням їх, укладанням в масив або переробкою гідравлічним способом з використанням енергії води. Методами гідромеханізації розробляють незв'язні та зв'язні ґрунти (пісок, глину), торф, крейду, сіль, кам'яне і буре вугілля, а також відходи різних виробництв.

При цьому розрізняють свердловинний та шахтний гідровидобуток, гідровидобуток у кар'єрах.

Найбільше поширення гідромеханізація набуває у гідротехнічному будівництві і гірничій справі, як у наземних умовах (розмив ґрунтів, намив гребель, дамб, обвалувань, риття каналів, котлованів, очистка водоймищ тощо), так і під землею (гідровідбивання та гідрозакладка, гідротранспорт та гідропідйом). Основною схемою технології є комбінація «гідромонітор-землесос».

Гідродинамічний вплив проявляється також в результаті витоків і промислових стоків на території родовища, а також при відкачці води з підземних горизонтів.

Гідродинамічне діяння. Підклас гідродинамічних діянь об'єднує власне гідродинамічні впливи на підземні води, на їх гідродинамічний режим. Вони впливають як на речові компоненти геологічного середовища (гірські породи і підземні води), так і на геодинамічні процеси. При цьому зміни рельєфу проявляються в результаті активізації геодинамічних процесів. До цього підкласу відносяться впливи двох типів:

- що ведуть до підвищення напору підземних вод;
- що ведуть до зниження рівня підземних вод.

Гідродинамічне діяння на геологічне середовище передбачають ряд сучасних геотехнологій свердловинного видобування корисних копалин, зокрема, широко застосовуване заводнення – спосіб впливу на пласт при розробці нафтових родовищ, при якому підтримка і відновлення пластового тиску і балансу енергії здійснюються закачуванням води, та гідравлічний розрив пластів – нагнітання у породи великих кількостей води під великим тиском, що спричиняє радикальне збільшення тріщинуватості гірського массиву (Бойко В. С., Бойко Р., 2004–2006).

Термічні діяння зумовлені дією позитивних або негативних теплових полів. Це охолодження або навпаки – нагрівання гірських порід при їх руйнуванні. Також термічні діяння бувають при закачуванні розчинів (розвідувальні та бурові свердловини). Термічні діяння можуть бути направленими і спонтанними (наприклад, самозаймання вугілля, торфу).

Зокрема, заморожування ґрунтів (порід) – спосіб проведення гірничих виробок у водоносних породах, при якому на деякій відстані від контуру виробки бурять низку свердловин до водотривких порід і обладнують їх заморожуючими колонками, якими циркулює холодоносій. При цьому утворюється льодоподібна стінка, що захищає виробку на час проведення від проривів води (пливунів). Відомий спосіб заморожування ґрунтів – спосіб проходження розвідувальних шурфів в руслах річок та річкових долинах в пливунних породах на глибину 5–20 м. Вибій виробки в зимовий час проморожують за рахунок природного холоду протягом 2–3 днів, а після цього проводять виробку на глибину, дещо меншу товщини промороженого шару ґрунту. Цей спосіб з успіхом застосовано в Польщі, Великій Британії, Франції, Нідерландах.

Теплові методи діяння на геологічне середовище поширені в практиці гірництва. Сюди належить підземна виплавка сірки, підземна газифікація вугілля, горючих сланців, сірки, підземна сублімація корисних копалин.

Теплові методи підвищення нафтовилучення застосовуються в покладах високов'язкої смолистої та парафінонасиченої нафти. Серед них виділяють теплофізичні і термохімічні методи.

Застосовують в основному такі методи теплової дії:

 прогрів привибійної зони свердловин парою або різними нагрівачами (електричними, електромагнітними і вогневими) до температур 120–200°С, можливе нагнітання в пласт великих об'ємів гарячої води або пари при температурі близько 150°С; зокрема: витіснення нафти гарячою водою; пароциклічна обробка свердловин.

 застосування внутрішньопластового рухомого вогнища горіння (ВПВГ) (Бойко В. С., Бойко Р., 2004–2006).

Відоме і вогняне буріння – спосіб буріння, заснований на руйнуванні гірських порід на вибої свердловини високотемпературними газовими струменями, що вилітають з надзвуковою швидкістю з сопел пальника. До речі, термічний вплив на гірський масив для розміцнення породи при видобуванні корисних копалин відомий давно і описаний Г. Агріколою в його енциклопедії гірництва і металургії «De Re Metallica» (1556 р.).

Електромагнітне діяння. До підкласу електромагнітних техногенних впливів автори класифікації Трофимов В. Т., Королев В. А., Герасимова А.С. відносять впливи, здійснювані під дією електричних, магнітних або електромагнітних полів. Електромагнітні поля впливають безпосередньо лише на речові елементи геологічного середовища: гірські породи і підземні води і не впливають на рельєф і геодинаміку території. У підкласі виділяються впливи двох типів:

- *стихійні* (обумовлені дією слабких електричних полів, вони, як правило, тривалі або квазіпостійні і пов'язані з витоками електрики);

- цілеспрямовані (зумовлені дією електричних полів як постійного, так і змінного електричного струму високої напруги, вони, як правило, короткочасні).

Електромагнітний вплив надають лінії електропередач, наслідком може стати порушення функцій головного мозку і психіки людей, руйнування їх імунної системи (Трофимов В. Т., Королев В. А., Герасимова А.С., 1995).

Електромагнітне діяння широко застосовується при каротажі свердловин (**Каротáж** (від фр. *carottage*) — геофізичне дослідження свердловин електричними, магнітними, радіоактивними, акустичними та іншими методами з метою вивчення геологічної будови місцевості та виявлення корисних копалин).

Випробувальні роботи підтвердили можливість підвищення дебіту нафтових свердловин шляхом впливу на пласт високочастотного електромагнітного поля. Зона впливу визначається способом створення (в одній свердловині або між декількома), напруги і частоти електромагнітного поля, а також електричними властивостями пласта. Крім теплових ефектів електромагнітний вплив призводить до деемульсації нафти, зниження температури початку кристалізації парафіну і появи додаткових градієнтів тиску за рахунок силового впливу електромагнітного поля на пластову рідину.

Електричне діяння. Застосовується при каротажі свердловин. Технологія електричної обробки свердловин призначена для зниження обводненості на видобувних нафтових свердловинах, відновлення їх продуктивності, відсічення газових конусів, а також для відновлення характеристик нагнітальних свердловин. Об'єктами застосування технології є теригенні і карбонатні колектори з глибиною залягання до 2000 м і 3000 м відповідно, обробці підлягають свердловини 40-85 % обводненості пласта. Сутність технології заснована на тому, що при пропущенні через нафтовий пласт імпульсів електричного струму відбувається виділення енергії в тонких капілярах. Коли кількість виділеної енергії перевищує якесь порогове значення, спостерігаються зміни структури пустотного простору і просторових структур фільтраційних потоків. В свердловинах відбуваються руйнація кольматанта і прилеглих шарів гірської породи. Після закінчення електровпливу на пласт в результаті зміни просторової структури фільтраційних потоків в породі обводненість видобутої нафти виявляється значно зниженою на тривалий період часу.

Технологія електрогідравлічної обробки свердловин **(ЕГУ)** застосовується для підвищення нафтовилучення. При електричному розряді між двома електродами в рідкому середовищі утворюється ударна хвиля. Час дії ударної хвилі не перевищує $0{,}3 \times 10^{-6}$ сек. Поширюючись в присвердловинній зоні, вона руйнує кольматаційні утворення.

Радіаційне діяння. Підклас радіоактивних діянь об'єднує впливи, викликані радіацією. Вони впливають лише на речові елементи геологічного середовища (гірські породи і підземні води). У цьому підкласі також виділяються два типи впливів

– *радіаційне забруднення*;

– *радіаційне очищення* компонентів геологічного середовища.

Тут теж можна виділити

– *спонтанні* (наприклад, Чорнобильська катастрофа)

– *направлені* радіаційні впливи. Наприклад, Об'єкт «Кліваж» – підземний ядерний вибух у мирних цілях на території України, Донбас. Потужність ядерного заряду 0,2-0,3 Кт тротилового еквіваленту, який було здійснено на східному крилі шахти «Юнком» (м. Юнокомунарськ, Єнакієвської міськради, ВО «Орджонікідзевугілля») на глибині 903 м між вугільними пластами «Дев'ятка»(l4) та «Цегельний» (l21) 16 вересня 1979 р. Мета вибуху – зниження напруги в гірничому масиві, що врешті-решт мало підвищити безпеку відпрацювання вугільних пластів.

Наступний приклад – «Факел» – перший промисловий ядерний вибух на території України, здійснений 9 липня 1972 року за 3 км від села Хрестище Красноградського району Харківської області з метою закриття аварійного газового викиду. Енерговиділення вибуху – 3,8 кілотон. Аналоги – програма «Лемех» (або Операція Плаушер (англ. *Operation Plowshare*) використання мирних ядерних вибухів на території США. Запущена в 1957 році, згорнута в 1973 році. В рамках програми було здійснено 27 вибухів на території 3 штатів США. Програма США однозначно показала екологічну небезпеку мирних ядерних вибухів: на території США утворилося кілька зон радіоактивного зараження, зокрема, активне забруднення геологічного середовища («The Containment of Underground Nuclear Explosions», Project Director Gregory E van der Vink, U.S. Congress, Office of Technology Assessment, OTA-ISC-414, (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, October 1989). http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1989/8909/8909.PDF).

Хвильове діяння. Застосовується при каротажі свердловин (акустичний каротаж), а також як метод для підвищення нафтовилучення. Вона заснована на перетворенні електричної енергії змінного струму в енергію пружних хвиль з частотою коливань 20 кГц. Частота ультразвукової хвилі визначає її специфічні особливості: можливість розповсюдження спрямованими пучками і можливість генерації хвиль, що переносять значну механічну енергію. При взаємодії акустичного поля з фазами гірських порід досягається: збільшення їх проникності; руйнування мінеральних солевідкладів; акустична дегазація і зниження в'язкості нафти.

Об'ємний хвильовий вплив на нафтове родовище застосовується для збільшення нафтовидобутку. При цьому на поверхні родовища нафти спеціальним чином створюються монохроматичні коливання певної амплітуди, що поширюються в вигляді конуса від поверхні до нафтового пласта, охоплюючи об'єм в зоні радіусом 1,5–5 км від епіцентру впливу. Технологія призначена для інтенсифікації видобутку нафти і підвищення нафтовіддачі. Застосовується на різних стадіях експлуатації родовищ при виробленості запасів і обводнення не більше 70 %. Радіус зони впливу від одного віброджерела становить 3 км при глибині залягання продуктивних пластів 2,5–3 км.

Віброхвильовий вплив на породи продуктивного нафтового пласта – застосовується для підвищення нафтовидобутку свердловин, створюється при роботі штангового насоса. В результаті впливів в масиві формуються хвилі

пружних деформацій, які поширюються на великі відстані від свердловини і забезпечують отримання значних ефектів, як у самій свердловині, так і в свердловинах, розташованих у радіусі 2–2,5 км від неї. Інфра-низькочастотні пружні коливання формують в пласті зону розміцнення, що покращує його фільтраційні характеристики.

Фізико-хімічний вплив

У другий клас об'єднані техногенні впливи на компоненти геологічного середовища фізико-хімічної природи, тобто зумовлені різними поверхневими фізико-хімічними явищами і поглинальною здатністю порід (адсорбцією, дифузією, осмосом, капілярними явищами, розчиненням і т. д.). Ці явища впливають лише безпосередньо на речові елементи геологічного середовища. Тут виділяються такі типи впливів, як гідратний, здійснюваний за рахунок техногенної гідратації або дегідратації порід, кольматування порід, вилуговування і йоно-обмінний вплив. До цього класу належить і адсорбційне зниження міцності гірських порід (дія ефекту Ребіндера) та зміна гідрофільно-гідрофобного балансу сумарної зовнішньої поверхні подрібненого за участі ефекту Ребіндера гірського матеріалу (дія ефекту адсорбційного розкриття поверхні порового простору твердої фази або ефекту «вивертання пор»).9

9 Biletskyi V.S., APPLICATION ASPECTS OF ADSORPTION OPENING EFFECT OF SOLIDS PORE SPACE SURFACE. // Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane and Ores Mining // A Balkema Book, London, 2014, p. 121–122.

Фізико-хімічний вплив проявляється, зокрема, при прокладанні нафтопроводів, трубопроводів і асфальтових доріг, в геотехнологіях підвищення нафтовилучення, підземного розчинення корисних копалин.

Фізико-хімічні методи підвищення нафтовилучення – методи діяння на нафтові поклади, які покращують заводнення і сприяють вилученню залишкової нафти із заводнених пластів. До першої групи належать методи запомповування водних розчинів поверхнево-активних речовин (заводнення розчинами ПАР), полімерного заводнення, лужного заводнення (розчини лугів) і силікатно-лужного заводнення (розчин силікату натрію з лужними властивостями), сірчано-кислотне заводнення (нагнітання сірчаної кислоти у вигляді облямівки), а до другої – методи витіснення нафти діоксидом вуглецю (газ, рідина, водний розчин) та міцелярними розчинами і міцелярно-полімерне заводнення (облямівки міцелярного і полімерного розчинів).

Термохімічні методи підвищення нафтовилучення – один із групи теплових методів діяння на нафтові поклади, суть якого полягає в утворенні в нафтовому пласті високотемпературної зони, в якій теплота ґенерується внаслідок екзотермічних окиснювальних реакцій між частиною нафти, яка міститься в пласті, і киснем, та яка переміщується по пласту від нагнітальної до видобувних свердловин нагнітанням окиснювача (повітря або суміші повітря та води). При цьому вигорає 5–15 % запасів нафти (точніше коксоподібні залишки найважчих її фракцій). За співвідношенням витрат води і повітря розрізняють *сухе* (без нагнітання води), *вологе* (нагнітають води до 2-

3 л/м^3) і *надвологе* (те ж понад 2-3 л/м^3) горіння. Об'єктами для застосування є поклади високов'язкої нафти.

Підземне розчинення – спосіб видобутку природних мінеральних солей (кам'яної, калійної, бішофіту) через свердловини шляхом переведення їх у водний розчин в надрах. Поряд з видобутком здійснюються збагачення, очистка (для кам'яної солі) і вибіркове вилучення (для калійних солей). Особливості процесу зумовлені фізико-хімічною природою і розчинністю солей, гідравлікою і гідродинамікою циркуляційних потоків, що виникають при створенні в соляному масиві підземних камер великих розмірів. Розчинення солі включає етапи: надходження розчинника до поверхні солі, взаємодія розчинника і солі (міжфазні процеси), розділення розчиненої речовини і солі (процеси дифузії).

Хімічний вплив

Третій клас включає в себе дії хімічної природи, обумовлені хімічною взаємодією різних речовин і компонентів геологічного середовища – порід і реагентів, порід і підземних вод. Хімічні діяння поширюються лише на речові компоненти геологічного середовища та безпосередньо не впливають на рельєф і геодинамічні процеси. В цьому класі виділяються три типи техногенних впливів:

– хімічне забруднення;
– хімічне очищення;
– хімічне закріплення масивів гірських порід.

Хімічне забруднення геологічного середовища має місце, наприклад, при підземному вилуговуванні – способі розробки рудних родовищ вибірковим переведенням корисних копалин в рідку фазу в надрах з подальшою переробкою розчинів, що містять метали (найчастіше, електролізом – технологія SX-EW). Сьогодні підземне вилуговування застосовують для видобутку урану, міді, а також промислово-експериментально – титану, ванадію, марганцю, заліза, кобальту, нікелю, цинку, селену, молібдену, золота тощо.

Методи очищення ґрунтів розділяють на три групи:

1) методи видалення забруднень з ґрунту;
2) методи локалізації забруднень всередині ґрунтового масиву;
3) методи деструкції забруднень в гірському масиві.

Закріплення ґрунтів – штучне збільшення несучої здатності, міцності, водонепроникності, опору розмиву масиву гірських порід в умовах їх природного залягання. Застосовується при проходженні гірничих виробок, будівництві промислових і житлових будівель, для зміцнення укосів доріг і стінок котлованів у водонасичених ґрунтах, як протизсувні заходи, а також при боротьбі з селевими потоками в горах. Основні способи закріплення ґрунтів: цементація, глинизація, бітумізація, заморожування, хімічне закріплення ґрунтів.

Хімічне закріплення ґрунтів – штучне підвищення водогазонепроникності та міцності гірських порід шляхом нагнітання в них

розчинів синтетичних смол чи інших хімічних сполук, здатних твердіти у тріщинах та порах.

Біологічний вплив. В клас біологічних впливів об'єднують техногенні впливи мікробіологічної природи, які цілеспрямовано або мимоволі викликаються людиною. Біологічні техногенні впливи впливають тільки на речові елементи геологічного середовища: гірські породи і підземні води і не впливають безпосередньо на рельєф і геодинамічні процеси. Серед них виділяються два типи впливів – біологічне забруднення і очищення компонентів геологічного середовища.

Біологічний вплив на геологічне середовище має місце при бактеріальному вилуговуванні – вилученні хімічних елементів з руд, концентратів і гірських порід за допомогою бактерій або їх метаболітів. Бактеріальне вилуговування поєднується з вилуговуванням слабкими розчинами сірчаної кислоти бактеріального і хімічного походження, а також розчинами, що містять органічні кислоти, білки, пептиди, полісахариди.

Вилуговування бактеріальне може бути таких типів:

– *наземного* (відвали);

– *підземного* (гірські масиви).

В промислових масштабах бактеріальне вилуговування застосовується для вилучення міді із забалансових руд в США, Перу, Іспанії, Португалії, Мексиці, Австралії та інших країнах. У ряді країн (США, Канада, ПАР) бактерії використовуються для вилуговування урану (Мала гірнича енциклопедія. т. I, II, III (за редакцією В. С. Білецького). – Донецьк: Донбас, 2004).

Комбінований вплив

Комбінований вплив – одночасний вплив ряду чинників на геологічне середовище.

Реагентно-гідроімпульсна вібростуминна обробка нафтових свердловин – спосіб збільшення нафтовидобутку свердловин (Мала гірнича енциклопедія. т. I, II, III (за редакцією В. С. Білецького), 2013).

Технологія реалізується за допомогою вібростуминного декольмататора, що руйнує кольматаційні утворення закачуванням в привибійну зону кислот або інших реагентів шляхом багаторазових гідравлічних ударів і виносу на поверхню продуктів реакції. Пристрій дозволяє реалізувати кілька циклів впливу (закачування і виклику припливу) за одну спускоподіймальну операцію. При цьому в кожному новому циклі збільшується радіус обробки, і нова порція реагенту впливає на наступний шар. Процес відбувається в режимі гідроудару, що полегшує проникнення реагенту в пористе середовище, призводить до руйнування кольматанта і підвищує ефективність впливу.

Технологія призначена для комбінованої обробки свердловин в низькопроникних високоглинистих колекторах, а також колекторах середньої і навіть високої проникності, фільтраційні характеристики яких значно – на порядок і більше – знижені в процесі буріння, первинного розкриття пласта або експлуатації свердловини. У період з 2002-го по 2006 рік обробка

привибійної зони пласта цим способом проведена на 17 свердловинах. Коефіцієнти їх продуктивності зросли в 2,3-5,9 разів. Приріст дебітів нафти в середньому становили 8,4 т/добу. Додатковий видобуток нафти в 3 рази перевищує результати традиційної обробки.

12.2 Порушення складу і режиму підземних вод

Прісні підземні води і якась частина мінеральних вод є дуже важливими і цінними корисними копалинами, що знаходяться під охороною людини. Підземні води розташовані нижче земної поверхні і дна поверхневих водоймищ і водотоків, що заповнюють пори, тріщини й інші порожнечі гірських порід у рідкому, твердому або газоподібному стані. Утворюються внаслідок інфільтрації атмосферних опадів та поверхневих вод, конденсації водяної пари, магматичних процесів та метаморфізму.

Шари гірських порід, що насичені гравітаційною водою, утворюють водоносні горизонти, або пласти, котрі складають водоносні комплекси, гірські породи яких характеризуються різними ступенями вологоємності, водопроникності та водовіддачі. Перший від поверхні Землі постійно існуючий безнапірний водоносний горизонт називається ***горизонтом ґрунтових вод***. Безпосередньо над його поверхнею (дзеркалом ґрунтових вод) поширені ***капілярні води***, які можуть бути завислими, тобто не з'єднаними з дзеркалом ґрунтових вод. Весь простір від поверхні Землі до дзеркала ґрунтових вод називається ***зоною аерації***, в якій проходить просочування вод з поверхні. В зоні аерації на окремих розмежованих прошарками порід, які характеризуються меншою фільтраційною здатністю, в період живлення ґрунтових вод можуть утворюватись тимчасові, або сезонні, скупчення підземних вод, які називається ***верховодкою***. Водоносні горизонти, що залягають нижче ґрунтових вод і відділяються від них пластами водонепроникних (водотривких) або слабкопроникних порід, називаються ***горизонтами міжпластових вод***. Вони звичайно перебувають під гідростатичним тиском (артезіанські води), рідше мають вільну поверхню – безнапірні води.

Підземні води є джерелом водопостачання (іноді їх використовують для зрошування), мінеральні води – для лікування.

За *характером використання* підземні води підрозділялись на 4 види:

– питні і технічні, що застосовуються для господарсько-питного та виробничо-технічного водопостачання,

– зрошення земель та обводнення пасовищ;

– лікувальні мінеральні води, що використовуються з бальнеологічною метою і як столові напої;

– теплоенергетичні (включаючи пароводяні суміші) – для теплопостачання промислових, сільськогосподарських та громадських об'єктів, а в окремих випадках – і для вироблення електроенергії;

– промислові води – для вилучення із них цінних компонентів.

У ряді випадків підземні води одночасно є мінеральними і теплоенергетичними, промисловими і теплоенергетичними, у зв'язку з чим вони розглядаються як комплексна корисна копалина.

Забруднення підземних вод в результаті техногенного впливу на підземну гідросферу відбувається при добуванні і використанні корисних копалин, в результаті роботи шахт, кар'єрів, при видобутку нафти і газу. Найбільш складні і часто важко передбачувані забруднення виникають в процесі життя і діяльності людини, при ліквідації побутових відходів. Сільськогосподарська діяльність при неправильно організованому зрошенні і гідромеліорації може порушувати склад ґрунтових вод, обумовлюючи їх засолення. Порушення ґрунтового покриву в місцях будівництва також підсилює процеси засолення підземних вод (Рис. 12.2).

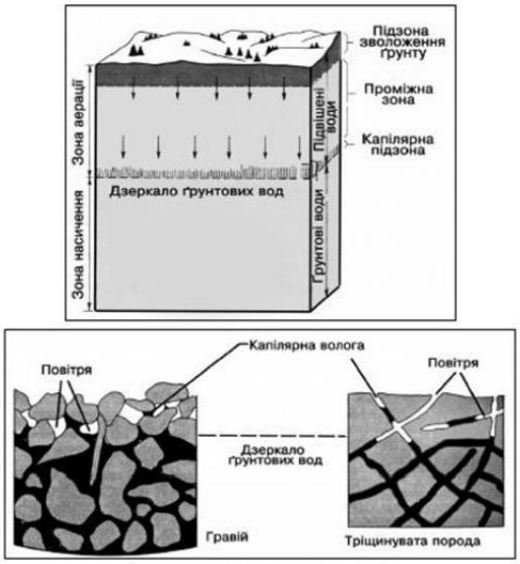


Рис. 12.2 - Розташування підземних вод

Техногенне забруднення підземних вод зводиться до зміни хімічного складу цих вод (зазвичай засолення) або появи інших небажаних елементів в результаті діяльності людини. Це може бути наслідком порушення санітарних норм в приповерхневих шарах (створення водовідстійників, поява стічних вод, зберігання сміття, технічних відходів, хвостосховищ, «білих морів» содового виробництва тощо) або режиму підземних вод внаслідок неграмотно організованого буріння, порушення зони аерації, ліквідації існуючого грунтово-рослинного шару, водоупорної покрівлі. Основними причинами забруднення підземних вод є, за підрахунками фахівців, діяльність промислових підприємств (37%), сільського господарства (16%), житлово-комунального господарства (10%), а також надходження некондиційних підземних вод при порушенні режиму експлуатаційних водозаборів (13%) .

Вплив шахтної розробки корисних копалин

Шахтний спосіб вилучення корисних копалин супроводжується надходженням в гірничі виробки шахтних вод, які необхідно постійно видаляти. Найчастіше такі води характеризуються підвищеною солоністю,

іноді збагачені сульфатами, залізом, що обумовлює активне кородування водовідливних споруд і шахтних механізмів. Під час вилучення шахтних вод на поверхню, якщо немає можливості використовувати їх для питних і господарських цілей, виникають великі труднощі з їх зберіганням і ліквідацією. Аналогічні умови виникають при розробці рудних родовищ, з тією лише різницею, що води таких родовищ називаються копальневими. В цілому, це серйозна еколого-гідрогеологічна проблема.

Вплив відкритої розробки корисних копалин

Кар'єрні води, які добуваються або виливаються при видобутку корисних копалин відкритим способом, за допомогою кар'єрів внаслідок розтину водоносних горизонтів, також вимагають вивчення. При вилученні цих вод, що потрібно для ведення процесу розробки, порушується водообмін в підземній гідросфері, зростає глибина депресійних лійок. Формування потужної техногенної зони аерації викликає порушення природного режиму вологості порід, посилюються процеси депресивного ущільнення піщано-глинистих порід з подальшим просіданням поверхні. Скидання кар'єрних вод в поверхневі водотоки особливо небезпечне на родовищах, що вміщають руди і породи, які легко розчиняються.

Вплив свердловинних технологій

Велике коло питань і різноманітних порушень виникає при розробці родовищ нафти і газу. Це пов'язано з тим, що сам процес пошуків, розвідки і розробки їх скупчень супроводжується великим обсягом буріння. Для виконання бурових робіт необхідне будівництво шламосховищ, споруд для транспортування. Пошуково-розвідувальні та експлуатаційні роботи можуть супроводжуватися підземними вибухами, що мало місце в Україні та багатьох інших країнах.

Одним з результатів інтенсивного видобутку нафти і газу може бути просідання земної поверхні, яке викликає порушення геодинамічного режиму в надрах та умов переміщення тут підземних вод. Підземні вибухи, перетоки флюїдів, поверхневі забруднення порушують і забруднюють водоносні горизонти, а також призводять до катастроф в акваторіях.

Вплив сільського господарства

Засолення грунтових вод, часто використовуваних для місцевого водопостачання, може відбуватися при неправильно організованому зрошенні (іригації), деяких агромеліоративних роботах. Історія іригації налічує кілька тисячоліть; це один з видів меліорації, яка використовується в районах теплого посушливого клімату. Це складна система заходів поливу, дощування та інших процесів. Наслідком неграмотно організованої меліорації може бути вторинне засолення земель (ґрунтів), ерозія, порушення існуючого режиму підземних вод.

При вивченні техногенного впливу на геологічне середовище необхідно виявити геолого-гідрогеологічну природу процесів, що протікають, провести прогнозну оцінку ступеня їх впливу на навколишнє середовище та розробити рекомендації щодо запобігання або мінімізації за допомогою захисних заходів

їх негативного впливу на природу, геологічне середовище. Інтенсивність техногенного впливу на підземні води багато в чому визначається ступенем їх захищеності.

Роль підземних вод у формуванні земної кори

Існування гідросфери є однією з унікальних особливостей Землі. Саме вона обумовила формування потужного осадового шару земної кори, який подекуди перевищує 20 км. Підземні води обумовлюють перетворення піщано-глинистих осадів, що спочатку накопичилися у водоймах, в щільні осадові гірські породи – пісковики, аргіліти. Цей процес називається ***діагенезом*** (від грецького – друге народження), який виявляється ущільненням осадів, зміною мінерального складу.

Підземні води можуть зумовити ***хімічне вивітрювання***, яке здійснюється в приповерхневих та в підводних умовах, а також до глибини кількох сотень метрів. Одним із прикладів такого вивітрювання є формування каолінів на гранітних породах, коли польові шпати цих магматичних порід перетворюються в каолініт. Подібне явище має місце і при гідротермальних процесах, коли перетворення здійснюється глибинними термальними водами. Всі ці процеси породжують родовища каолінів, інших мінеральних скупчень, званих гідротермальними.

Ще одна група діяльності підземних вод зводиться до ***розчинення порід***, зазвичай карбонатних і сульфатних, що призводить до утворення різного роду пустот. Такий процес отримав назву карст. Він виявлений в своєрідних геоморфологічних і гідрогеологічних умовах – формується нижче базису ерозії, зазвичай в знижених місцях. Карст характеризується великою різноманітністю поверхневих і підземних форм – порожнечі, воронки, долини, карри, що створює своєрідний карстовий ландшафт. Карстові порожнини являють певні складнощі при бурінні та будівництві. В тому числі, провал бурових труб.

Більш поширеним явищем, обумовленим роботою підземних вод, є ***формування зсувів***. Таким терміном і поняттям називають відрив і зсув вниз по схилу під дією сили тяжіння ділянок зазвичай пухких або слабо ущільнених обводнених корінних порід. Основною умовою його прояви є наявність поверхні ковзання (водоупору), а провідну роль при його формуванні відіграють підземні води. Зсунуту масу називають зсувним тілом, а при його руйнуванні – деляпсієм. В районах розвитку зсувів утворюється своєрідний рельєф – горбистий в нижній частині схилу з наявністю відірваних блоків і площин зриву у верхній.

Зсуви являють собою своєрідний і поширений процес, який потрібно відрізняти від обвалів і осипів (гравітаційне переміщення без участі води), а також опливин, пливунів. Знання про зсуви обов'язково повинні враховуватися при будівництві свердловин, нафто- і газопроводів, інших експлуатаційних споруд.

Порівняно невеликі площі займають ***грязьові вулкани***. Це ще один приклад прояву діяльності підземних вод, виражений надходженням на

поверхню рідкої глини, газу, іноді викидами уламків, плівки нафти. Грязьові викиди утворюють невеликий конус; зовні цей процес нагадує вулканічне виверження, звідки і пішла назва структури, що має висоту декілька метрів.

У грязьових водах таких вулканів містяться йод, бром, бор. Вони іноді використовуються в лікувальних цілях. Найбільш відомі подібні грязьові вулкани в смузі від Керченського півострова (Булганакське сопкове поле), в Передкавказзі і на західних околицях Туркменістану. Такі явища цікаві тим, що вони формуються в місцях, перспективних на нафту і газ; це важливий показник геологічних умов регіону.

12.3 Вплив промислових робіт у нафтогазовій справі на екологію середовища

Пошуки, розвідка і розробка нафтогазових скупчень по-різному впливають на навколишнє середовище.

Пошуковий етап має на меті відкриття родовища нафти і газу або нових покладів в невивченій або маловивченій частині розрізу вже відомого родовища. Він включає дві стадії:

1) виявлення і підготовка об'єктів до пошукового буріння, кінцевою метою яких є визначення місця розташування пошукових свердловин;

2) стадія пошуків, метою якої є відкриття родовищ і покладів, що здійснюється шляхом буріння пошукових свердловин.

Розвідувальний етап націлений на простежування вже відкритих покладів по площі, їх оконтурювання з метою визначення розмірів родовища, кількістю і якістю нафти і газу, вивчення складу і властивостей порід колекторів. Основне завдання розвідувального етапу полягає в отриманні даних для підрахунку запасів вуглеводнів і проектування розробки. Кінцевою метою розвідувальних робіт є підготовка об'єкта (родовища, поклади) до розробки, підрахунку і диференціації його запасів.

Пошукові і розвідувальні роботи в цілому не призводять до істотних екологічних порушень. ***Основні порушення навколишнього і геологічного середовища пов'язані з проведенням бурових робіт.***

Буріння є обов'язковим елементом пошуково-розвідувальних робіт і розробки родовищ вуглеводнів, а також неодмінним фактором впливу на навколишнє середовище.

Процес пошукового, розвідувального та експлуатаційного буріння, будівництво свердловини передбачає зняття якоїсь частини ґрунту, створення на поверхні ємності для води (амбар-відстійник). Процес буріння передбачає використанням води, що входить до складу промивної рідини, яка запомповується в свердловину для охолодження породоруйнівного інструменту, винесення на поверхню продуктів руйнування порід, а також створення гідростатичного тиску, який урівноважує пластовий тиск і усуває нафтогазопрояви.

Надзвичайно важливо при проходці свердловини забезпечити ізоляцію один від одного розкритих горизонтів, насичених різними флюїдами (вода питна, вода мінералізована, вуглекислий газ, сірководень, азот тощо).

Добре відомі також численні випадки викидів нафти і газу, супроводжувані вибухами і пожежами, які бувають при розкритті продуктивних горизонтів з високими пластовими тисками. Іноді таке явище може мати катастрофічні наслідки (наприклад, вибух на Качанівському родовищі, Україна).

Таким чином, при бурінні свердловин необхідно проводити комплекс заходів щодо запобігання викидам флюїдів, відкритого фонтанування, обвалів стінок свердловини, поглинання промивної рідини та інших ускладнень.

Основні забруднювачі повітряного басейну в газовій промисловості – вуглеводні, тверді частинки, оксиди сірки, вуглецю, азоту, сірководню, газовий конденсат. Джерелами газовиділення на об'єктах газової промисловості є свердловини, газопроводи, апарати, факели, запобіжні клапани, ємності, димові труби, постійно діючі свічки, а також викиди в аварійних ситуаціях.

Витоки природного газу розділяють на три групи:

1) фонові постійні;

2) епізодичні технічні;

3) технологічно неминучі постійні.

При видобутку, транспортуванні нафти і нафтопродуктів атмосфера забруднюється вуглеводнями в результаті аварійних викидів і випарів. Потрібно враховувати також втрати від випаровування при зберіганні, заповненні, спорожненні резервуарів і транспортних ємностей. Причини втрат від випаровування – високі тиски насичення пари нафти і нафтопродуктів та перехід легких фракцій в газову фазу. Випаровування збільшується при підвищенні температури поверхні нафтопродуктів або зниженні тиску в газовому просторі. У резервуарних парках викиди в атмосферу від випарів досягають 75% всіх втрат.

Локальне забруднення атмосфери можливе також при залізничних і водних перевезеннях нафти і нафтопродуктів. Значна частка шкідливих викидів надходить в атмосферу з продуктами згоряння при використанні у вигляді палива природного газу і мазуту.

Значними джерелами забруднення атмосфери є нафтопереробні заводи і установки. Практично в кожній країні вони викидають в атмосферу неприйнятну за екологічними стандартами кількість забруднюючих речовин. Найбільший обсяг шкідливих речовин утворюється в ході процесів каталітичного крекінгу. До складу викидів входить близько ста найменувань речовин, серед яких потрібно відзначити важкі метали (свинець), оксид сірки (SO_2), оксид азоту (NO_2), вуглекислоту, чадний газ, діоксини, хлор, бензол, плавикову кислоту (HF).

Більшість газів, що викидаються нафтопереробними заводами в атмосферу, є шкідливими для будь-якого живого організму. Так у людей і

тварин вони можуть викликати патології дихальної системи (астма, бронхіт, асфіксія). Газоподібні викиди містять велику кількість дрібних твердих частинок, які, осідаючи на слизових оболонках дихальних шляхів, також перешкоджають нормальним процесам респірації.

Викид в атмосферу оксидів азоту, сірки, сполук алканового ряду сприяє формуванню парникового ефекту, що в свою чергу призводить до зміни кліматичних умов на Землі. Потрапляючи в атмосферу, такі гази як SO_2, NO_2 і CO_2, при взаємодії з водою утворюють кислоти, які згодом випадають на земну поверхню у вигляді опадів (кислотних дощів), згубно впливаючи на живі організми. Компоненти викидів вступають в реакції з озоном атмосфери, що призводить до його руйнування і формування озонових дір. Внаслідок цього всі живі організми планети піддаються впливу жорсткого короткохвильового ультрафіолетового випромінювання, що є найсильнішим мутантом.

Транспортування нафти і нафтопродуктів на далекі відстані здійснюється залізничним, водним, трубопровідним і автомобільним транспортом. У ряді випадків нафтопродукти доставляються літаками і вертольотами. Водним транспортом (морським і річковим) сира нафта та нафтопродукти перевозяться в наливних судах самохідного (танкери) і несамохідного типу (ліхтери, баржі). Автомобілями доставляються нафтопродукти з великих нафтобаз на невеликі та до споживачів у автоцистернах, а також у дрібній тарі. Нафта і нафтопродукти перевозять по залізницях, як правило, в вагонах-цистернах. Тільки невелика частина цієї продукції транспортується у дрібній тарі. Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів забезпечує транспортування великих її кількостей.

Джерелами витікання нафти в акваторії є танкери, що зазнали катастрофи; залізничні аварії, в результаті яких відбуваються пожежі, загоряння цистерн. Більш рідкісними є аварії на трубопроводах.

При витоку або пошкодженні нафтопроводів відбувається забруднення грунтів. Забруднення великих площ можливо при фонтануванні нафти з експлуатаційних свердловин або свердловин, що знаходяться в стані буріння. Таке забруднення грунтів може викликати серйозні екологічні наслідки. Встановлено, що при розливах нафта, що потрапила в ґрунт, опускається вертикально вниз під впливом сили тяжіння; одночасно відбувається її поширення вшир, проникнення в пори між частинками грунту.

Забруднення нафтою призводить до значних змін фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Зокрема, внаслідок руйнування ґрунтових структур і ґрунтових частинок знижується водопроникність грунтів. У таких забруднених грунтах різко зростає співвідношення між вуглецем і азотом за рахунок вуглецю нафти. Це погіршує азотний режим ґрунтів, порушує кореневе живлення рослин. Несприятливий вплив забруднення грунтів нафтою через харчові ланцюги може негативно впливати і на людину.

Основна частка в забрудненні акваторій припадає на процеси, пов'язані зі зберіганням і транспортом нафти і нафтопродуктів, головним чином при транспортуванні їх танкерами, нафтоналивними баржами і іншими судами.

Перш баластні води танкерів скидалися в море, що призводило до значного забруднення акваторій портів, в яких проводилася їх завантаження або розвантаження. В даний час скидання баластних вод в море заборонено. З 1980 р вступила в силу Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню моря нафтою, яка передбачає повну заборону зливу таких вод і нафтових залишків з танкерів по всій акваторії Світового океану.

Прикладами найбільших екологічних катастроф, що виникли в процесі транспортування нафти, можуть бути наступні випадки. У листопаді 1971 в порту Клайпеда стався розлив понад 16 тис. т мазуту з танкера «Глобе Асімі», що негативно позначилося на екосистемі Балтійського моря.

У 1978 р неподалік від французького порту Бордо затонув супертанкер «Амоко Надіс», пролилося 230 тис. сирої нафти, утворивши на поверхні води найбільшу нафтову пляму в історії судноплавства.

У 1983 р недалеко від Атлантичного узбережжя загорівся і затонув танкер «Кастілло де Бельвер», в океані виявилося 250 тис. т нафти. Подібних прикладів з дещо меншими втратами вуглеводнів може бути названо багато. Тільки в 2007-2012 рр. на газопроводах у світі відбулося більше десятка проривів, що супроводжувалися вибухами. Все це показує великі масштаби і різні форми забруднення навколишнього середовища в процесі транспортування нафти і газу.

У нафтогазовій галузі немає прикладів більш потужного впливу на надра, як при видобутку сланцевого газу. Досить зазначити, що для видобутку 1 т цього газу потрібно закачати в пласт не менше 100 кг піску та 2 т води. Технологія видобутку газу полягає в бурінні свердловин з горизонтальною ділянкою стовбура довжиною до 1 200 м і багатоступінчатим ГРП (газорегуляторний пункт – комплекс, призначений для редукування вхідного тиску газу до встановленого значення і стабілізації його на виході). У міру виснаження припливу ГРП неодноразово повторюється. Для перших операцій ГРП було потрібно приблизно 1000 т води і 100 т піску. В даний час в горизонтальних свердловинах вартістю $ 2,6-3 млн для однієї операції ГРП необхідно близько 4 000 т води і 200 т піску. В середньому, протягом року на кожній свердловині проводиться три ГРП (А.Коржубаев, А. Хуршудов 2011).

Застосування технології ГРП, за багатьма дослідженнями і оцінками експертів, несе екологічні ризики. Так дослідження Європейського Парламенту «Вплив видобування сланцевого газу та сланцевої нафти на довкілля та здоров'я людей» показало, що 58 з 260 застосовуваних в процесі ГРП речовин мають одну або кілька небезпечних властивостей [European Parliament's Committee on Environment, 2011]. У тому числі, 6 з них відносяться до списку речовин найвищої небезпеки, згідно з класифікацією Європейської Комісії, 38 класифікуються як небезпечні токсини, 8 речовин класифікуються як відомі канцерогени, 7 класифікуються як мутагенні, 5 – як такі, що впливають на репродуктивні процеси.

12.4 Охоро́на надр

Охоро́на надр – це комплекс заходів, здійснюваних з метою найповнішого (комплексного) видалення корисних копалин з надр і максимально можливого, економічно доцільного зменшення втрат при їх розробці. Охорона надр включає в себе вирішення таких питань:

1) максимально можливе вилучення та використання витягнутих компонентів при розробці родовищ корисних копалин;

2) забезпечення охорони підземних вод в процесі гірничих робіт, різноманітного будівництва, інших форм техногенного впливу на надра;

3) спостереження і комплекс заходів по збереженню статистичної та геодинамічної стійкості надр в умовах підземної розробки корисних копалин, будівництва інженерних споруд, попередження їх шкідливих наслідків – просадки, утворення провалів, порушення геодинамічного режиму тощо;

4) спостереження за природними процесами, в результаті яких руйнуються верхні зони земної кори, розробка заходів щодо зниження їх шкідливого впливу.

Основні вимоги українського законодавства в галузі охорони надр

 забезпечення повного і комплексного геологічного вивчення надр; дотримання встановленого законодавством порядку надання надр у користуванняі недопущення самовільного користування надрами;

 раціональне вилучення і використання запасів корисних копалин і наявних у них компонентів;

 недопущення шкідливого впливу робіт, пов'язаних з користуванням надрами, на збереження запасів корисних копалин (к.к.), гірничих виробок і свердловин, що експлуатуються чи законсервовані, а також підземних споруд;

 охорона родовищ корисних копалин від затоплення, обводнення, пожеж та інших факторів, що впливають на якість корисних копалин і промислову цінність родовищ або ускладнюють їх розробку;

 запобігання необґрунтованій та самовільній забудові площ залягання корисних копалин і додержання встановленого законодавством порядку використання цих площ для інших цілей;

 запобігання забрудненню надр при підземному зберіганні нафти, газу та інших речовин і матеріалів, захороненні шкідливих речовин і відходів виробництва, скиданні стічних вод;

 додержання інших вимог, передбачених законодавством про охорону навколишнього природного середовища.

Рідкісні геологічні відшарування, мінералогічні утворення, палеонтологічні об'єкти та інші ділянки надр, які становлять особливу наукову або культурну цінність, можуть бути оголошені у встановленому законодавством порядку об'єктами природно-заповідного фонду. У разі виявлення при користуванні надрами рідкісних геологічних відшарувань і мінералогічних утворень, метеоритів, палеонтологічних, археологічних та

інших об'єктів, що становлять інтерес для науки і культури, користувачі надр згідно з українським законодавством зобов'язані зупинити роботи на відповідній ділянці і повідомити про це зацікавлені державні органи.

Комплекс заходів з охорони надр

Охорона геологічного середовища – сукупність заходів і узаконених правил, що забезпечують раціональну розробку корисних копалин, в тому числі, підземних вод, раціональне використання геологічного простору для розроблюваних об'єктів, найбільш повне вилучення корисних копалин при дотриманні стійкості надр і поверхні, можливість природного і штучного поповнення запасів підземних вод, створення охоронної зони в областях їх живлення.

Комплекс заходів з охорони надр включає:

1) організацію літомоніторингу, системи спостережень в області інтересу діяльності людини;

2) складання проектів розробки корисних копалин з урахуванням максимально можливого вилучення сировини, що видобувається;

3) запобігання забруднення підземних вод, порушення гідродинамічного режиму в процесі будівництва і розробки корисних копалин;

4) створення інженерних споруд і проведення інших заходів по збереженню морських і річкових берегів, забезпечення стійкості зсувних зон, запобігання шкідливому впливу карсту та інших процесів, знищення грунтового покриву, підтоплення, заболочування, засолення грунтів і грунтів в місцях проживання людини;

5) використання розкривних порід, техногенних родовищ, некондиційної гірської породи в процесі видобутку корисних копалин;

6) розробка заходів по збереженню стійкості надр в процесі підземного видобутку корисних копалин шляхом закачування промстоків в експлуатовані поклади нафти і газу, закладка в шахтні ємності шкідливих відвалів.

Ще одним напрямком охорони надр слід вважати вивчення і охорону об'єктів, які отримали назву геологічних, або кам'яних пам'яток природи. З 1980-х років розпочато не тільки виділення, але і активне вивчення таких об'єктів. Так, в 1985 році видано довідник-путівник «Геологічні пам'ятки України».

13 ВПЛИВ ДНОПОГЛИБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ І ДАМПІНГУ ҐРУНТІВ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ОКРЕМИХ ДІЛЯНОК ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

13.1 Основні джерела забруднення морських вод

Днопоглиблювальні роботи пов’язані із забезпеченням навігаційних шляхів для морського транспорту, функціонування портів, та інших морських гідротехнічних споруд. Цей вид робот передбачає організацію морського дампінгу – поховання ґрунтів поглиблення у відвалах на морських звалищах. Підставою для дампінгу в морі служить здатність морського середовища до переробки великої кількості органічних і неорганічних речовин без особливого збитку якості води. Однак ця здатність не безмежна. Звідси особливу важливість набувають вироблення і наукове обґрунтування шляхів регулювання скидів відходів в море.

На підхідних каналах до морських і річкових портів, а також в районі їх причалів, розташованих на українській частині шельфу Чорного та Азовського морів вилучаються значні об’єми ґрунтів щорічно. Ці роботи забезпечують навігаційні глибини для крупнотонажних морських та річкових суден. Оскільки поглиблення дна є необхідністю функціонування портів, зменшення об’ємів днопоглиблювальних робіт неможливо. Також існує необхідність складування ґрунтів у підводні відвали морських або річкових звалищ, що негативно впливає на стан водного середовища і біологічні ресурси.

Джерелами антропогенного забруднення морів є: стік річок, господарсько-побутові і промислові скиди, змив добрив і пестицидів з сільськогосподарських угідь, судноплавство, діяльність портів, берегове будівництво, днопоглиблення і дампінг ґрунту, видобування на шельфі нафти і газу, продукти абразійного руйнування берегів, а також вторинне забруднення через надходження забруднювальних речовин (ЗР) з донних відкладів. До головних постійних джерел забруднення відносяться річковий стік та скиди стічних вод суб’єктами господарювання, що розташовані в прибережній смузі моря.

Найбільшими серед річок, що впадають в Північно-Західну частину Чорного моря, є Дунай, Дністер, Дніпро та Південний Буг. Стік цих річок формує понад 80 % забруднення морського середовища. Кількість надходження гідрохімічних елементів та ЗР у Чорне море зі стоком даних річок наведено в табл. 13.1.

Річка Дунай – головна річка Чорного моря, яка привносить близько 40 % прісної води і протікає територією країн з розвиненою промисловістю, сільським господарством, інфраструктурою, що і обумовлює високі концентрації ЗР у водах ріки.

Таблиця 13.1 – Середньорічне надходження гідрохімічних елементів та ЗР у Чорне море зі стоком головних річок (10^3 т/рік)

Показники	Дунай	Дніпро	Дністер	П. Буг	Сума
Загальна мінералізація	71300	8900	2900	1400	84500
Завислі речовини	42500	10000	890	645	54000
Азот нітритний	4,30	0,30	0,42	0,01	5,03
Азот нітратний	130	8,00	20,0	2,00	160
Азот амонійний	53,0	3,00	3,20	0,25	59,4
Фосфор загальний	36,0	4,00	1,00	0,40	41,4
Нафтопродукти	53,0	0,74	0,65	0,08	54,5
СПАР	7,70	0,25	0,11	0,00	1,13
Мідь	1,20	0,25	0,04	0,05	1,55
Цинк	3,30	3,60	0,05	0,19	7,14
Марганець	6,80	0,69	-	0,11	7,60
Хром	0,26	1,49	-	0,01	1,76

Другою за потужністю річкою Північно-Західної частини Чорного моря є Дніпро. За внеском у Чорне море різних форм азоту Дністер випереджає Дніпро, що свідчить про значний обсяг використання азотних добрив у водозбірному басейні Дністра, який проходить вздовж сільськогосподарських районів України та Молдови.

Доля надходження з річковим стоком Дніпра таких ЗР, як синтетичні поверхнево-активні речовини (*СПАР*) і важкі метали, більша ніж у окремо взятих Дністра та Південного Бугу. Така картина зумовлена розвитком промислових підприємств металургійного профілю, розташованих у басейні Дніпра. Рівень надходження нафтопродуктів у море із Дніпра і Дністра приблизно однаковий. В деякій мірі це пов’язано із впливом нафтодобувних та нафтопереробних заводів на води верхньої течії Дністра у західних областях України.

Внесок Південного Бугу у загальній кількості хімічних сполук, які надходять у Чорне море, у порівнянні з Дунаєм, Дніпром та Дністром, мінімальний, але за деякими показниками він більший, ніж у Дністра (наприклад, такі важкі метали як цинк та мідь).

Після річок за об’ємом та спектром надходження речовин, які є небезпечними для морських екосистем, йдуть точкові джерела забруднення (промислово-побутові викиди), стічні води яких надходять з приморських територій та формують зони локального забруднення важкими металами, *СПАР*, нафтопродуктами, органічними речовинами.

Після річок за об’ємом та спектром надходження речовин, які є небезпечними для морських екосистем, йдуть точкові джерела забруднення

(промислово-побутові викиди), стічні води яких надходять з приморських територій та формують зони локального забруднення важкими металами, *СПАР*, нафтопродуктами, органічними речовинами.

На рис. 13.1 представлена карта-схема просторового розподілу впливу точкових джерел забруднення Одеського регіону.

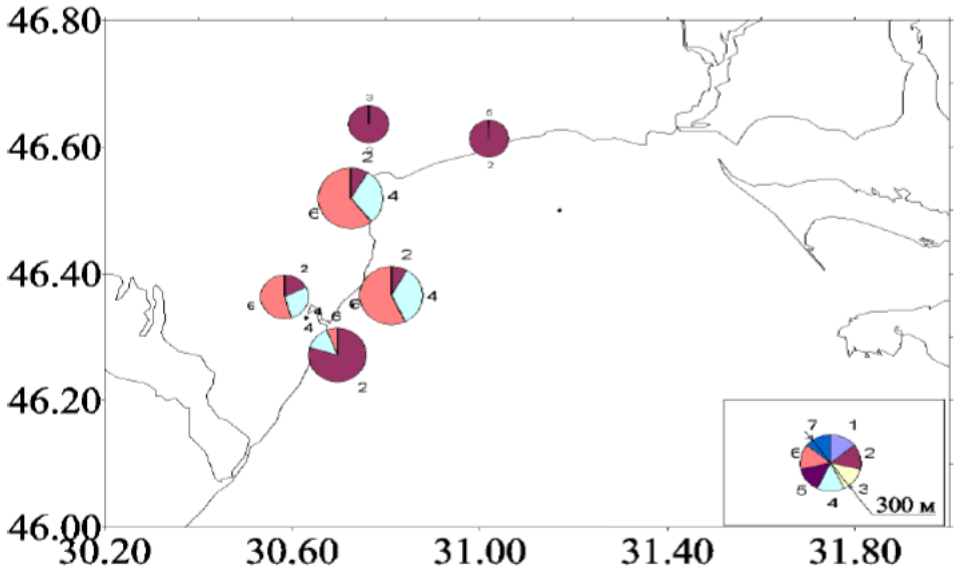


Рисунок 13.1 – Карта-схема просторового розподілу впливу точкових джерел забруднення Одеського регіону: 1 – завислі речовини, 2 – азот амонійний; 3 – нітрати, 4 – нітрити, 5 – залізо, 6 – нафтородукти, 7 – *СПАР*

Для Одеського регіону найбільший вплив виявляють СБО «Південна» та СБО «Північна». Райони скиду обох джерел характеризуються найбільшими значеннями концентрацій нафтопродуктів, нітритів і амонійного азоту. Дещо менший вплив мають скиди зворотних вод з Одеської ТЕЦ (м. Одеса), з ІСРЗ (м. Чорноморськ), з о/с Припортового заводу (порт «Південний»), що характеризуються високим вмістом азоту амонійного.

У табл. 1.2 представлено сумарний річний вплив основних джерел забруднення.

Таблиця 13.2 – Річний внесок хімічних речовин з різних джерел забруднення у Північно-Західну частину Чорного моря

Джерела забруднення	*БСК*$_5$, %	Загальний фосфор, %	Загальний азот, %	Нафто-продукти, %
Промисловий стік	5	0	10	50
Комунально-побутовий стік	2	3	2	6
Річковий стік	93	97	88	44

Звертає на себе увагу той факт, що внесок річкового стоку у надходження до морського середовища загальних форм азоту та фосфору, органічних сполук ($БСК_5$) значно перевищує внесок промислового та комунально-побутового стоку і складає по цим показникам від 88 до 100 %. Однак за рівнем надходження нафтопродуктів він не перевищує 50 %.

13.2 Акваторії проведення днопоглиблювальних робіт

На підхідних каналах до морських і річкових портів, а також в районі їх причалів, розташованих на українській частині шельфу Чорного та Азовського морів, вилучаються сотні тисяч кубічних метрів ґрунтів щорічно. Ці роботи забезпечують навігаційні глибини для крупнотонажних морських та річкових суден. Оскільки поглиблення дна є необхідністю функціонування портів, зменшення об'ємів днопоглиблювальних робіт неможливо. Також існує необхідність складування ґрунтів у підводні відвали морських або річкових звалищ, що негативно впливає на життєдіяльність гідробіонтів і водне середовище в цілому.

У зв'язку з політичною і економічною незалежністю України вантажообіг багатьох портів збільшується, будуються нові термінали, проводяться роботи з днопоглиблення для прийому суден з великою водотоннажністю.

Багато лиманів є прекрасними природними бухтами, де розташовуються великі торгові порти.

За походженням, географічним положенням, морфометрією, геологічною будовою, мінералізацією вод і донних відкладень, гідрологічним режимом водні об'єкти Північно-Західного Причорномор'я виключно різноманітні. Проте дослідники намагаються їх певним чином типізувати, тобто поділити на окремі групи за певними ознаками або їх набором. Так, в основу типізації лиманів Причорномор'я, запропонованої геологами АН України, покладено фактор зв'язку з морем. На цій підставі всі лимани Причорномор'я поділяються на відкриті, закриті, а також закриті лимани-озера. З урахуванням переважаючого виду живлення дана типізація деталізується.

До категорії *відкритих* входять такі лимани:

а) з великим надходженням річкового стоку (Дніпровсько-Бузький та Дністровський);

б) з незначним надходженням річкового стоку (Березанський, Сухий);

в) штучно відкриті (Малий Аджалицький);

г) ті, які є ділянками моря.

До *закритих* відносяться лимани:

а) позбавлені річкового стоку (Шагани, Алібей, Бурнас тощо);

б) з істотним (сезонним) надходженням річкового стоку (лимани в гирлах малих річок);

в) з істотним надходженням річкового стоку, але не мають підживлення збоку моря (Куяльницький, Хаджибейський, Тилігульський);

г) ті, які існують виключно за рахунок атмосферних опадів.

До закритих лиманів-озер відносяться водойми, що утворилися при більш високому рівні моря і давно втратили зв'язок з ним (Кагул, Ялпуг, Катлабух тощо, Придунайські водойми, а також Кучурганський лиман в долині р. Дністер).

Інший принцип типізації водних об'єктів Північно-Західного Причорномор'я наведено у книзі «Природа Української РСР. Моря і внутрішні води». Усе узбережжя досліджуваної території розділене гирловими областями великих річок – Дунаю, Дністра і Дніпра з Південним Бугом, тому автори зазначеної роботи так підрозділяють гирлові області з їх дельтами, естуаріями причорноморських лиманів в межиріччях цих річок:

а) гирлова область Дунаю;

б) придунайські озера;

в) лимани-лагуни Дунай-Дністровського межиріччя;

г) гирлова область Дністра;

д) лимани Дністровсько-Дніпровського межиріччя;

е) гирлова область Дніпра і Південного Бугу.

Вивченість лиманів, гирлових областей річок, водосховищ та інших водних об'єктів Північно-західного Причорномор'я на сучасному етапі дає можливість виділити екологічно найбільш значущі (ключові) елементи гідрологічного режиму кожного з них. На основі цих даних водні об'єкти даного регіону можна поділити на декілька груп.

До *першої групи* відносяться закриті лимани. Оскільки зовнішній водообмін цих водойм порівняно невеликий, як вирішальний ключовий елемент їх гідрологічного режиму, що визначає умови формування якості води і біопродуктивності, виступають внутріводоймені гідродинамічні і фізичні процеси (течії, перемішування, взмучування донних відкладень тощо). Група включає Хаджибейський, Тилігульський і Куяльницький лимани, а також Сасикське водосховище.

Другу групу складають всі відкриті лимани незалежно від обсягу припливу в них річкових вод. Загальним ключовим елементом гідрологічного режиму цих водойм є активний водообмін з морем. Саме цей процес багато в чому визначає великий діапазон коливань і мінливість у часі і просторі солоності і іонного складу вод, що, в свою чергу, робить вирішальний вплив на біоту. Остання тому характеризується невисоким видовим різноманіттям. Характерними представниками водойм є Дніпровсько-Бузький, Дністровський, Сухий і Березанський лимани.

До *третьої групи* об'єктів Північно-Західного Причорномор'я можна зарахувати пониззя і дельти великих річок з їх заплавами, заплавними і пов'язаними з ними водоймами. Загальним і вирішальним елементом функціонування їх складних екосистем є режим стоку річок.

Кожна з водойом Північно-Західного Причорномор'я в більшій чи меншій мірі відчуває антропогенний вплив. Майже всі вони характеризуються трансформованим гідрологічним режимом. Змінюється їх водний баланс, гідрофізичні характеристики водних мас, седиментаційний режим і інші елементи гідрології. Ці зміни відбилися на багатьох аспектах гідрохімічного і гідробіологічного режимів.

13.3 Особливості екосистем Північно-Західного Причорномор'я

Протягом багатьох десятиліть саме велике мілководдя (шельф) Чорного моря було ареною великих і різнопланових досліджень. Початок вивчення зоопланктону Одеської затоки було покладено в другій половині минулого століття і проводилося близько 30 років. Також увагу дослідників до затоки, зокрема, до її прибережної зоні, було залучено в 70-і роки в зв'язку з будівництвом протизсувних гідротехнічних споруд в районі одеських пляжів, а також тоді, коли розпочалися процеси евтрофікації північно-західної частини Чорного моря.

В результаті будівництва протизсувних гідротехнічних споруд утворилися так звані «ковші». Тут була розповсюджена велика кількість личинок многощетинкових черв'яків, усоногих раків, двостулкових молюсків, а також дорослих і молодих особин представників бентосу (нематоди, многощетінкові черв'яки гарпактіциди, амфіподи). Виявлено особливості розвитку зоопланктону в акваторіях з різним ступенем ізольованості.

В акваторіях з інтенсивним водообміном у 70 % випадків переважали *Acartia c1ausi*, *Oithona minuta*, *O.similus*, личинки *Lame11ibganhia* і *Po1ycaeta*, тоді як в акваторіях з ослабленим водообміном в цій же пропорції переважали сапробні види *Tintinnoinea*, *Synchaeta*, *P1eopis polyphemoides* і личинки *Balanus*. Виявлено пряму залежність між чисельністю зоопланктону і гетеротрофних бактерій (r = 0,65), а також між загальною чисельністю мікроорганізмів і сапробних видів зоопланктону (r = 0,82).

Вважається, що кореляційний зв'язок зоопланктону з сапрофітними бактеріями дає право використовувати цей показник для моніторингу частково ізольованих ділянок прибережних мілководних ділянок, в яких відбувається більш інтенсивний розвиток сапробних видів. Про несприятливий вплив річкового стоку на біологічні показники північно-західної частині Чорного моря говорять дослідження розподілу типових гіпонейстон рачків понтеллід, які відрізняються як оксифільні і приурочені до незабруднених морських вод.

Відзначено зниження концентрацій понтелпід на гідрофронтах річок в порівнянні з серединою 60-х років XX ст.

В останні два десятка років на розвиток зоопланктону північно-західної частині Чорного моря впливали різні антропогенні фактори – евтрофування шельфової зони моря, хронічне забруднення мілководних ділянок і, особливо, прибережної зони моря, промисловими, побутовими водами і отрутохімікатами, берегоукріплююче і протизсувне будівництво, Одеське

звалище ґрунту, функціонування великих портів в регіоні і розвинене судноплавство, інтродукція в басейн в результаті випадкового занесення нового хижого виду з Атлантики – гребневика *Mnemiopsis mceralyi*.

Евтрофування викликало інтенсивне збільшення загальної чисельності і біомаси зоопланктону. При цьому відбулися глибокі зміни в самій структурі планктонної спільноти. Домінантним в угрупуванні став один вид – ночесветка *Noctiluca miliaris*. Евтрофування і зниження запасів планктоноядних риб стало причиною спалаху чисельності медузи *Aurelia aurita*. Гребневик мнеміопсис досяг гігантських концентрацій. На початку 90-х років XX ст. середня чисельність гребневика в північно-західній частині моря складала 103 екз./м^3, а біомаса – 33,36 г/м^3.

При цьому найбільш високі показники чисельності і біомаси відзначалися в Одеській затоці та прилеглих до неї ділянках моря – 266 екз./м^3 і 92,0 г/м^3. В Одеській затоці середня чисельність медузи *Aurelia aurita* становила 0,04 екз./м^3, а біомаса – 0,42 г/м^3. Гребневик споживає найрізноманітніші організми зоопланктону, помітно змінює видові і функціональні характеристики планктонного зооценозу, вже перетвореного під впливом евтрофування і преса медузи.

Ядро зоопланктону затоки – ночесветка, коловратки, а також *Sinchaeta baltica*, ветвістоусий рачок *P1eopis po1yphemoides* і личинки вусоногого рачку, двостулкових молюсків (з переважанням мідії і поліхети).

Якщо врахувати, що в 50 – 60-ті рр. і на початку 70-х рр. XX ст. середня багаторічна біомаса зоопланктону північно-західної частині Чорного моря складала близько 0,4 г/м^3, а в 1975 – 1989 рр. більше 3 г/м^3, то очевидним є факт її збільшення в останні роки більш ніж в 10 разів.

Евтрофування північно-західної частині шельфу Чорного моря призвело до майже щорічних явищ замору біля дна. Разом з тим, евтрофування провокує масовий розвиток фітопланктону, викликаючи «цвітіння» води. При цьому діатомові водорості поступилися місцем перідінієвим у відкритих акваторіях, а в пригирлових ділянках – синьо-зеленим.

Середня біомаса фітопланктону Північно-Західного Причорномор'я в 1954 – 1960 рр. змінилася від 0,3 до 2,2 г/м^3, а зареєстрована епізодично максимальна її величина – від 3,2 до 52,0 г/м^3. Середня величина біомаси фітопланктону в 1975 р. склала 3,9 г/м^3 (при чисельності 1350 млн. кл./м^3) і перевищила середні багаторічні її величини.

13.4 Сучасний стан проблеми днопоглиблювальних робіт і дампінгу

У країнах колишнього СРСР практично у всіх морях і в багатьох річках і внутрішніх водоймах проводяться днопоглиблювальні роботи і дампінг видобутих ґрунтів в обсязі близько 40 млн.т. на рік. На Чорному і Азовському морях замулюваність підхідних каналів та акваторій портів вимірюється сотнями тисяч кубічних метрів на рік. Наприклад, Одеський морський порт – 80, Іллічівський – 90, Южний – 200 тис. м^3/рік.

Для дампінгу відведено понад 107 звалищ, в тому числі в Чорному морі – 27, в Азовському – 14. В українській частині Чорного моря діє 11 морських звалищ, а також 2 річкові звалища. Тільки в Одеському регіоні функціонують 5 звалищ (3 – морські, 2 – річкові). Окремі відомості щодо обсягів днопоглиблювальних робіт у прибережних районах України станом на 2000 р., які наведено Національній доповіді «Стан довкілля Чорного моря» показані у табл. 13.3.

Таблиця 13.3 – Відходи ґрунтів від днопоглиблювальних робіт у прибережних морських зонах України (в середньому за рік)

Морський канал і порт	Довжина каналу, км	Ширина каналу, м	Обсяг ґрунтів, що переміщуються, млн. $м^3$/рік
Керч-Єнакале	32	100	1,5
Керч-Миколаїв	5	80	0,3
Миколаїв	82	75	3,1
Херсон	40	75	1,6
Прорва	2	80	1,5
Білгород	14	80	0,8
Південний	4	100	0,9
Всього	179		9,7

Дампінг і днопоглиблювальні роботи поряд з такими джерелами забруднення як скид стічних вод і випадання забруднюючих речовин (ЗР) з атмосфери є одним з основних видів антропогенного впливу на морське середовище шельфової зони. Сотні мільйонів кубометрів ґрунту, в т.ч. і значно забрудненого, щорічно витягуються при днопоглибленні і скидаються в підводні відвали.

За приблизною оцінкою кількість ЗР, що скидається в море при дампінгу ґрунтів днопоглиблювання, становить приблизно 10 % усіх забруднень у Світовому океані. Близько 80 % обсягу дампінгу припадає на ґрунти днопоглиблення [2 – 6].

Істотне зниження обсягів днопоглиблювальних робіт або їх призупинення неможливі, бо поглиблення дна є життєво важливою потребою функціонування портів. Призупинення їх в окремих регіонах хоча б на рік може привести до втрати навігаційних глибин на акваторіях і підхідних каналах в результаті відкладення наносів. Втрата ж навігаційних глибин для великого порту – це значні економічні збитки аж до припинення їх функціонування.

Підставою для дампінгу ґрунтів днопоглиблення в море є здатність морського середовища до переробки великої кількості органічних і неорганічних речовин без особливого збитку, нанесеного водному середовищу і рибогосподарському потенціалу.

У табл. 13.4 наведено відомості щодо позитивних і негативних наслідків проведення днопоглиблювальних робіт.

Таблиця 13.4 – Позитивні і негативні види впливу днопоглиблювальних робіт

Негативні аспекти	Позитивні аспекти
• видалений забруднений ґрунт може погіршити стан природного середовища в місцях відвалу; • флора і фауна можуть бути ушкоджені або знищені на території днопоглиблення та відвалу ґрунту; • злив проясненої водогрунтової суміші з трюму землесосу при його роботі з переливом може створити підвищену мутність води; • потік освітленої води, що скидається при намиві ґрунту гідромеханізованим способом, може погіршити стан водойми; • можливість надходження ЗР у природне середовище; • -поглиблення дна може створити застійні ділянки водної акваторії.	• можливість зменшення забруднення району днопоглиблювальних робіт за рахунок видалення забруднених донних відкладень; • можливість зариблення відвалів; • можливість видобутку й подачі добрив для сільськогосподарських угідь (прісних незабруднених мулів з високим вмістом органічних речовин); • призупинення евтрофікації вод; • одержання будівельних матеріалів; • створення нових пляжів або проведення підживлення існуючих.

Термін «дампінг» використовується стосовно процесу скидання в море відходів або інших матеріалів з суден, літальних апаратів, платформ чи інших штучно споруджених у морі конструкцій з метою їх поховання. Багато країн, що мають вихід до моря, роблять морське поховання різних матеріалів і речовин, зокрема ґрунту, який був вийнятий при днопоглиблювальних роботах. Багато йдеться про поховання бурового шлаку, відходів промисловості, будівельного сміття, твердих відходів, вибухових і хімічних речовин, радіоактивних відходів, але це не є екологічним і викликає велику кількість протиріч.

Поховання відходів в океанах і морях обов’язково проводяться з урахуванням екологічних вимог та за екологічними нормами. Так, наприклад, побутове сміття в середньому містить (на масу сухої речовини) 32 – 40 % органічних речовин; 0,56 % азоту; 0,44 % фосфору; 0,155 % цинку; 0,085 % свинцю; 0,001 % ртуті; 0,001 % кадмію. Під час скидання й проходження матеріалу крізь стовп води частина ЗР переходить у розчин, змінюючи якість води, інша сорбується частинками суспензії і переходить у донні відкладення. Одночасно підвищується мутність води.

Наявність органічних речовин призводить до швидкої витрати кисню у воді, а іноді до його повного зникнення, розчинення суспензій, накопичення металів у розчиненій формі, появи сірководню. Для поховання побутового сміття слід використовувати спеціально відведені полігони на суші, а

поховання сміття будівництва проводити в кар'єрах та штучно створених пустотах. З економічної точки зору відходи промисловості, будівельне сміття, тверді відходи, вибухові і хімічні речовини, радіоактивні відходи не мають обґрунтованості та доцільності для дампінгу.

Дампінг ґрунтів в морських акваторіях є одним з факторів ризику для стану морських екосистем. Основні обсяги ґрунтів і мулових відкладень для дампінгу утворюються при днопоглиблювальних роботах в суднових каналах і портових гаванях. Такі роботи ведуться практично у всіх портах Чорного і Азовського морів і в судноплавних каналах, що з'єднують морські та річкові басейни.

Численні опубліковані дані, матеріали конференцій з проблем дампінгу, результати досліджень Азовський науково-дослідний інститут рибного господарства (АзНДІРГ), ЧорноморНДІпроект, Інституту морської біології (колишня Одеська філія Інституту біології південних морів) та інших організацій в Чорному і Азовському морях вказують на екологічну небезпеку днопоглиблювальних робіт і дампінгу ґрунтів.

Загалом на українській частині акваторії Чорного моря економічні втрати від забруднення моря, що викликані роботами з днопоглиблювання акваторії портів і морських каналів, становлять щорічно близько 1,85 млн. гривень. Днопоглиблення відноситься до виду морегосподарської діяльності, що підлягає обов'язковій, в т.ч. екологічній, регламентації. Сучасна природоохоронна законодавча база України та міжнародні угоди передбачають створення в Азово-Чорноморському басейні системи екологічної безпеки як обов'язкової умови соціального та економічного розвитку регіону.

Вперше питання регулювання дампінгу на міжнародному рівні було порушено на Женевській конференції з відкритого моря у 1958 р. Виключно визначенню дампінгу присвячені Конвенція по запобіганню забруднення морського середовища шляхом дампінгу з суден та літаків 1972 року (конвенція Осло) і Конвенція по запобіганню забруднення скидами відходів та інших матеріалів 1972 року (Лондонська конвенція по дампінгу). Ця проблема поряд з іншими видами впливу розглядається у Конвенції з охорони морського середовища Балтійського моря 1974 року (Хельсінкська конвенція), у Конвенції по запобіганню забруднення морської води з наземних джерел 1974 року (Паризька конвенція), у Конвенції з охорони Середземного моря від забруднення 1976 року (Барселонський протокол) і у Конвенції з морського права 1982 року. Суміжні питання розглядає Конвенція про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті ООН (Фінляндія, 1991 рік).

Стосовно дампінгу ґрунтів днопоглиблення найбільше значення мають Лондонська конвенція по дампінгу (ЛКД) та Хельсінкська конвенція, прийнята у 1977 р. ЛКД стала першою в історії людства угодою з охорони моря від забруднення, що поширює свою дію на весь Світовий океан (за

винятком внутрішніх морів) і регулює його забруднення не тільки нафтою або радіоактивними відходами, а й іншими небезпечними речовинами.

Кожна із сторін, що підписали ЛКД, приймає на своїй території відповідні заходи для запобігання та покарання дій, що суперечать Конвенції.

Радянський Союз приєднався до Лондонської конвенції з дампінгу в грудні 1976 р. З цього моменту проблема охорони навколишнього середовища при днопоглиблювальних роботах отримала належне освітлення. Дослідження були спрямовані як на вивчення окремих аспектів проблеми, так і на комплексну оцінку впливу днопоглиблювальних робіт на морське середовище. У складі цих робіт відповідно до положень ЛКД були сформульовані національні критерії і випущений перший нормативний документ, що регламентує дампінг, – «Керівництво по організації спостережень, проведенню робіт та видачі дозволів на скидання відходів у море з метою поховання» (1984 р.).

Незважаючи на прийняті міжнародні угоди та національні регламенти, дампінг ґрунту в усьому світі і в Україні залишається найпоширенішим, масовим способом видалення матеріалів днопоглиблення. Основними причинами цього є технічні можливості днопоглиблювального флоту і економічні міркування. Важливе значення мають також аргументи на користь дампінгу, сформульовані при розробці Керівництва по застосуванню Додатків ЛКД для дампінгу ґрунтів.

Ратифікована Україною Бухарестська конвенція про захист Чорного моря від забруднення 1992 р. (Протокол № 685-V(685-16) від 22.02.2007 р.) та інші міжнародні угоди передбачають створення в Азово-Чорноморському басейні системи екологічної безпеки як обов’язкової умови соціального та економічного розвитку країни і регіону в цілому.

Проведення масштабних днопоглиблювальних робіт пов’язане з певним втручанням в морські екосистеми і викликає пильну увагу як суб’єктів промислового освоєння акваторій, так і природоохоронних органів. Перших – в частині забезпечення безпеки мореплавання і економічної ефективності інвестиційного процесу, друга – в частині забезпечення екологічної безпеки.

Ґрунти, які скидаються при днопоглибленні, мають 3-х компонентну систему, що складається з рідкої фази, фази завислих речовин і твердої фази.

Характер і ступінь такого впливу залежить від багатьох параметрів:

- кількості і механічного складу донних відкладень;
- вмісту в них ЗР;
- ступенем токсичності ксенобіотіков;
- стійкості і здатності їх до біоакумуляції в гідробіонтах;
- технологічних особливостей проведення робіт;
- цінності біологічних ресурсів в районах техногенного впливу тощо.

Більшість дослідників дотримується думки про негативний вплив дампінгу ґрунтів на стан морського середовища і гідробіонтів (в т.ч. на рибні ресурси).

Негативний вплив дампінгу проявляється в дефіциті кисню, особливо в придонних шарах, забрудненні вод різними токсичними речовинами, включаючи нафтопродукти, отрутохімікати, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини тощо. Майже повсюдно в донних відкладеннях відзначаються нафтопродукти, нерідко в концентраціях, що перевищують *ГДК* (0,05 мг/дм^3).

У морському середовищі менш токсичні алканові вуглеводні трансформуються в більш небезпечні циклічні вуглеводні (особливо поліаренові канцерогенні вуглеводні – ПАВ), а також стійкі асфальтеново-смолисті компоненти. Слід зазначити небезпеку скидання мастил, збагачених канцерогенними поліароматичними вуглеводнями. За даними АзНДІРГ, в ґрунтах найбільш забруднених портів вміст нафтопродуктів становить від 20 г/кг до 90 г/кг сухого ґрунту, причому на частку поліаренових вуглеводнів припадає до 80 %.

Вміст ПАВ, зокрема бенз(а)пірену, в Кілен-бухті м. Севастополь в тисячі разів перевищує *ГДК* для бенз(а)пірену в ґрунтах. В період інтенсивного скидання ґрунтів накопичення нафтопродуктів відбувається як в поверхневому шарі, так і в придонних горизонтах. Просторовий розподіл їх в товщі води в процесі дампінгу характеризується напрямком від центру звалища до її периферії.

У багатьох частинах Чорного і Азовського морів виявлені пестициди, в тому числі хлорорганічні (включаючи поліхлорбіфеніли – ПХБ) і фосфорорганічні. Ці отрутохімікати, ДДТ і його метаболіти фіксуються в донних відкладеннях північно-західного шельфу Чорного моря, Одеських, Керченського, Маріупольського і інших портів. Так, в донних відкладеннях окремих портів відзначався вміст ПХБ близько 100 мг/г сухого ґрунту. З важких металів в помітних кількостях (що перевищують *ГДК*) зазвичай присутні мідь, кадмій, цинк, миш’як і хром. Вміст їх в донних відкладеннях деяких портів перевищує фонові концентрації в 15 – 200 разів. Наприклад, в донних відкладеннях портів Азовського моря вміст кадмію до 2 мг/г, а свинцю – до 10 мг/г сухого ґрунту.

Про утворення техногенних літогеохімічних аномалій наочно свідчать факти акумуляції ЗР в місцях дампінгу ґрунтів. Так, в районі глибоководного звалища в Керченській передпротоці (ізобата 50 м) в донних відкладах зафіксовано збільшення вмісту нафтопродуктів (до 363 мг/г сухого ґрунту), ПХБ (до 77 мкг/г сухого ґрунту), свинцю (до 2600 мкг/г), бенз(а)пірену (4291 нг/г сухого ґрунту).

Проте, деякі дослідники вважають, що негативний вплив дампінгу ґрунтів може бути істотно знижено при глибоководному похованні ґрунтів. Однак і в цьому випадку неминуче утворення суспензії в зоні термоклину.

Донні відкладення сорбують багато ЗР і перешкоджають переходу їх у водне середовище.

Частина ЗР зазнає процеси біодеградації. Однак багато з них (аренові вуглеводні, ПХБ, ДДТ, важкі метали тощо) переходять з донних відкладень в

бентосні організми, а потім переміщаються по трофічним ланцюгам і накопичуються в бентофагах, придонних рибах. Таким шляхом, наприклад, накопичується ртуть у м'язах риб-бентофагів. Ці факти вказують на токсичність, мутагенність, канцерогенність і інші негативні властивості ґрунтів з ділянок дампінгу.

У районах звалищ відзначається зниження біомаси планктону і кормового зоопланктону порівняно з фоновими (багаторічними) величинами. Причому негативний вплив дампінгу на кормовий для риб зоопланктон проявляється як в процесі скидання ґрунтів, так і після нього. За період здійснення дампінгу в Керченській передпротоці (1986 – 1990 рр.) видове різноманіття спільноти гідробіонтів знизилося в 1,5 – 2 рази, середня біомаса бентосу зменшилася з 300 г/м^2 до 120 г/м^2, а високопродуктивні угрупування мідій і фазеоліна змінилися малопродуктівнимі угрупуваннями (поліхети, меліна, нефтіс).

Оцінка економічного збитку є першорядною при дампінгу ґрунтів днопоглиблення, оскільки, визначивши цей показник, можна цілеспрямовано розподіляти фінансування на відшкодування економіко-екологічного збитку від забруднення водного середовища. При цьому важливою складовою є проблема визначення величини компенсаційних платежів.

Генетично компенсаційні платежі при днопоглибленні мають дві складові: збиток водному середовищу і збиток водним біоресурсам (рибному господарству), що є суттєвим фактором у сукупній економіці днопоглиблювальних робіт (Брошкова С., 2014).

13.5 Загальна характеристика порту «Південний». Розташування порту

17 квітня 2019 р. Кабінет Міністрів України перейменував Морський торговельний порт «Южний» у Морський торговельний порт «Південний».

Морський торговельний порт «Південний» – державне підприємство № 1 в Україні за обсягами перевантаження вантажів. Щорічно на підприємстві обробляється близько 13 млн. т навалювальних і генеральних вантажів (залізорудна сировина, коксівне та енергетичне вугілля, металопродукція, зернобобові вантажі та продукти їх переробки).

Порт «Південний» – один з наймолодших і глибоководних портів портів України (рис. 13.2). Його будівництво почалося у 1973 р. У лютому 1975 р. було забита перша паля під майбутній причал № 3. Він став першим побудованим причалом (так званий «Аміачний»). 27 липня 1978 р. цей причал прийняв перше судно - латвійський газовоз «Булдури». Цю дату вважають днем народження цього підприємства.

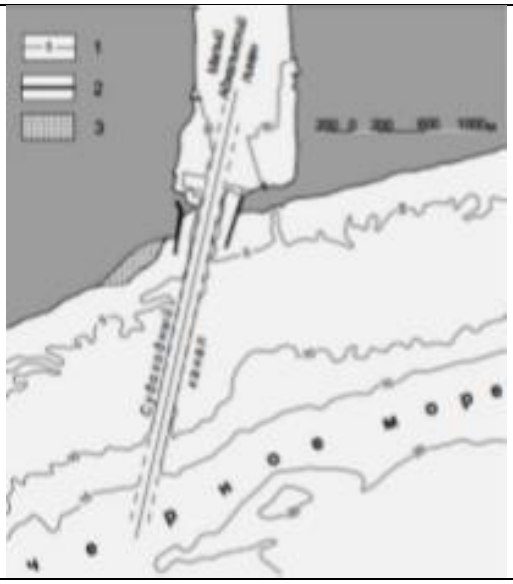


Рисунок 13.2 – Карта-схема розміщення основних штучних форм рельєфу у районі порту Південний в північній частині Чорного моря:
1 – ізобати (в м);
2 – штучні споруди;
3 – штучна ґрунтова береговозахисна тераса.

Район порту «Південний» являє собою степову вододільну рівнину, нахилену в південному напрямку в бік моря. Основними геоморфологічними елементами району є плато, акваторія лиману.

«Южний» («Південний») є портом з підвищеною небезпекою у зв'язку з переробкою тут скрапленого газу і хімічних вантажів, зокрема, аміаку. Однак завдяки особливій увазі до питань безпеки за роки існування підприємства ніякої серйозної загрози він не становив ні м. Южне, ні м. Одеса, розташованому всього в 50 км від порту.

З моря в порт «Південний» веде підхідний канал протяжністю 2 милі і глибиною 15 м. Навігація в порту триває весь рік.

Територія порту розташована на східному і західному узбережжях Аджаликського лиману. На західному узбережжі до території примикає Одеський припортовий завод (ОПЗ).

Акваторія порту включає:

- акваторію Аджаликського лиману;
- водний простір, обмежений колом радіусом 2 милі від будівлі;
- берегові радіолокаційні станції;
- райони якірних місць № 356, 357, 358.

Загальна карта-схема порту наведена на рис. 13.3.

Порт приймає судна довжиною до 278 м, шириною до 48 м з осадкою до 14,5 м. Всі судна, незалежно від їх відомчої належності та прапора, повинні відповідати вимогам міжнародної конвенції МАРПОЛ-73/78 і мати відповідні міжнародні свідоцтва про запобігання забруднення нафтою, стічними водами і сміттям. Судам, які не мають закритої фанової системи, вхід заборонений.

Захід в порт будь-якого пасажирського судна з пасажирами на борту, крім катерів портофлоту, може бути дозволений тільки за відсутності в порту газовозів, хімовозів і танкерів за погодженням з капітаном порту і державними контролюючими службами. Лоцманська проводка обов'язкова для всіх транспортних суден СНД валовою місткістю понад 500 рег. т, а також для



Рисунок 13.3 – Карта-схема морського торгового порту «Південний»

іноземних суден і для суден, що належать комерційним фірмам, незалежно від їх типу і тоннажу.

Якірні місця порту незначно захищені від вітрового хвилювання тільки з північних напрямків. Ґрунти – м’яка глина, мул, пісок, черепашка.

Територія причалів № 3, 4 і нафтотерміналів та акваторія шириною 50 м, що примикає до цих причалів, оголошені небезпечною зоною. Біля входу в порт на західному березі розташований комплекс – переробний пісок. Глибина біля причалу в результаті змиву піску періодично змінюється.

У північній частині Аджаликського лиману на західному березі є причал для відстою суден, що належать Українському науковому центру екології моря. Довжина причалу – 130 м. Допустима осадка суден – 4,8 м. Є також допоміжні причали для суден портового флоту і суден тимчасової бункеровочної ділянки.

Діючі перевантажувальні комплекси розташовані на східному і західному берегах Аджаликського лиману.

Загальна протяжність причалів – 3 км. Порт складається з двох перевантажувальних районів. До порту примикають 3 залізних станції – Берегова, Хімічна і Промислова Одеської залізниці. Станції пов’язані із зовнішньою мережею залізничних доріг через станцію Чорноморська. Мережа внутрішньопортових автодоріг підключена до автодороги Одеса – Миколаїв. Причали порту «Південний» мають залізничні під’їзні шляхи, обладнані портальними кранами до 84 т.

Вантажно-розвантажувальні роботи в порту виконуються цілодобово, включаючи вихідні та святкові дні.

13.6 Перевантажувальні райони і термінали порту

Перевантажувальний район № 1, розташований на західному узбережжі лиману, включає 3 перевантажувальних спеціалізованих комплекси.

1-й термінал призначений для переробки карбаміду навалом. На причалах встановлено 3 спеціальних високопродуктивних судонавантажувача. Вони з'єднані зі складами припортового заводу транспортерними лініями, що розміщені в закритих галереях. Інтенсивність обробки – 12 тис. т/добу.

2-й термінал призначений для переробки наливних хімвантажів – зрідженого аміаку, метанолу. Є 2 причали з технологічним обладнанням (трубопроводи, стендери). Вони оснащені сучасною автоматизованою системою контролю за навколишнім середовищем. Інтенсивність обробки становить 24 тис. т/добу.

3-й термінал спеціалізується на переробці будівельних матеріалів. Пропускна спроможність терміналу становить 200 тис. т/рік. Довжина причальної лінії – 54,5 м, глибина біля причальної стінки – 5,8 м. Присутні відкриті складські площі (5400 м^2), що оснащені 2 портовими кранами «Ганц».

Перевантажувальний район № 2 розташований на східному березі лиману. Термінал по перевалці генеральних і навалювальних вантажів має 5 причалів (№ 5, 6, 7, 8, 9) загальною довжиною 1490 м, глибинами 14 – 15 м. Пропускна здатність – 10,9 млн. т вантажів на рік. Комплекс обслуговує залізнична станція Берегова. Для перевантаження вугілля є розвантажувальний пристрій з двома вагоноперекидачами для піввагонів. Транспортування здійснюється через систему конвеєрних ліній протяжністю 1500 м. У зимовий час змерзлий вантаж попередньо розморожується в трьох спеціальних розморожуючих пристроях об'ємом по 20 вагонів кожний. Установка на причалах портальних кранів дозволяє вантажити також труби, метали, клінкер, окатиші, чавун тощо.

Площа відкритих складських площ становить 185,5 тис. м^2, критого складу – 2 тис. м^2. На східному березі лиману розташований комплекс з перевалки мінеральних вантажів, вугілля, руди і контейнерів. Максимальний дедвейт прийнятих суден – до 100 тис. т. Оператор терміналу – СП «Трансінвестсервіс» («ТІС»).

У 2002 р. введено в експлуатацію нафтоперевалочний комплекс «Южний», який є морською частиною комплексу, що включає в себе також 674-кілометровий нафтопровід Одеса – Броди. Комплекс виконаний технологічно як реверсивна система, що дозволяє приймати нафту з моря або наливати її в танкери з діючих нафтопроводів. Діє перша черга з пропускною спроможністю 9 млн. т нафти в рік.

У 2009 р. відкрито зерновий термінал компанії «Бориваж» потужністю 2 млн. т/рік. У 20 наявних ємностях одноразово може зберігатися 126 тис. т зерна.

Оператором з перевалки нафтопродуктів є ДП «Трансбункер-Південь». Норма обслуговування становить 300 $м^3$/год на судно.

Номенклатура вантажів включає:

- навалочні вантажі (вугілля, окатиш, ЗРК, різні види руд, чавун в чушках, кокс, коксовий дріб'язок, боксити, брикети залізняку, феросплави, зерно та ін.);
- генеральні вантажі (металопродукція і напівфабрикат – квадратна заготовка, холоднокатані і гарячекатані сталеві рулони, катанка, арматура, сляби, сталь, листовий в упаковці і розсипом, ін.);
- вантажі і добрива (карбамід навалом, аміак, метанол, карбамідо-аміачна суміш, азофоска, селітра аміачна, амофос, рутил, магнезія, сульфат амонію, фосфорити, поташ (карбонат калію) та ін.);
- рослинні масла (сира пальмова олія, рафінований вибілений для дезодорування пальмовий олеїн);
- нафта і нафтопродукти.

Незважаючи на великі обсяги перевалки вантажів, а також їх високу хімічну небезпеку, екологічна ситуація на території порту (Аджаликського лиману) залишається однією з кращих в світі. В акваторії гніздяться різні види птахів, в тому числі лебеді і сірі чаплі, ходять косяки риб і регулярно заходять чорноморські дельфіни – афаліни.

Порт «Південний» – самий глибоководний незамерзаючий порт Азово-Чорноморського басейну. Площа акваторії складає 4820 га. Протяжність підхідного каналу становить 3700 м, внутрішнього – 2660 м. Якірні стоянки на зовнішньому рейді дозволяють приймати до 24 великотоннажних суден. Максимальна осадка суден досягає 18,5 м.

В морському порту «Південний» розташоване 29 причалів, 16 з яких належить приватним портовим операторам, 13 – адміністрації морських портів України. Сумарна довжина причального фронту порту становить 5,5 км.

Сьогодні порт «Південний» – єдиний порт в Чорноморсько-Азовському басейні, який приймає судна вантажопідйомністю понад 200 тис. т. Порт обробляє третину від усього обсягу вантажів, що перероблюються усіма морськими портами України.

Порт цілий рік виконує широкий спектр вантажно-розвантажувальних, складських і допоміжних робіт, здійснює переробку навалювальних, генеральних і тарно-штучних вантажів.

Основні напрямки перевезень – країни Чорноморського і Середземноморського басейнів, Латинської Америки, США, Близького Сходу, Південно-Східної Азії.

Висока конкурентоспроможність порту серед інших українських портів обумовлена його географічним розташуванням, гарантією цілорічної безпечної навігації і безперебійними технологіями вантажних операцій. Наявність сучасної перевантажувальної техніки, потужного портового флоту, глибоководних причалів, розвинутої системи залізничних і автомобільних шляхів, висока інтенсивність переробки вантажів, система інформаційного

портового співтовариства і електронний документообіг поряд з високим професіоналізмом персоналу дозволяють надавати вантажу і судновласникам повний комплекс послуг найвищої якості. Всі вони підтверджені міжнародними сертифікатами (Довідник «Все о портах Украины», 2005).

13.7 Методика оцінки збитків при проведенні днопоглиблювальних робіт в порту «Південний»

Розрахунок збитків при проведенні днопоглиблювальних робіт складається з двох частин: розрахунок збитків, що завдаються водному середовищу, і збитків, що завдаються водним біоресурсам.

При розрахунку збитку для водного середовища використано Податковий кодекс України (2011 р. зі змінами у 2021 р.) і методичні підходи «Науково практичного коментарю до Податкового кодексу».

Розміри платежів за скиди ЗР в поверхневі води, територіальні та внутрішні морські води визначається за формулою:

$$П_С = \sum_{i=1}^{n}(Н_{Пі} * М_{Пі} * К_{ОСі}) \quad (13.1)$$

де Пс – сума податку, що сплачується за скидання забруднювальних речовин у водні об’єкти, грн;

$Н_{Пі}$ – ставка податку в поточному році за тонну *і*-го виду забруднювальних речовин в гривнях з копійками, грн/т;

$М_{Пі}$ – обсяги скидання і-ої ЗР, т;

$К_{ОСі}$ – коефіцієнт, що дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання ЗР у ставки і озера (в інших випадках коефіцієнт дорівнює 1,0).

При розрахунку збитку водним біоресурсам використані «Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах» (1989 р.), рекомендована до використання Міністерством охорони навколишнього природного середовища в Україні в 1990 р. та «Методика расчета ущерба, нанесенного рыбному хозяйству вследствие нарушения законодательства по охране окружающей природной среды»(Київ, 1995 р.).

У зв’язку з тим, що при проведенні робіт основним об’єктом негативної дії є кормова база риб, величина збитку в натуральному виразі розраховується заформулою:

$$N = n * P/B * 1/K_2 * K_3/100 * F * 10^{-6}, \quad (13.2)$$

де *N*–величина збитку від загибелі кормових організмів,т;

F – об’єм/площа ураження, $м^2/м^3$;

P/B – коефіцієнт для переводу біомаси кормових організмів в продукцію кормових організмів;

n – середня концентрація кормових організмів, г/м^3 води;

K_2 – кормовий коефіцієнт для переводу продукції кормових організмів в рибопродукцію;

K_3 – показник гранично можливого використання кормової бази рибою, %;

10^{-6} – множник для переводу грамів у тони.

Згідно п.4 «Временной методики…», вартісна величина збитку може визначатися за допомогою розрахунку капітальних вкладень на здійснення заходів, що компенсують збиток рибним запасам.

14 ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ РІЧКОВИХ ТА МОРСЬКИХ ПОРТІВ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

14.1 Річкові та морські порти та їх вплив на навколишнє природне середовище

Порт — підприємство водного транспорту, звідки починається і де закінчується перевезення пасажирів і вантажів водним шляхом.

У річкових портах виконують такі види робіт:

- переміщення вантажів з наземного транспорту на водний і навпаки;
- зберігання, сортування і комплектування вантажів;
- відправлення вантажів наземним або водним транспортом;
- організація руху та обслуговування флоту в межах портової акваторії (водної частини);
- заправка флоту паливом, матеріалами, водою, продовольством;
- перевантажувальні операції в межах портової території.

Розрізняють річкові порти:

- руслові — причальні лінії розтягнуті вздовж берега річки. Їх експлуатація залежить від режиму річки, тому в їхній акваторії часто виконують днопоглиблювальні роботи;
- позаруслові — причальні лінії розташовані компактно в штучних басейнах. Їх недолік — ускладнене введення несамохідних суден;
- змішані — причальні лінії розташовані як у штучних басейнах, так і вздовж берега річки.

Основними елементами порту є:

- територія;
- акваторія — водні підходи; зовнішні та внутрішні рейди для стоянки суден на якорях; внутрішні басейни для стоянки суден біля причалів;
- причальна лінія — сукупність суміжних або окремо розміщених причалів.

Відправлення та приймання зовнішньоторговельних вантажів здійснюється переважно через Запорізький, Дніпровський, Миколаївський,

Херсонський річкові порти загального користування, а також річковий порт Полтавського гірничо-збагачувального комбінату у місті Горішні Плавні. В невеликих обсягах та епізодично здійснюється переробка зовнішньоторговельних вантажів у Київському, Черкаському, Кременчуцькому, Ново-Каховському річкових портах і на причалах, розташованих у місті Кам'янське.

Найважливішими морськими портами є Одеса, Ізмаїл, Чорноморськ, Херсон, Миколаїв, Севастополь, Ялта, Феодосія, Керч, Маріуполь, Бердянськ.

Через порти Чорного й Азовського морів здійснюються зовнішньоекономічні зв'язки України. Основними експортними вантажами є кам'яне вугілля, залізна руда, кокс, чорні метали, ліс, цукор, продукція хімічної промисловості тощо. Основними імпортними вантажами є машини, устаткування мінерально-сировинні ресурси.

Практично всі морські порти України виконують вантажно-розвантажуальні роботи із зовнішньоторговельними та транзитними вантажами. У більшості випадків вантажно-розвантажувальні роботи в портах виконують з використанням кранів. Тільки в окремих портах (Південний, Миколаїв, Маріуполь) операції з вугіллям і рудою здійснюються із застосуванням вагоноперекидувачів і спеціальних перевантажувальних машин.

Морський порт є транспортним підприємством, призначеним для обслуговування суден, пасажирів і вантажів на відведених порту території і акваторії, а також перевезення вантажів і пасажирів на суднах, що належать порту.

Морські порти поділяють на:

- берегові — споруджують на березі моря, зазвичай у глибині захищених від хвиль заток і бухт, або в місцях, які обгороджують для безпечної стоянки суден штучними гідротехнічними спорудами;
- гирлові — розмішують у місцях впадання рік в море;
- внутрішні — розміщують на глибоководних річках порівняно далеко від гирла.

Морський порт забезпечує:

- навантаження, розвантаження та обслуговування суден у порядку черговості їх приходу в порт. Аварійні судна обслуговують позачергово;
- перевантаження вантажів з інших видів транспорту на судно та у зворотному порядку, складські операції з вантажами;
- обслуговування пасажирів морського транспорту, перевезення вантажів, пасажирів, багажу та пошти;
- допоміжні функції — буксирування суден, відстій транспортних і службово-допоміжних суден;
- допоміжні операції, необхідні для забезпечення життєдіяльності порту (прийняття води, мастильних та технічних матеріалів, запасних частин, продуктів харчування), виконання аварійно-рятувальних робіт, санітарного та митного контролю;

- інші види діяльності відповідно до статусу порту, (митних органів, санітарно-карантинної служби, органів рибоохорони, Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України та прикордонних військ).

На території річкових та морських портів знаходяться підприємства, що забруднюють навколишнє середовище, а саме:

- підприємства, які забезпечують ремонт суден;
- допоміжні виробництва;
- будівлі й споруди господарчо-побутового призначення (котельні, готелі, станції, вокзали, аеропорти, їдальні, заправні станції, паливні склади);
- місця стоянок транспортних засобів, причали пірси.

Забруднення від цих джерел надходять як в атмосферу, так і в гідросферу. На прилеглих до них територіях формується поверхневий стік, що включає дощові та снігові води, води від миття рухомого складу та прибирання приміщень, стічні води, що утворюються у виробничих процесах тощо.

Викиди забруднювачів з території порту в атмосферу являють собою здебільшого продукти згоряння вугілля, пил, тверді часточки, що утворюються при перевантажуванні сипучих вантажів. Для багатьох виробничих процесів у портах та на суднoремонтних підприємствах характерна велика запиленість. *Результати впливу портової діяльності* на атмосферу та водне середовище наведено на рис. 14.1.



Рис.14.1 – Забруднення навколишнього середовища під час виробничих процесів у порту

Морські та річкові порти створюють локальні зони забруднення НПС. У них перетинаються, як правило, декілька видів транспорту.

До порту часто примикає залізнична станція з парком для відстою вагонів. На території порту або поблизу нього розміщено судноремонтні підприємства, зона зберігання та заправлення паливом суден.

Такий об’єкт, як склад пального, є стаціонарним джерелом забруднення НПС, адже характерними факторами є випаровування палив, їх витікання та розливи.

У портах, на судноремонтних та суднобудівних заводах виробничі процеси призводять до забруднення довкілля шумом та вібраціями. Вони позначається, насамперед, на співробітниках, які залучені до технологічного процесу, а також деякою мірою впливають на весь персонал водного транспорту, який працює у виробничій зоні.

Для здійснення морських і річкових перевезень нафти застосовують спеціальні причальні споруди для швартування й наливання нафти в танки нафтоналивних суден (танкерів, барж). Комплекс таких об’єктів називають *нафтоналивними терміналами*.

До складу нафтоналивних терміналів входять: резервуарні парки; технологічні трубопроводи; технологічні насосні станції; вузли обліку; вузли захисту від гідроударів; причальні споруди (берегові причали, пірси тощо); гнучкі гумові армовані шланги; очисні споруди; допоміжні будівлі й споруди (хімічна лабораторія, центральний диспетчерський пункт, котельня тощо); системи диспетчерського керування й збору даних і системи зв’язку.

Технологічне обладнання нафтоналивних терміналів унаслідок неналежної експлуатації може становити суттєву загрозу НПС.

Навколо транспортного підприємства існує *санітарно захисна зона (СЗЗ)*. Це спеціальна територія з особливим режимом використання, яка встановлюється для захисту середовища проживання від шкідливих впливів порту. На території СЗЗ заборонено проживання та ведення господарської діяльності. Концентрації шкідливих речовин у повітрі, воді та ґрунті не повинні перевищувати встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК) на межі санітарно-захисної зони.

Санітарні норми та правила поділяють усі підприємства на 5 класів за санітарною класифікацією. Для кожного з цих класів встановлено розмір нормативної санітарно-захисної зони:

- для I класу — 1000 м;
- для II класу — 500 м;
- для III класу — 300 м;
- для IV класу — 100 м;
- для V класу — 50 м.

Територія санітарно-захисної зони повинна бути впорядкована та озеленена з використанням порід дерев та кущів, які є стійкими до забруднень. З боку житлової забудови зона підприємств I ÷ IV має містити смугу зелених насаджень шириною не менше 50 м, зона підприємств V класу — не менше 20 м.

14.2 Заходи щодо попередження забруднення водного басейну

До основних заходів із попередження забруднення водного басейну транспортними суднами можна віднести:

- заборону скидання забруднюючих відходів із суден у внутрішніх водоймах;
- прийняття міжнародних угод про припинення скидання з суден усіх видів відходів і зливання нафтовантажів, забрудненої ними води у відкритих морях і океанах у межах встановлених зон;
- обладнання суден додатковими засобами і установками для утилізації або знешкодження деяких видів відходів, а також для тимчасового накопичення частини відходів з наступним здаванням їх на берег для знешкодження або переробки;
- розробка нових конструкцій суден, що більшою мірою гарантували б збереження нафтовантажів, навіть за умов аварійних ситуацій.

На підприємствах водного транспорту слід проводити постійну роботу з припинення скидання виробничого й побутового сміття, а також забруднених вод у річки, озера й моря.

На першому етапі має бути проведена інвентаризація шкідливих відходів, котрі скидаються у воду з кожного судна, а потім розроблено плани облаштування суден відповідними пристроями і, насамперед, контейнерами для сміття і цистернами для збирання всіх забруднених нафтовмісних вод.

Усі самохідні річкові судна і земснаряди мають бути пристосовані для закритого приймання (бункерування) палива, що різко знижує випадки виливання у водойми. Днопоглиблювальні роботи на суднових ходах слід виконувати з урахуванням необхідності очистки русел від забрудненого ґрунту, що накопичився у попередній час. Необхідно проводити роботу зі звільнення рік, водосховищ і каналів від затопленого лісу, котрий не тільки створює небезпеку для судноплавства але й, розкладаючись, поглинає кисень і виділяє токсичні феноли.

У річкових і морських пароплавствах діють спеціалізовані служби для захисту довкілля від забруднення, що здійснюється водним транспортом. З усіма іншими технічними підрозділами ці служби розробляють пропозиції й проекти планів, і в межах своїх повноважень здійснювати системний контроль за їх виконанням, а також за виконанням загальнодержавних законів і відомчих наказів.

У разі викиду (скиду) забруднюючих речовин у повітря, воду чи ґрунт, що сталися внаслідок аварії або інших обставин на території порту, відповідальна особа повинна негайно вжити заходів з ліквідації наслідків забруднень та повідомити місцеві органи виконавчої влади.

Порт проводить *виробничий екологічний контроль, завданнями якого є*:

- перевірка виконання заходів з охорони природи та оздоровлення навколишнього середовища;

- дотримання нормативів якості навколишнього середовища, тобто контроль за концентрацією забруднень в атмосферному повітрі та ґрунті на межі СЗЗ, у викидах стаціонарних та пересувних джерел, у скидах у каналізацію та поверхневі водні об'єкти, в ґрунтах та в ґрунтових водах на території порту, а також поблизу місць, відведених для захоронення відходів порту;

- виконання вимог природоохоронного законодавства.

У сучасних умовах першорядного значення набувають міжнародні угоди про заборону скидання забруднених вод і сміття у відкритих морях і океанах. Одна з перших спроб прийняття такої угоди належить до 1926 року, коли у Вашингтоні було скликано конференцію щодо запобігання забрудненню морів нафтою. Але жодних практичних результатів досягнуто не було. Лише у 1954 році ООН було організовано розробку міжнародної конвенції, яка набула чинності в липні 1958 року.

Під час підготовки тексту обговорювалися такі вимоги до великих нафтових танкерів: подвійне дно, ізольований або чистий баласт, інертні гази для запобігання вибухам у частково або зовсім опорожнених від вантажу ємностях, системи для запобігання зіткненням суден, удосконалене рульове керування, підвищення рівня правил (стандартів) перевірки суден. Названий документ встановив норми вмісту нафти у водах, які можна скидати з суден за борт. Так, за межами 12-мильної зони судна можуть скидати води, в яких міститься не більше 100 частин нафти на 1 млн частин чистої води. Однак це положення не поширюється на виділені «особливі райони» — Чорне, Середземне, Червоне моря, а також на район Перської затоки і деякі інші райони Світового океану, для котрих можуть бути визначені інші норми.

В Україні проводиться практична робота щодо реалізації прийнятих міжнародних вимог. Так, на експлуатованих суднах ранньої побудови встановлено додаткове обладнання, призначене для збирання або утилізації суднового сміття і виробничих відходів, а також нафтовмісних вод. Здавання води на берег відбувається по трубах або, частіше, за допомогою очисних станцій і суден-сміттєзбірників, які швартуються до прибулого у порт судна, приймають від нього нафтовмісні води й сміття і переправляють їх на берегові станції для очищення, переробки або, відповідно, для знешкодження. У річковому транспорті практично всі судна мають обладнання для збирання господарських і фекальних стоків, котрі вони здають через спеціальні причали в берегові каналізаційні мережі.

14.3 Особливості акваторій морських портів (МП) Чорного моря, їх компоненти (За матеріалами досліджень фахівців Інституту морської біології НАН України на чолі із Виноградовим Олександром Костянтиновичем)

Пристосовуючи навколишнє середовище, в тому числі і прибережні води морів, для своїх потреб, люди часто не уявляють, які наслідки, в тому числі і у видовому розмаїтті, це може викликати.

Видове різноманіття - це сукупність всіх популяцій біологічних видів, що приймають істотну (постійну або періодичну) участь у функціонуванні конкретної екосистеми. Сюди включаються не тільки види рослин, грибів, мікроорганізмів і тварин, що постійно живуть в даній екосистемі, а й види, які проводять в ній тільки частину свого життєвого циклу та істотно впливають на функціонування екосистеми. Тому на загальній області проживання історично формується сукупність видів організмів, яка називається ***біотою***.

Висловлена більше 2 тис. років тому великим ученим і філософом стародавності Аристотелем думка про те, що природа нічого не робить даремно і завжди прагне до найкращого, пізніше повторювалася багатьма видатними дослідниками. Очевидно, що будівництво судноплавних каналів і морських портів (МП) і здійснення на їх акваторіях господарської діяльності має вестися з урахуванням їх впливу на сусідні екосистеми і відповідно до законів природи, а не всупереч їм, як це нерідко трапляється.

В останні десятиліття в прибережних водах самих різних морів фіксуються процеси, які проявляються, зокрема, в зменшенні числа видів, корисних для людини і важливих для функціонування місцевих екосистем. У той же час поблизу берегів часто виявляються різні чужорідні види рослин і тварин, що потрапили туди як в результаті усвідомлених дій людей, так і випадково, і часто негативно впливають на місцеві види гідробіонтів.

Широко поширене уявлення про те, що через інтенсивну господарську діяльність, потрапляння у воду різного роду забруднень і по ряду інших причин акваторії МП виявляються виключно несприятливим місцеперебуванням для більшості гідробіонтів. У той же час є багато даних, що вказують на формування і збереження у багатьох МП досить багатих у видовому відношенні біоценозів. На одноманітних піщаних берегах МП, завдяки великій кількості твердого субстрату (ТС), іноді складається враження своєрідних підводних «оазисів» для організмів обростання і пов'язаних з ними гідробіонтів.

Внаслідок різних форм антропогенного впливу всі прибережні морські екосистеми північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) відносяться до *антропогенно змінених*, і їх біоти (сукупність всіх видів організмів) вже в тій чи іншій мірі порушені, змінені, збіднені. Значним змінам піддалися практично всі прибережні екосистеми всіх неповносолених морів Європи.

Навіть далекі предки МП представляли собою величезне штучне скупчення ТС. Знаменитий єврейський історик Йосип Флавій, що жив в першому столітті нашої ери, описав будівництво МП в місті Кесарії, названого Себаст, іудейським царем Іродом Великим. «Спочатку він відміряв площу для гавані, а потім опустив в море на глибину в 20 сажнів кам'яні глиби, найбільші з яких були 50 футів в довжину, 10 – у ширину і 9 - у висоту, а деякі навіть і більше. Коли підніжжя піднялося до рівня води, він звів над ним дамбу завширшки в 200 футів; половина дамби призначалася для того, щоб руйнувати силу хвиль, і тому називалася хвилеріз, інша половина підтримувала кам'яну стіну, що йшла навкруги порту. Уздовж стіни були

розміщені потужні вежі. Був там і ряд аркових бухт, де могли зійти на берег моряки, що прибували в порт, а перед бухтами - круговий кам'яний вал, який утворював широкий прохід для тих, хто сходить з кораблів». До слова, маса вапнякових плит, з яких будувався хвилеріз (хвилелом), становила 200-250 т. Порт Себаст в Кесарії був навіть крупнішим більш знаменитого стародавнього порту Афін - Пірея.

За географічними ознаками виділяються МП:

1 - каботажні;

2 - міжнародні регіональні;

3 - міжнародні океанічні.

Найбільшу роль в поширенні чужорідних видів гідробіонтів мають міжнародні регіональні і міжнародні океанічні перевезення. Для підходу і обробки в порту судно дедвейтом 100 тис. т вимагає глибини біля причалу 14 м, 200 тис. т - 18 м, 300 тис. т - 23 м, 500 тис. т - 26 м.

Найбільшим за площею акваторії (26,0 км^2) в Чорному морі є МП Констанца. Загальна довжина причалів в ньому понад 30 км. У перспективі планується довести її до 65 км. Великий Східний пірс має довжину 1,3 км, а Великий Південний пірс тягнеться від берега майже на 3,0 км.

Загальна довжина причалів Антверпенского МП 66 км, МП Гамбурга - понад 57 км, Марсельського МП - 27 км, Роттердамського і Амстердамського МП - понад 25 км. Головний МП Італії - Генуя - має причальні споруди довжиною близько 25 км. Гідротехнічні споруди (ГТС) МП піддаються різним формам обростання гідробіонтами.

Сучасна екологічна література містить безліч свідчень негативних наслідків антропогенної діяльності, які спостерігаються в прибережних водах більшості внутрішніх і окраїнних морів. Найбільш схильні до таких дій контактна зона «суша-море». Саме в цю зону потрапляють з берега, перш ніж розсіятися в великій масі води, різні токсичні речовини, забруднювальні речовини і відходи, незалежно від того, скидаються вони в водотоки і річки, в атмосферу або закопуються на сміттєсховищах в землю. Активна господарська діяльність здійснюється і безпосередньо на морських берегах. Тут же постійно або в певні сезони концентруються величезні маси людей. У цій же контактній зоні «суша-море» розташовуються і МП. Вплив їх на прибережні екосистеми на тлі інших видів антропогенної діяльності має безліч аспектів.

Найважливішими компонентами портів є:

1 - акваторії з істотно збільшеними глибинами і зниженою гідродинамікою;

2 - причальні і захисні гідротехнічні споруди (ГТС);

3 - поглиблені фарватери і підхідні канали (ПК).

Встановлено, що в МП ГТС крім свого прямого призначення виконують, по суті, функції штучних рифів (ШР). *Екосистеми акваторій МП складаються з підсистем пелагіалі, перифіталі і бенталі.*

У всіх випадках в ході днопоглиблювальних робіт на дні акваторій МП утворюються котловани (негативні елементи ландшафту), що зазвичай веде до утворення в них застійних зон. З'єднання через прибережні мілководдя поглиблених акваторій МП з відповідними глибинами в море судноплавними каналами не завжди забезпечує необхідну вентиляцію вод.

14.4 Вплив екосистем акваторій МП на видове багатство прибережних вод (За матеріалами досліджень фахівців Інституту морської біології НАН України на чолі із Виноградовим Олександром Костянтиновичем)

У всьому Чорноморсько-Азовському басейні знаходиться близько 50 великих і середніх МП, в яких функціонують понад 770 причалів загальною довжиною близько 130 км. Загальна довжина захисних споруд (пірсів (молів), хвилеломів) в них досягає 90 км, а площа підводних частин, придатних для поселень гідробіонтів, перевищує 2 млн м^2. Протяжність судноплавних каналів, за якими глибини 8-21 м підводяться безпосередньо в контактну зону «суша-море», становить понад 350 км.

Розглянемо акваторії головних МП України (Одеський, Чорноморський, Південний), які розташовані і функціонують в різних умовах. Одеський МП знаходиться на відкритому узбережжі Одеської затоки і захищений штучними спорудами. Два інших розміщені в Сухому і Григор'ївському лиманах відповідно. Загальна площа акваторії Одеського МП 3,3 км^2, глибина біля деяких причалів доведена до 15-17 м. Площа акваторії Чорноморського МП 5,7 км^2, глибина біля ряду причалів - 13-14 м. Площа акваторії МП «Південний» 5,8 км^2, а глибина поблизу ряду причалів збільшена до 20-21 м. Загальна довжина причалів і захисних споруд в цих МП становить більше 35 км, а сумарна площа підводних частин перевищує 370 тис. м^2.

На природних берегах, мілинах, штучних ГТС в морських портах, особливо в осінньо-зимовий період, накопичується велика кількість водоплавних і навколоводних птахів, які, харчуючись за межами акваторій МП і безпосередньо в них, вилучають і трансформують живу органічну речовину (ОР) в екскременти. Останні є джерелом біогенних речовин, доступних для організмів-автотрофів.

В акваторії МП заходять зграї риб, які харчуються планктоном та хижих, дельфіни, птахи, які, харчуючись, переводять частину спожитої їжі в екскременти і, по суті, збагачують акваторії МП біогенними речовинами. Частина використовуваної ними ОР трансформується в масу тіла самих мігруючих гідробіонтів і виводиться з екосистем МП.

Підводні поверхні ГТС в МП інтенсивно обростають водоростями, гідроїдами, моховинками, губками, балянусами, молюсками та іншими гідробіонтами. На деяких ділянках ГТС біомаса організмів обростання і, зокрема, мідій перевищує 30 кг/м^2. На ГТС і поблизу від них концентруються рухливі ракоподібні, а також риби з різних екологічних комплексів.

Вплив екосистем акваторій МП на видове багатство прибережних вод різноманітне. Через складні абіотичні та біотичні умови, наявність цілого комплексу біотопів і відсутності промислу в екосистемах МП зберігаються і потім поширюються в сусідні екосистеми не тільки масові, а й деякі рідкісні місцеві види, а також відбувається відбір, закріплення і поширення чужорідних видів-вселенців, що потрапляють туди з далеких екосистем завдяки судноплавству.

Вивчення видового багатства (біорізноманіття) в окремих гаванях МП, які знаходяться в різних умовах (в просторі), і протягом багатьох років (в часі), дозволяє оцінювати значення тих чи інших антропогенних впливів на прибережні екосистеми і прогнозувати ті чи інші зміни у функціонуванні таких екосистем.

При оцінці наслідків зміни біорізноманіття в екосистемах акваторій МП необхідно знати загальне число видів з тих чи інших систематичних груп або основних екологічних угруповань (нейстон, планктон, нектон, бентос, перифітон), та до яких еколого-морфологічних і еколого-фізіологічних комплексів і життєвих форм відносяться види-вселенці або зникаючі місцеві види.

Нові види в акваторіях МП потрапивши в нове для них біотичне середовище і не відчуваючи впливу різного роду регуляторів, вироблених в процесі еволюції в їх первинних екосистемах, можуть давати колосальні спалахи чисельності та біомаси. У цей період вони викликають значні перебудови в спільнотах гідробіонтів нового місцеперебування.

Види в екосистемах МП представлені певними популяціями. Саме популяції визначають функціональне значення кожного виду. Для збереження здатності довгостроково функціонувати популяції повинні зберігати деяку мінімальну чисельність, при подальшому скороченні якої функціональне значення виду стає мізерним.

Кожен вид в прибережних водних екосистемах виконує ту чи іншу екологічну функцію (продукування, трансформація, редукція ОР). У екосистемах, що довго існують, відбувається постійна синхронізація функціональної діяльності видів у взаємодії один з одним і у взаємозалежності один від одного. Такі екосистеми досягають стадії клімаксу. Вся сукупність видів забезпечує на якийсь час стійке функціонування всієї екосистеми, підтримуючи кругообіг необхідних для цього речовин, енергії та інформації. Зникнення або, навпаки, вселення нового масового виду порушує усталену відносну рівновагу, після чого починається ланцюг перебудов в екосистемі. Якщо нові додаткові зміни в складі біоти МП не відбуваються, то екосистема приходить в новий стан відносної рівноваги (клімаксу), але вже на новому, в порівнянні з колишнім, рівні. Тому збереження наявного біорізноманіття в конкретних екосистемах забезпечує стійкість їх функціонування.

Протягом усього періоду існування біосфери в біоті водних екосистем відбувалася зміна видів організмів-носіїв тих чи інших функцій. У ході еволюції морфологічному різноманіттю біот протистоїть збереження єдності

основних функцій живих організмів: продукція первинної ОР, утилізація і трансформація ОР, редукція ОР, відтворення спадкової інформації, підтримання загального кругообігу біогенних речовин.

У структурно еволюційному ряду «організм - популяція - вид - рід - родина», популяція виступає, з одного боку, як форма існування виду, що забезпечує стійке виживання і відтворення виду в даних конкретних умовах, а з іншого - підтримує функції в екосистемі, в якій вона мешкає, включаючись в функціонально-енергетичний ряд «організм - популяція - вид - екосистема».

Біологічна структура організмів в прибережних екосистемах може змінюватися в часі і просторі під впливом природних і антропогенних чинників. Накладання негативного впливу антропогенних факторів на рідкісні природні явища може призводити до катастрофічних для біорізноманіття наслідків, як, наприклад, масовий замор донної фауни в МП.

Поряд із загальним числом видів важливими показниками благополуччя водних екосистем, включаючи і акваторії МП, є:

1 - наявність високоорганізованих великих хижих безхребетних і риб;

2 - наявність довгоживучих (роки, десятиліття) гідробіонтів;

3 - наявність гідробіонтів з тривалими термінами дозрівання і невеликим числом нащадків.

Надмірний вилов промислових видів гідробіонтів в прибережних водах, і особливо хижих, знижує їх прес на кормові для них організми, в тому числі і в екосистемах МП. Зміни біотопів, вмісту кисню, БР і структури продукційного блоку, що відбуваються в екосистемах МП, викликають перебудови трофічної структури і таксономічного складу зоопланктону, зообентосу, іхтіофауни.

Кожен окремий водний організм як біологічна система недовговічний (хвилини, години, дні, місяці, роки). Популяції ж багатьох видів, завдяки збереженню необхідних умов, існують мільйони років, безперервно відтворюючи себе. Порушення навіть одного з цих умов хоча б на одному з етапів життєвого циклу, веде до поступової загибелі як окремих організмів, що представляють даний вид, так і популяції виду в цілому.

Б. Коммонер сформулював важливі «закони екології», дія яких поширюється і на екосистеми акваторій МП:

1 - в екосистемах все пов'язано з усім,

2 - все повинно кудись діватися,

3 - нічого не дістається задарма (необхідні витратні енергії),

4 - природа «знає» краще, (природні екосистеми дуже складні, передбачити всі наслідки антропогенних втручань неможливо).

Як випливає із закону внутрішньої динамічної рівноваги, будь-які зміни середовища (речовини, енергії, інформації, динамічних якостей екосистем) неминуче призводять до розвитку природних ланцюгових реакцій, що йдуть у бік нейтралізації зміни або формування нових природних систем, утворення яких при значних змінах приймає незворотний характер. Одним із наслідків названого закону є положення про те, що будь-яке локальне перетворення в

будь-якій частині водойми викликає у всій великій екосистемі регіональні і глобальні відповідні реакції - сукцесії.

Відповідно до розробленого Е. Мітчерліха, А. Тінеманом і Б. Баулі законом «сукупної дії» природних чинників продуктивність біологічних систем (включаючи і екосистеми акваторій МП) визначається всією сукупністю діючих екологічних факторів. Із закону рівнозначності всіх умов життя випливає, що всі природні умови середовища, необхідні для життя, однаково важливі. У МП різні умови існування гідробіонтів часто порушуються дуже сильно. Наприклад, огороджувальні споруди МП знижують гідродинаміку в кілька разів у порівнянні з сусідніми екосистемами. Акваторії забруднюються стічними водами, що містять ОР.

Закон толерантності В. Шелфорда стверджує, що лімітуючим фактором процвітання того чи іншого виду в екосистемі може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу. Діапазон між ними виявляється зоною оптимуму. При штучному порушенні того чи іншого чинника або ряду чинників, що і відбувається в МП, зона оптимуму змінюється і, зазвичай, звужується для одних видів і розширюється для інших.

При особливо інтенсивному розвитку фітопланктону внаслідок антропогенного евтрофування зростає дисперсність, прозорість води в МП може падати до 0,1 м, що викликає різке багаторазове зниження кількості світла, що надходить в товщу води. Порушується процес фотосинтезу і проявляється цілий ряд негативних наслідків.

Ю. А. Ізраель зазначив, що екологічні наслідки забруднення морських екосистем відображаються в наступних процесах і явищах:

1 - порушення стійкості екосистем;

2 - прогресуюча евтрофікація;

3 - поява «червоних припливів» (масових «цвітінь» води);

4 - накопичення хімічних токсикантів в біоті;

5 - зниження біологічної продуктивності;

6 - виникнення мутагенезу і канцерогенезу в морському середовищі;

7 - забруднення прибережних районів моря патогенною мікрофлорою.

Всі вони в тій чи іншій мірі проявляються в екосистемах акваторій МП і прилеглих до них ділянок моря.

І. В. Бурковський наводить основні складові природних екосистем, у тому числі і акваторії МП:

1 - неорганічна речовина (природні ресурси);

2 - органічна речовина (первинна і вторинна) в якості їжі, ресурси;

3 - фактори середовища (кліматичні чинники);

4 - продуценти (творці первинної продукції);

5 - макроконсументи (основні споживачі первинної продукції);

6 - мікроконсументи (основні деструктори і редуценти);

7 - енергія (світло, енергія хімічних зв'язків, тепло);

8 - інформація;

9 - простір - час, що визначають масштаб і межі екосистеми.

Деякі компоненти одночасно відносяться до двох-трьох позицій (світло і тепло одночасно і види енергії, і фактори середовища).

Будь-яка структурованість спільноти організмів - наслідок підсумовування реакцій окремих видів на фізичну складність біотопу. Біотоп виступає своєрідною матрицею, на якій створюються спільноти. Морські спільноти структурують, головним чином, гідродинамічні процеси, їжа і хижаки.

Кожен вид організмів, що виявляється в пелагіалі, періфіталі і бенталі МП, входить до складу того чи іншого біоценозу, що утворює разом з абіотичним середовищем (біотопом) єдину систему. Біоценоз (community в англомовній літературі) є структурною одиницею водних екосистем.

Організми в біоценозах і спільнотах утворюють не випадкову, а організовану певним чином систему. Сукупність живих організмів в біоценозі має ознаки цілісності і займає певну ділянку дна або водної товщі (біотоп). Свою цілісність біоценоз підтримує за рахунок певних зв'язків між елементами конкретної внутрішньої структури.

Протягом усього періоду існування гідросфери в її біоті відбувалася еволюційна зміна видів організмів-носіїв тих чи інших функцій і біоценозів (екологічні сукцесії). Зміни біотичної структури шляхом заміни видів, перебудови співвідношень чисельності видів в різних екосистемах в меншому масштабі часу відбуваються на наших очах.

Ф. Е. Клементс підкреслював, що екологічні сукцесії - це, перш за все, процес розвитку екосистеми, а не просто заміна одних функціонуючих видів іншими. Сукцесія зберігає функціональні елементи екосистем і місцеперебування організмів. Її суть полягає в процесах перетворення, утилізації та використання речовини, енергії та інформації, що потрапляють в неї. Зміна ж видів - один із наслідків збільшення у водній екосистемі кількості ОР і БР, це реакція екосистеми, це найважливіший еволюційний пристосувальний механізм, спрямований на максимально повне і швидке використання ресурсів БР і ОР шляхом включення в біотичний кругообіг. У XX-XXI ст. сукцесії у водних екосистемах - це черговість змін у порушених місцепроживаннях, які вже вийшли зі стану екологічної рівноваги.

Під екологічною рівновагою мається на увазі відносна стійкість видового складу живих організмів, їх чисельності, продуктивності, розподілу в просторі, а також сезонних змін біотичного кругообігу речовин та інших біологічних процесів. Таким чином, в основі екологічної рівноваги, на відміну від процесу сукцесії, лежить усталеність і збалансованість кругообігу речовин, які забезпечуються властивим екосистемі видовим складом організмів, співвідношеннями їх чисельності та типами метаболізму. Стан екологічної рівноваги свідчить про стійкість екосистеми в часі або стані гомеостазу (стан рівноваги динамічного середовища). За міру стабільності часто приймається видове різноманіття, і чим воно вище, тим надійніше підтримується екологічну рівновагу.

Структура біоти (видовий склад, співвідношення чисельності та біомаси видів, розподіл видів) у водних екосистемах зберігається за рахунок постійних витрат енергії на підтримку впорядкованості та відтворення елементів і структур. Стан екосистем залежить від сили впливу конкретних факторів середовища. Змінюючи силу впливу абіотичних чинників в МП, ми невідворотно змінюємо і руйнуємо і існуючу біотичну структуру їх екосистем.

Вся енергія біотичних компонентів екосистеми пов'язана з їх структурою або витрачається на виробництво роботи (обмін, дихання), також спрямованої на збереження структури.

При зростанні продуктивності водних екосистем і надходження великої кількості алохтонних ОР з суші значення продукційного блоку зменшується, і біотична структура закономірно спрощується, коротшають харчові ланцюги, змінюються харчові мережі, знижується видове різноманіття, зростає домінування деяких видів і зменшення ролі інших видів, і в результаті структура екосистем стає простіше, зменшується дисипація енергії і йде її накопичення в основному у вигляді мертвої ОР.

Структура співтовариств тварин і екосистем в цілому багато в чому визначаються доступністю харчових ресурсів, конкуренцією, хижацтвом, впливом вірусних, мікробних, грибкових захворювань. У акваторіях МП створюються умови для збільшення зростання первинної продукції і надходженням алохтонних ОР (які сформувалися в іншій екосистемі, привнесені) з різних джерел, але через це зникають постійні хижаки (безхребетні, риби) і знижується конкуренція за ресурс. Видове різноманіття в спільнотах зоопланктону і зообентосу в міру зростання запасів ОР і БР закономірно знижується.

Найважливішими цілями збереження та управління природними екосистемами є:

1 - підтримання екологічної цілісності середовища та екологічних процесів;

2 - збереження біорізноманіття та екологічної рівноваги.

Вся інфраструктура судноплавства взагалі, і МП зокрема, відіграє важливу роль як в переміщенні і закріпленні морських гідробіонтів в нових для них ареалах і в формуванні нових біотичних комплексів, так і в збереженні деяких аборигенних видів і біоценозів.

Не контрольоване масове перманентне переміщення в баластних танках і на корпусах суден універсальних еврибіонтних видів гідробіонтів з одного району Світового океану в інший на першому етапі закріплення в новому місці проживання створює ілюзію збільшення біорізноманіття. Однак найчастіше потім відбувається заміщення та повне витіснення видом-вселенцем місцевих видів, що виконують в екосистемі аналогічні функції. Ланцюг перебудов може проходити по всій екосистемі. Катастрофічним інвазіям присвячена велика література. У Чорному, Азовському, Каспійському морях сумним прикладом може служити вселення гребневика мнеміопсиса *Mnemiopsis leidyi*. Швидко розмножуючись і збільшивши свою біомасу в Чорному морі до 1 млрд т, цей

планктонний вид став виїдати зоопланктонних ракоподібних, ікру, личинок і навіть мальків риб. Але і у мнеміопсиса виявилися вороги. Це гребневик *Beroe ovata* - вид, звичайний в Середземному морі, але був відсутній до цього в Чорному.

Вселення хижого гребневика *B. ovata* в Чорне море і його роль в обмеженні чисельності і біомаси іншого згаданого гребневика-вселенця *M. leidyi* є прикладом саморегуляції в масштабах біоти цілого моря. Поява нового ресурсу сприяє появі його споживачів.

Види, що натуралізувалися в неповносолених морях Європи, належать до широко поширених еврібіонтних організмів, які мають високу екологічну пластичність, здатні широко розселятися і давати спалахи чисельності. Такі інвазійні види здатні грати вирішальну роль в спільнотах, а деякі - і в усій екосистемі моря.

Внаслідок розселення універсальних еврібіонтних видів індивідуальні відмінності морських біот нівелюються, і вони набувають все більшу схожість. Можна уявити собі, що в певний момент екосистеми неповносолених морів можуть зберегти порівняно невеликий набір однакових біотичних компонентів з невеликою кількістю аборигенних видів.

Будівництво МП і судноплавних шляхів, функціонування їх екосистем, судноплавство, переміщення баластних вод з цілими чужорідними спільнотами гідробіонтів і вплив видів - вселенців на місцеві екосистеми необхідно розглядати як цілісне глобальне явище.

Тема 15.
ЗАГАЛЬНЕ ПОНЯТТЯ «РИЗИКУ». ГОЛОВНІ ЗАКОНИ ТА ПРИНЦИПИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ. ПОНЯТТЯ РИЗИКУ В ПРИПОРТОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

15.1 Загальне поняття «ризику». Головні закони та принципи екологічної безпеки

Об’єктивне існування ризику зумовлене імовірним характером багатьох природних, соціальних і технологічних процесів, багатоваріантністю матеріальних та ідеологічних співвідношень, в які вступають суб’єкти соціального життя. Поняття "*ризик"* стало вивчатися багатьма конкретними науками - теоріями ігор, імовірностей, стохастичної оптимізації, катастроф, прийняття рішень тощо.

Сучасні досягнення науки дають уявлення про ризик як про дворівневу взаємопов’язану структуру, що має *прикладний* і *теоретичний* аспекти.

Прикладний є результатом дослідження конкретних наук.

Теоретичний - результат вивчення ризику як суспільного явища, що має власну сутність, відповідні закономірності розвитку й управління в ситуації

невизначеності. Розвитку економіки України на сучасному етапі характерне широке використання потенційно небезпечних технологій і виробництва, істотне погіршення екологічних характеристик окремих регіонів, господарське освоєння територій з високою імовірністю природних катастроф. Тому невід'ємним елементом екологічного сталого розвитку є обов'язковий аналіз екологічного ризику.

У науковій літературі при визначенні поняття «**ризик**» звичайно відштовхуються від базового поняття «**небезпека**», що означає об'єктивно існуючу можливість негативного впливу на розглянутий об'єкт, який може завдати якого-небудь збитку, шкоди. Методологія дослідження екологічної безпеки базується на встановленні «**міри**» або **шкали**, за допомогою якої можна кількісно виміряти різні види небезпеки. Така шкала дає можливість порівнювати ці види загроз між собою і відповідно визначати рівень безпеки – міру захищеності людини та навколишнього природного середовища (НПС). Для вимірювання небезпеки загальноприйнятою є шкала, що базується на вимірюванні ризику від тієї чи іншої діяльності.

Теоретичною базою системи безпеки людини та довкілля можуть бути загальнонаукові та екологічні закони і принципи.

Історично першим для екології був закон, що встановлює залежність живих систем від факторів, котрі обмежують їх розвиток (так званих лімітуючих факторів).

Закон мінімуму. В 1840 році Ю. Лібіх встановив, що врожай зерна часто лімітується не тими поживними речовинами, котрі вимагаються у великих кількостях, а тими, котрих потрібно небагато, однак їх мало в ґрунті. Він сформулював закон, згідно з котрим «Речовиною, що є в мінімумі, регулюється врожай і визначається величина та стійкість його в часі». Дію цього закону обмежують два принципи. Згідно з першим закон Лібіха застосовується лише за умов стаціонарного стану. Його більш точне формулювання: "При стаціонарному стані лімітуючою буде та речовина, доступні кількості котрої найбільш близькі до необхідного мінімуму". Другий принцип стосується взаємодії факторів. Висока концентрація та доступність деякої речовини може змінити споживання мінімальної поживної речовини. Організм тоді заміняє одну, дефіцитну, речовину іншою, що є в надлишку.

Наступний закон узагальнює закон мінімуму.

Закон толерантності (закон Шелфорда, запропонований в 1913 році): відсутність або неможливість розвитку екосистеми визначається не лише нестачею, але й надлишком будь-якого з факторів (тепло, світло, вода тощо). Таким чином, організми характеризуються як мінімумом, так і максимумом (лімітуючим фактором процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає ступінь витривалості (толерантності) організму до даного фактору.

Згідно з законом будь-який надлишок речовини чи енергії в екосистемі стає її ворогом, забруднювачем. Діапазон між двома величинами складає межі

толерантності, в котрих організм нормально функціонує і реагує на вплив середовища.

Закони В. І. Вернадського. Учений дійшов висновку, що людство може забезпечити своє майбутнє лише тоді, коли візьме на себе відповідальність за розвиток біосфери. Закон *біогенної міграції атомів:* хімічні елементи поширюються на поверхні планети за участю живої речовини.

Закон *константності живої речовини.* Кількість живої речовини в біосфері є величиною постійною.

Закон *фізико-хімічної єдності живої речовини.* Уся жива речовина Землі за фізико-хімічним показником єдина. Шкідливе для однієї частини живої речовини не може бути нейтральним для її іншої частини.

Закон *максимуму біогенної енергії.* Будь-яка "біологічна" та "біокосна" система (система за участю живої речовини), що знаходиться у стані "стійкої нерівноваги", тобто динамічної рухомої рівноваги з довкіллям, і еволюційно розвивається, збільшує свій вплив на середовище.

Принцип безумовного примату безпеки. Нині проблема безпеки населення держави, а також цивілізації загалом є одним з найважливіших критеріїв соціального розвитку, і можна сказати, що концепція прогресу сьогодні поступається місцем концепції безпеки. На перший план постало питання безпеки розвитку, під час вирішення якого замість революційно-насильницьких стрибків перевага має віддаватися безперервному еволюційному розвитку.

Принцип системності екологічної безпеки: екологічна безпека людини має ґрунтуватися на принципі врахування всіх її взаємозв'язків, напрямів і поступовому формуванні нового якісного стану суспільства - екологічного - як результату соціальної діяльності, що орієнтується на виживання цивілізації.

Принцип ненульового (прийнятного) ризику. Оскільки неможливо гарантувати "абсолютну" безпеку, то, очевидно, необхідно намагатися досягнути такого рівня ризику на підприємствах, який можна було б розглядати як прийнятний. Його величина має бути обґрунтована, виходячи з економічних і соціальних міркувань.

Принцип невід'ємного права на здорове навколишнє середовище. Кожна людина має невід'ємне право на здорове навколишнє середовище. Це право має бути гарантоване та захищене законом, воно належить нинішньому та майбутнім поколінням. Окрім індивідуального права на здорове середовище, цей принцип передбачає обов'язки суспільних утворень щодо забезпечення умов для виконання цього права і обов'язок усіх суб'єктів - проводити свою діяльність так, щоб не завдати шкоду навколишньому середовищу.

Принцип інтернаціоналізації екологічної безпеки. Міжнародний аспект проблеми екологічної безпеки пов'язаний з двостороннім або багатостороннім співробітництвом і часто орієнтується на розв'язання регіональних екопроблем як на урядовому, так і на неурядовому рівнях. Глобальний характер екологічної безпеки потребує перегляду всіх міжнародних зв'язків і відносин.

Принцип рівної екологічної безпеки для кожної людини та кожної держави. Особливість екологічної безпеки - неможливість її формування за рахунок обмеження екологічних прав інших груп населення як всередині екосистеми, так і поза її межами. Глобальний взаємозв'язок соціальних, природних явищ і процесів обумовлює відсутність екологічної переваги будь-якої нації, держави, груп людей для розв'язання їхніх екологічних проблем.

Принцип плати за ризик. Величина плати залежить від потенційної небезпеки техногенних об'єктів і тим вища, чим більше можливий збиток. Вона витрачається на систему попередньої безпеки та підвищення оплати на виробництвах, де не забезпечується безпека (вугільні шахти), а також у формі певних виплат за ризик, що має стимулювати проведення заходів, спрямованих на забезпечення безпеки.

Принцип добровільності. Він означає, що ніхто не має права наражати людину на ризик поза її згодою. Свобода ризикувати власним життям і здоров'ям є невід'ємною частиною особистої свободи, примушення до такого ризику інших людей є замах на права людини.

Принцип свободи екологічної інформації. Передбачає необхідність рахуватися з громадською думкою при вирішенні питань про будівництво небезпечних підприємств. Як засвідчили соціологічні дослідження, сприйняття людиною тієї або іншої небезпеки залежить не тільки від очікуваних наслідків, а й від міри обізнаності людини про реальний стан справ і довіри до отриманої інформації.

Принцип правового регулювання ризиком. Необхідно ухвалювати державні закони, які встановили б систему заборон і норм для запобігання аваріям і катастрофам та їх ліквідації, а також відповідальності за порушення цих законів.

Принцип компромісу між поколіннями. Його підґрунтя – уявлення про те, що безпека наших дітей і онуків дорожча від сьогоднішніх благ. Ефективність витрат на зменшення ризику від забруднення навколишнього середовища має бути тим вищою, чим більшою мірою ці витрати спрямовані на захист інтересів майбутніх поколінь. Цей принцип виправдає скорочення споживання вітчизняних природних ресурсів, а також ліквідацію екологічно небезпечних виробництв.

Ризик: сутність поняття, класифікація

Ризик є необхідною складовою людської діяльності, коли існує невпевненість у результатах того чи іншого рішення, процесу.

Нині існує значна невизначеність щодо поняття терміну "ризик". Так, відсутня не тільки загальновизнана система термінів в області теорії ризику, але ще й досі не усвідомлена необхідність потреби такої термінології. Головною проблемою наукового визначення поняття "ризик" є його комплексний характер, що вимагає залучення широкого кола вчених - представників багатьох дисциплін - як гуманітарних, так і природничих.

Наведемо деякі найважливіші **визначення терміну "ризик"**:

– *ризик* – це усвідомлена небезпека виникнення в будь-якій системі небажаної події з певними в часі та просторі наслідками;

– *ризик* – це невизначеність, пов'язана з можливістю виникнення у ході реалізації проекту несприятливих ситуацій і наслідків;

– *ризик* – це імовірність несприятливих наслідків;

– *ризик* – імовірність втрат, що можуть бути встановлені перемноженням імовірності (частоти) негативної події на величину можливого збитку від неї.

Об'єктом ризику називають керовану еколого-економічну систему, ефективність та умови функціонування якої наперед точно невідомі.

Суб'єктом ризику називають особу або колектив, яка зацікавлена в результатах керування об'єктом ризику і має компетенцію приймати рішення щодо об'єкту ризику.

Джерело ризику — це фактори (явища, предмети, процеси), які спричинюють невизначеність результатів.

Різноманітність поглядів на проблему ризику можна пояснити багатоаспектністю цього явища та його недостатнім вивченням. За Качинським А.Б. *в явищі "ризик" виділяють такі основні взаємопов'язані елементи*:

– можливість відхилення від поставленої мети, заради чого виконувалася вибрана альтернатива;

– імовірність досягнення бажаного результату;

– відсутність упевненості в досягненні поставленої мети;

– можливість виникнення небажаних наслідків (матеріальні або фізичні збитки, захворюваність, смертність тощо) при проведенні тих чи інших дій в умовах невизначеності для суб'єкта, який ризикує;

– матеріальні, екологічні, моральні та інші втрати, пов'язані з впровадженням вибраної в умовах невизначеності альтернативи;

– очікування загрози, невдачі в результаті вибору альтернативи та її реалізації.

На сьогодні існує багато різних класифікацій ризику. За різними ознаками ризики класифікують наступним чином:

– *за належністю до країни функціонування господарського суб'єкта*: внутрішні; зовнішні;

– *за рівнем виникнення*: мікрорівневі (рівень фірми, установи, підприємства); галузеві (наприклад, страйки робітників галузі); міжгалузеві; регіональні (враховується економічна специфіка регіону); державні (громадянська війна, зміна політичного устрою чи/та суспільного ладу тощо); глобальні (пов'язані з екологічною, демографічною ситуацією, світовими катаклізмами тощо);

– *за сферою походження*: соціально-політичні (страйки, негативна/позитивна суспільна думка тощо); адміністративно-законодавчі (зміна податкового кодексу, постанови уряду та державних органів тощо); виробничі (зниження обсягів виробництва, ріст затрат тощо); комерційні (збільшення закупівельних цін, недостачі тощо); фінансові (прострочки

платежів, інфляційні процеси тощо); природно-екологічні, демографічні (наприклад, старіння населення); геополітичні (епідемії, війни та ін.);

– *за причинами виникнення*: ризики, викликані невизначеністю майбутнього; ризики, викликані недостатньою інформованістю; ризики, викликані особистісними факторами;

– *за ступенем обґрунтованості прийняття ризику*: обґрунтовані (враховано втрати, проведено аналіз можливих наслідків і т. і.); частково обґрунтовані;

– *за ступенем системності*: несистемні або унікальні (стихійні лиха); системні або постійні (інфляція, ріст закупівельних цін тощо — проти таких ризиків необхідно розробляти стратегію реагування);

– *за відповідністю допустимим нормам:* допустимі (значення показника ризику не перевищує середнього рівня); критичні (значення показника ризику перебуває в межах-між середнім і максимально допустимим значеннями); катастрофічні (значення показника ризику є не меншим за максимально допустиме значення);

– *за ознакою реалізації*: реалізовані; нереалізовані;

– *за адекватністю часу прийняття рішення про реагування*: попереджувальної групи (враховані при створенні планів розвитку, відомо механізми реагування та зменшення впливу); поточні (реагування відбувається в момент виникнення); запізнілі (стратегія подолання виробляється після виникнення);

– *за масштабом впливу*: індивідуальні; колективні;

– *за ступенем впливу на діяльність господарських суб'єктів*: негативні (наприклад, втрати доходу); нульові; позитивні (банкрутство конкурентів тощо).

Качинський А.Б. класифікує ризики (R) наступним чином:

Динамічний – це ризик не передбачуваних змін вартісних оцінок проекту внаслідок зміни початкових управлінських рішень, а також ринкових чи політичних обставин. Такі зміни можуть призвести як до втрат так і до додаткових прибутків.

Статистичний – це ризик втрат реальних активів внаслідок нанесення збитку власності чи незадовільної організації. Цей ризик може призвести лише до втрат.

Відносний ризик - це величина, що є відношенням умовних імовірностей $P(B/A)$ та $P(B/\bar{A})$ виникнення події B за наявності чи відсутності події A:

$$R = \frac{P(B/A)}{P(B/\bar{A})}. \qquad (15.1)$$

Кумулятивний ризик (ризик населення) – це кількість випадків виникнення специфічного ефекту, який очікується у певної групи населення.

Додатковий ризик – зростання імовірності виникнення небажаного ефекту, пов`язаного з специфічною причиною (наприклад, вплив токсичних сполук).

Імовірнісна форма розуміння ризику широко використовується спеціалістами промислової, природної та екологічної безпеки. Згідно ДСТУ 2156-93 «Безпека промислових підприємств. Терміни і визначення» ***екологічний ризик*** є вірогідністю негативних наслідків від сукупності шкідливих дій на навколишнє середовище, які можуть спричиниив за собою необоротну деградацію екосистем. Екологічні ризики пов'язані, з одного боку, із загрозою здоров'ю і життю людей, а з іншого – із загрозою стану довкілля та можуть виникати під дією джерел безперервної або разової дії.

Також виділяють *еколого-економічні ризики*, під якими розуміють ризики економічних утрат, збитків, що їх можуть нести об'єкти різного рівня суспільної організації внаслідок погіршення стану (якості) навколишнього середовища (екологічних порушень).

Ризик визначається набором всіх можливих наслідків впливу на навколишнє середовище і розподілом імовірності реалізації цих можливостей. Він залежить від очікуваної величини впливу, або її середнього значення, і включає очікувані значення всіх можливих наслідків і відповідні імовірності реалізації цих наслідків, тобто, вартість ризику є таким же очікуваним (вірогідним) показником, як і інші очікувані показники промислових об'єктів.

Ризик R визначають імовірністю W виникнення небажаної події та розміром її наслідків S, тобто

$$R = \{W, S\}. \qquad (15.2)$$

Теоретичне підґрунтя кількісних оцінок ризику становить теоретико-імовірнісний підхід.

Етапи управління екологічним ризиком

Під **управлінням ризиком** розуміють процес (систему заходів) впливу на об'єкт з метою пошуку шляхів зменшення його негативних наслідків.

При формуванні управлінських рішень в «екологічній» сфері звичайно використовуються загальні принципи і підходи. Підходи можуть бути розділені на ряд груп залежно від цілей, яких передбачається досягти в результаті їх реалізації (уникнення ризику, зниження імовірності прояву події, що викликає збиток, зниження величини збитку при прояві події, передача ризику, компенсація збитку).

Основні етапи управління ризиком:

1) ідентифікація (виявлення) ризику;
2) оцінка ризику;
3) вибір методу і мір (інструментів) управління ризиком;
4) запобігання і контроль ризику;
5) фінансування ризику;
6) оцінка результатів.

Перші два етапи – це аналіз ризику. Аналіз ризиків може здійснюватися якісними і кількісними методами.

Якісний аналіз проводиться у двох основних напрямах:

1) порівняння позитивних результатів від вибраного ризикованого виду діяльності з можливими негативними наслідками цього вибору;

2) визначення ступеня впливу (позитивного і негативного) рішень суб'єкта на інтереси інших суб'єктів.

При кількісному аналізі визначають (чи оцінюють) величину втрат (абсолютну чи відносну) та імовірність, з якою можуть відбутися ці втрати.

Ідентифікація ризику відноситься до якісного аналізу, а оцінка ризику до кількісного аналізу (статистичні методи, аналіз доцільності затрат, метод експертних оцінок, аналітичні методи: аналіз чутливості моделі, аналіз величини відносних ризиків, метод аналогій).

Ґрунтовний аналіз екологічних ризиків неможливий за відсутності системи показників, за значеннями яких можна судити про величину ризиків, а отже, і створювати ефективні заходи для їх подолання чи зменшення.

Наприклад, ризики, що стосуються здоров'я і життя людей, найчастіше виражаються в натуральному обчисленні, наприклад, через індекси здоров'я. Елементи, пов'язані зі здоров'ям, поділяють на середовищні та індивідуальні. До середовищних елементів відносять охорону здоров'я, безпеку, медогляди, спорт, призначення ліків, перетинання часових поясів, характер суспільства, взаємини з оточуючими, лікування, роботу, друзів, дозвілля, добробут, політику, економіку, освіту, якість води, пори року, погоду тощо. Під індивідуальними чинниками розуміють фізичну силу, самопочуття, стомлення, розвиток, схильності та пристрасті, вік, сон, емоційність, стать, життєве відчуття, харчування, особисті якості, релігійність, амбіції.

Показники ризику поділяють на:

– *абсолютні показники* (використовуються для розрахунку допустимого, середнього, критичного і катастрофічного рівня ризику і розробки певних заходів для зменшення вказаних ризиків);

– *показники імовірності втрат* (дозволяють отримати більш повну інформацію щодо можливості реалізації ризиків);

– *порівняльні показники ризику* (застосовуються при необхідності вибору однієї альтернативи з кількох можливих).

Порівняльні показники ризику здебільшого використовуються для порівняння рівнів ризикованості кількох проектів. Особливістю цих показників є те, що вони не виражають величину ризику, а є лише мірою відносності його розміру. До порівняльних показників ризику належать *дисперсія, середнє квадратичне (середнє) відхилення та коефіцієнт варіації.*

Дисперсію та стандартне відхилення застосовують для порівняння ризикованості кількох різних проектів з однаковим середнім значенням величини втрат чи доходів, керуючись принципом: більш ризикованим є той проект, для якого значення дисперсії чи стандартного відхилення має більшу величину.

Для ***визначення числового значення імовірності втрат різних рівнів***, застосовують два підходи: статистичний і суб'єктивний. Для оцінки імовірності втрат за статистичним підходом необхідно мати дані про

діяльність суб'єкта за певний період часу. Для більшої адекватності бажано, щоб протягом розглядуваного періоду не відбувалося суттєвих змін у середовищі діяльності суб'єкта: залишався постійним склад партнерів та конкурентів, не відбувалося змін у законодавстві тощо.

Процедура аналізу екологічного ризику

Екологічних ризиків зазнають населення і його окремі індивідууми, організації і підприємства, територіально-екологічні (природні) комплекси і територіально-виробничі системи різного рівня, регіони, держави і світове співтовариство в цілому.

При управлінні ризиком вирішуються завдання регулювання ефектів впливу на людину і НПС. Економічний блок цих завдань ґрунтується на аналізі ефективності заходів (економічних і адміністративних) щодо зменшення до визначеного рівня значень ефектів. Переважно застосовують *методи аналізу ефективності витрат (вартість — ефективність), витратно-прибутковий аналіз (витрати — вигода)* і деякі інші спеціальні методи. Результатом аналізу є рекомендації особам, що визначають політику в сфері забезпечення якості НПС і захисту здоров'я населення.

Процедура аналізу екологічного ризику повинна базуватися в першу чергу на аналізі всіляких наслідків для об'єктів, що перебувають під впливом (населення, природних середовищ, живих організмів). Тому таку модифікацію загальної схеми можна назвати комплексним аналізом ризику.

Процедура комплексного аналізу ризику (рис. 15.1) передбачає три етапи: 1) оцінювання ризику; 2) експертизу безпеки і ризику; 3) управління ризиком.

На ***першому етапі*** аналізу ризику необхідно: ідентифікувати небезпеки та їхні джерела; визначити рівень небезпечного впливу на НПС; установити можливі наслідки цього впливу для населення і НПС; оцінити ризик для людини і НПС; установити ступінь невизначеності отриманих оцінок.

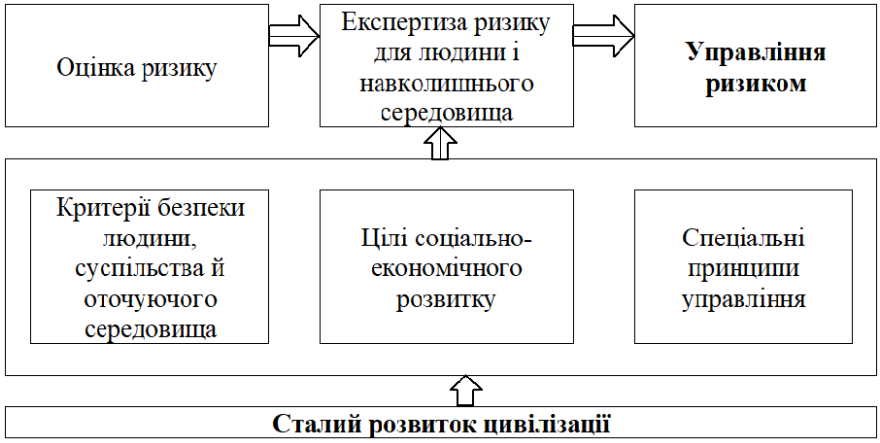


Рис. 15.1. Схема системного аналізу екологічного ризику

Ідентифікація небезпеки містить такі стадії – збір даних, їх обробку, результатом якої є висновок про наявність чи відсутність ризику, і, в разі потреби, подання інформації в зручному для подальшого використання вигляді.

Збір екологічних даних здійснюється з урахуванням прийнятої структуризації навколишнього середовища і забруднювальних речовин (ЗР). Як основні елементи навколишнього середовища розглядаються: *ґрунт; вода (поверхнева і підземна); повітря; рослинний і тваринний світ.*

ЗР за видами свого впливу на людину поділяються на два класи: ті, що спричиняють токсичні ефекти, і ті, що зумовлюють канцерогенні ефекти. Серед останніх виділяються радіоактивні речовини, які мають особливий механізм впливу на людину.

Збір даних передбачає такі етапи:

1) складання початкового списку потенційно небезпечних ЗР, визначення середовищ їх поширення і характеристик небезпеки;

2) ідентифікацію джерел забруднювання і шляхів попадання ЗР в організм людини;

3) установлення типу впливу, його тривалості, характеристик, що визначають його особливості;

4) оцінку природного фону ЗР.

Джерелом інформації можуть бути дані моніторингу, інспекторські оцінки, результати опитування громадськості тощо.

Загальну схему оцінювання ризику можна поділити на ряд ланок. Наприклад, вивчення поводження ЗР у НПС може передбачати дослідження поширення ЗР в атмосфері й осідання його на ґрунт, дифузію в ґрунті і подальшу його міграцію через харчові ланцюги. Кількість ланок при такому поділі може бути досить великою, але разом вони повинні створювати загальну картину руху ЗР.

15.2 Економічні та екологічні ризики

У діяльності підприємства виділяють економічні та екологічні ризики.

Економічні ризики

У ринкових умовах при наявності конкуренції і виникненні часом непередбачуваних ситуацій господарська діяльність неможлива без ризиків. Існування ризику і неминучі в ході розвитку зміни його рівня виступають постійним і сильнодіючим фактором руху підприємницької сфери економіки.

Світова економічна наука представляє класичну і неокласичну теорії підприємницького ризику. При дослідженні підприємницького прибутку представники класичної теорії Дж. Мілло та І.У. Сеніор розрізняли в структурі підприємницького доходу відсоток (як частку на вкладений капітал), заробітну платню підприємця і плату за ризик (як відшкодування можливого ризику, пов'язаного з підприємницькою діяльністю).

У класичній теорії підприємницький ризик ототожнюється з математичним очікуванням втрат, які можуть відбутися в результаті обраного рішення. Ризик тут не що інше, як збиток, який наноситься здійсненням даного

рішення. Таке одностороннє тлумачення сутності ризику викликало різке заперечення у частини закордонних економістів, що спричинило вироблення іншого розуміння змісту підприємницького ризику.

У 30-ті роки XX в. економісти А. Маршалл і А. Пігу розробили основи неокласичної теорії підприємницького ризику, що складаються в наступному: підприємець, що працює в умовах невизначеності, прибуток якого є випадкова змінна, при укладанні угоди керується двома критеріями:

- розмірами очікуваного прибутку;
- величиною її можливих коливань.

Відповідно до неокласичної теорії ризику поведінка підприємця, обумовлена концепцією граничної корисності. Це означає, що при наявності двох варіантів, наприклад, капітальних вкладень, які дають однакову очікуваний прибуток, підприємець вибирає варіант, у якому коливання очікуваного прибутку менше.

Таким чином, категорію «ризик» можна визначити як небезпеку потенційно можливої, імовірної втрати ресурсів або недоотримання доходів у порівнянні з варіантом, який розрахований на раціональне використання ресурсів у даному виді підприємницької діяльності. Інакше кажучи, ризик - це загроза того, що підприємець понесе втрати у вигляді додаткових витрат або отримає доходи нижче тих, на які розраховував.

Хоча наслідки ризику найчастіше виявляються у вигляді фінансових втрат або неможливості одержання очікуваного прибутку, однак ризик - це не тільки небажані результати прийнятих рішень. При певних варіантах підприємницьких проектів існує не тільки небезпека не досягти наміченого результату, але й імовірність перевищити очікуваний прибуток. У цьому і полягає підприємницький ризик, який характеризується поєднанням можливості досягнення як небажаних, так і особливо сприятливих відхилень від запланованих результатів.

Конкретні ризики – це ризики, які мають кількісну оцінку можливих втрат у часі, для мінімізації яких суб’єкти мають у своєму розпорядженні необхідні управлінські та матеріальні ресурси.

У науковій літературі, присвяченій теоріям оптимального управління ризик розглядається як атрибутивна загально соціологічна характеристика будь-якого виду доцільної діяльності людини, що здійснюється за умови ресурсних обмежень і наявності можливості вибору оптимального способу досягнення усвідомлених цілей в умовах інформаційної невизначеності. «Ніяка геніальність, ніякі здібності людини не можуть знищити ризик. Існують лише способи пом'якшити його наслідки».

Ризики характеризують імовірність настання у часі подій, що ведуть до зміни рівноважної стійкості соціально-економічних систем. Їх джерело – умови та фактори, які зумовлюють невизначеність інформації, що є невиправданим невиробничим ресурсом, розподіленим асиметричним чином.

З точки зору теорії системності, ризики розглядаються як властивість, що притаманна будь-якому виду доцільної діяльності. Вони проявляються як

можлива невизначеність реалізації цільових функцій, характер, зміст, спрямованість і умови досягнення яких до кінця не ясні суб'єкту, який приймає рішення.

Теорії соціально-економічної динаміки дозволяють оцінювати і прогнозувати ризики в умовах асиметричного розподілу інформації, досліджувати, як вони постійно змінюються в часі. Рівновага локальних ринків в значній мірі обумовлена змінами в системах більш високого порядку, мета яких може перебувати в суперечності з економічними інтересами конкретних підсистем. Тому ймовірність настання і рівень більшості ризиків знаходяться в залежності від полісистемних ефектів, які абсолютно не піддаються контролю з боку осіб, які приймають рішення щодо вибору інструментів економічної політики.

Наприклад, підвищення відсоткових ставок у США в 1980 і 1984 рр.. викликало кризу заборгованості в Латинській Америці, а несподіване зростання курсу долара США в 1996-1997 рр. прискорило фінансову кризу в Південно-Східній Азії. Загальним для цих двох подій, пов'язаних з шоковим збільшенням обсягів і ступеня ризиків, є те, що країни, які розвиваються, не могли передбачити раптові зміни економічної політики США і скорегувати вплив на обмінний курс долара.

Чим вище ступінь впливу за часом полісистемних ефектів на економічні процеси, тим важче прогнозувати динамічну ймовірність і масштаб ризиків на основі методів математичної ймовірності. Більшість полісистемних ефектів носить нестатичний характер. Це пов'язано з наступними особливостями функціонування та розвитку соціально-економічних систем:

- внутрішньою неоднорідністю, багаторівневістю;

- високим рівнем концентрації та обмеженими можливостями багатоваріантності вибору розвитку та соціально-економічної поведінки. Монополізація ринків, насамперед сировинних, не дозволяє споживачам, середнім і малим суб'єктам господарювання диверсифікувати свої ризики. Так, на українському ринку при взаєминах з системою комунального господарства споживач технічно не може відмовитися від споживання тепла, навіть якщо у нього немає коштів на його оплату, що веде до зростання загальної величини ризиків неплатежів;

- зростанням інтеграційної взаємозалежності. Чим вище рівень економічної, політичної та соціальної взаємозалежності, тим більш складну форму набирають ризики і важче піддаються опису за допомогою традиційних методів кількісного аналізу.

Теорії соціально-економічної динаміки на основі різних методів оцінки асиметричності розповсюдження економічної інформації та полісистемних ефектів дозволяють більш точно прогнозувати структуру і масштаби наступних видів ризиків:

- *споживчих ризиків* (ставлення споживачів до можливих втрат чи придбання однакової одиниці блага з точки зору закону зменшуваної

корисності має різний рівень ризику і його не можна виразити в системі грошових знаків);

- г*алузевих*, пов'язаних з оцінкою ринкової та міжнародної конкурентоспроможності продукції, що виробляється галуззю (галузь на ринку може перебувати на різних стадіях технологічного циклу «розквіт-занепад»);

- *територіальних*, пов'язаних з комплексною оцінкою соціально-політико-економічної привабливості локальних територій інвестицій, в тому числі міжнародних;

- *політичних*, пов'язаних з оцінкою ефективності політичних рішень, спрямованих на стабілізацію та динаміку економічного зростання;

- *соціальних*, пов'язаних з оцінкою ризиків лояльності, трудової мобільності, ставлення до праці, якості робочої сили.

Дані ризики оцінюються через систему якісних показників та кількісних часток, які характеризують поліпшення або погіршення ситуації, причому ймовірність одних і тих же змін може сприйматися різними соціальними групами в діапазоні «негативні - нейтральні-позитивні».

Також є роботи, в яких ризики розглядаються як результат накопичення регресивного потенціалу. Даний підхід має давню історичну традицію і своїми коренями виходить з теорій історичного та технологічного прогресу, в яких основну увагу було зосереджено на дослідженні таких характеристик деструктивних ризиків, як:

- *втрата властивостей*, якостей, матеріальних і духовних цінностей, що були корисними в минулому, але зникають у сьогоденні;

- *поява нових властивостей*, якостей, матеріальних і духовних цінностей, масштаб загроз та регресивний потенціал яких в майбутньому не ясний і не визначений;

- *зниження рівня порогової безпеки* в міру створення нових виробництв, технологій та поширення нових видів зброї;

- *зростання екологічних загроз* та викликів у міру зростання промислового потенціалу.

У науковій літературі на великому історичному матеріалі показано, що зростання масштабів економічної діяльності веде, з одного боку, до постійної кількісної та якісної зміни зв'язків та відносин, до яких як окремі індивіди, так і соціальні групи і навіть цілі народи не можуть пристосуватися, тому зростає ризик їх соціальної та економічної деградації. Дана ситуація призводить до зростання соціального невдоволення, а отже, зростає обсяг потенційних загроз для соціальної стабільності у формі антикультури, антигромадської поведінки, стихійних бунтів, революційних виступів тощо.

З іншого боку, будь-який результат економічної діяльності, навіть якщо він у цілому сприяє росту суспільного багатства, містить у собі паростки регресивного розвитку. Так, збільшення чисельності фахівців розумової праці призвело до зростання серцево-судинних захворювань, що в свою чергу зумовило появу нових видів ризиків як для життя окремих індивідів, так і для

суспільства в цілому, яке змушене для мінімізації цих втрат залучати додаткові матеріальні ресурси. Продаж зброї на світовому ринку приносить економічну вигоду країні-продавцю, дозволяє їй збільшувати видатки на соціальні програми, використовувати наукоємні військові технології для підвищення конкурентоспроможності галузей, що виробляють споживчі товари, але знижує рівень глобальної та регіональної безпеки. Зростає небезпека виникнення нових локальних збройних конфліктів, на нейтралізацію яких світовій спільноті доводиться відволікати все більше ресурсів.

Ускладнення системи громадських зв'язків, зростання загальної продуктивності, створення системи масового споживання веде до того, що зростає кількість індивідів, які виключаються з процесу виробництва і стають пасивними споживачами. У цих умовах зростають ризики, пов'язані з тим, що ресурси, спрямовані на виховання, професійне навчання значних груп людей, ніколи не окупляться.

У рамках даного підходу основну увагу приділено аналізу наступних характеристик ризиків:

- нормативність (неможливість уникнути);
- незворотність;
- зростаючий масштаб;
- якісна невизначеність.

Людина здійснює свою діяльність в якийсь континуум, на одному полюсі якого знаходяться ризики, що виникають з ймовірністю, яка дорівнює одиниці, а на іншому - ризики, яких можна уникнути. Деструктивні ризики - це ризики, імовірність настання яких дорівнює одиниці. Їх не можна уникнути, можна лише відтягнути час настання, що дозволяє накопичити необхідні ресурси для організації соціального та економічного життя в нових умовах і тим самим зменшити витрати і втрати. Прикладом можуть служити біологічна смерть людей, економічна і технологічна «смерть» підприємства, галузі та ін.

Тому оцінка ризиків через систему кількісних показників дозволяє мінімізувати витрати товариства за відволікання ресурсів в різні резервні фонди. Деструктивні ризики, як правило, не піддаються точній кількісній оцінці, інформація про них носить в основному ймовірнісний характер і недоступна більшості господарюючих суб'єктів. Це пов'язано з тим, що якісні параметри можливих втрат настільки великі, що суспільство не в змозі створити резервні фонди для ліквідації шкоди від настання деструктивних ризиків.

Третя група авторів досліджує ризики як форму невизначеності результату, який пов'язаний з особливим видом господарської діяльності – підприємництвом.

«Підприємництво – це діяльність, яка пов’язана з вкладанням коштів та інших засобів з метою отримання прибутку на підставі сполучення особистої вигоди з суспільною користю».

Підприємництво – це процес створення нового товару (послуги), що здійснюється в умовах обмеженості ресурсів, на базі конструктивного

(креативного) управління, спрямованого на те, щоб випередити конкурентів через використання нових технологічних можливостей, нових джерел сировини, створення нового ринку готової продукції, нових галузей виробництва.

У рамках даного напрямку особлива увага приділяється таким характеристикам ризиків, як:

- ентропійність (міра ймовірності якогось стану, який може мати різні форми, в тому числі прагнути до нерівноваги);
- ієрархічність;
- комплексність.

Підприємницький ризик – це форма неспівпадіння бажання і дійсності, цілей і результату. Досягнення результату завжди багатоваріантне, отже, існує множинна можливість мінімізувати втрати (витрати) і максимізувати користь. Подібна багатоваріантність і обумовлює ентропійність ризиків.

Управління ризиками будується на припущені, що всі ризики можна розділити на випадкові (до них підприємцям доводиться постійно пристосовуватися, використовуючи інформацію про особливості функціонування ринкових процесів) та ієрархічні, які з одного боку, заздалегідь визначені, а з іншого – викликані діями органів влади (на них окремі суб'єкти господарювання не можуть мати впливу). Зважуючись працювати у певному правовому або корпоративному середовищі, підприємець погоджується на те, що на результати його діяльності будуть впливати рішення ієрархічних структур влади та управління.

Так, підприємець приймає на віру дані уряду про рівень інфляції, безробіття, обмінних курсах та у відповідності до цієї інформації розробляє стратегію своєї фірми. Причому необхідно враховувати, що основу довіри до влади становить не інформація, яку органи державного управління видають про функціонування і розвиток політичної та економічної систем, а наявність у суб'єктів влади факторів сили (фізичної, моральної, ресурсної), що дозволяє мінімізувати негативні наслідки недосконалості ринкової економіки.

В ієрархічних системах мінімізація підприємницьких ризиків здійснюється за рахунок зростання лояльності, згоди підкорятися економічній чи політичній силі. Можливість мінімізувати ризики за рахунок ресурсів суб'єктів влади або корпоративних структур – своєрідна плата за підпорядкування. Однак чим більше розвинена система, тим важче встановити систему ієрархічного підпорядкування на всьому соціальному просторі. Самі ієрархічні системи починають взаємодіяти на принципах ринкової конкуренції, збільшуючи тим самим масштаб і обсяг випадкових ризиків.

Комплексний підхід до оцінки ризиків виходить з допущення про незначність окремого ризику по відношенню до загального їх обсягу. Чим більш диверсифіковані ризики, тим менше рівень можливих втрат від настання локального ризику і вищий рівень стійкості системи. Прикладом можуть служити різні методи формування портфелів цінних паперів і створення взаємних фондів страхування. Портфель повинен бути сформований таким

чином, щоб будь-яка зміна курсу окремого цінного паперу була величиною досить малою і не могла вплинути на величину загального ризику. Кількість учасників фонду повинна бути настільки велика, що настання страхового платежу сприймалося ними як мінімальна втрата.

Екологічні ризики

Ризик – це дуже широке поняття, що відображає, як правило, негативні явища в житті окремої людини або суспільства, прояви яких носять імовірнісний (стохастичний) характер.

У роботі В.В. Добровольського під екологічним ризиком розуміється ймовірність несприятливих для навколишнього середовища (НС) наслідків будь-яких змін природних об'єктів і чинників. Ризик розглядається як імовірність виникнення надзвичайних подій у певний проміжок часу, виражений кількісними параметрами. Частіше розглядається техногенний аспект екологічного ризику – імовірність виникнення техногенних аварій, що здатні завдати істотної шкоди НС або здоров'ю людей.

Екологічний ризик часто розглядають у двох аспектах – потенційний ризик і реальний ризик.

Потенційний екологічний ризик – це явище небезпеки порушення стосунків живих організмів з навколишнім середовищем внаслідок дії природних чи антропогенних чинників.

Реальний екологічний ризик утворюється потенційним з урахуванням ймовірної частоти його реалізації. За характером прояву екологічний ризик може бути *раптовим* (техногенна аварія, землетрус тощо) і *повільним* (зсув, підтоплення, ерозія тощо).

В роботі наведено наступне визначення: «екологічний ризик являє собою імовірність порушення стійкості екосистем, у тому числі за рахунок можливої втрати генетичного різноманіття та виникнення несприятливих ефектів для життєдіяльності суспільства (зокрема для здоров’я населення), внаслідок зміни стану НС під впливом антропогенних і природних чинників або як результат їх взаємодії», тобто, в узагальненому вигляді екологічний ризик зводиться до двох типів:

- ризик порушення стійкості екосистем в результаті реального та потенційного забруднення НС;
- ризик для здоров’я населення, що є імовірністю виникнення несприятливих для здоров’я ефектів.

Для ризику характерні несподіванка, раптовість настання небезпечної ситуації, що припускає швидкі рішучі дії по усуненню або ослабленню впливу джерела небезпеки. Під терміном «небезпека» розуміється ситуація в навколишнім середовищі, у якій за певних умов можливе виникнення небезпечних факторів, вплив яких на людину і навколишнє середовище може привести до одного або сукупності з наступних наслідків:

- відхилення здоров’я людини від середньостатистичного значення;
- погіршення стану навколишнього середовища.

Через різноманіття фактори небезпеки класифікуються по джерелах небезпеки (рис. 15.2).

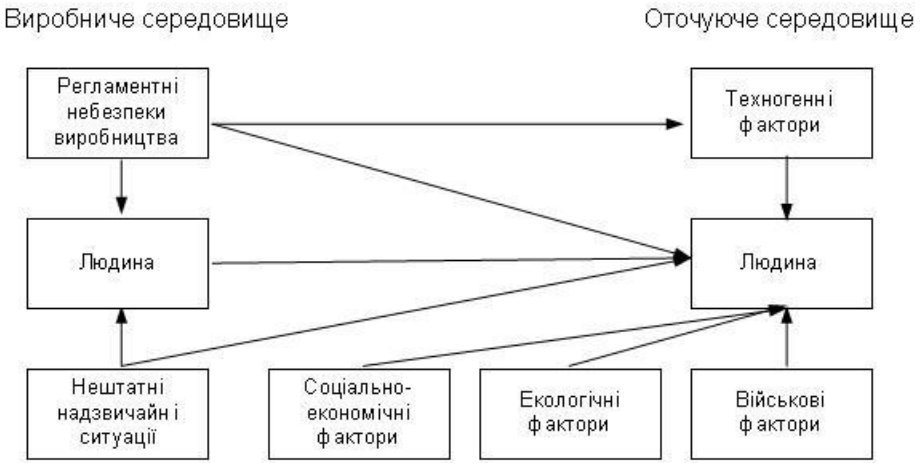


Рисунок 15.2 – Класифікація небезпечних факторів за джерелами небезпеки

Екологічні фактори – фактори, обумовлені причинами природного характеру (кліматичні умови, фізико-хімічні характеристики атмосфери, води, ґрунтів, природні нещастя і катастрофи). Екологічний ризик – це можливість появи непереборних екологічних явищ: розвиток парникового ефекту, руйнування озонового шару, радіоактивне забруднення, кислотні опади. З погляду кількісної оцінки поняття «екологічний ризик» може бути сформульоване як відношення величини можливого збитку від впливу шкідливого екологічного фактору за визначений інтервал часу до нормованої величини інтенсивності цього фактору.

Соціально-економічні фактори – фактори, обумовлені причинами соціального, економічного, психологічного характеру.

Техногенні (або антропогенні) фактори – фактори, обумовлені господарською діяльністю людей.

Військові фактори – фактори, обумовлені роботою воєнної промисловості (транспортуванням військових матеріалів і устаткування, іспитом зразків зброї і його знищенням, функціонуванням військових об’єктів, і всього комплексу військових засобів у випадку воєнних дій).

Отже, «небезпека» – це ситуація, що постійно присутня у навколишньому середовищі і здатна за певних умов призвести до реалізації в навколишньому середовищі небажаної події – виникненню небезпечного фактору. Відповідно реалізація небезпеки – це звичайно випадкове явище, і виникнення небезпечного фактору характеризується імовірністю цього явища.

«Безпека» – стан захищеності окремих осіб, суспільства і природного середовища від надмірної небезпеки.

Показником здоров’я є кількість здоров’я, тобто середня очікувана тривалість майбутнього життя (СОТМЖ). Усереднений біологічний видовий показник (норматив) для людини-європеоїда – 89±5 років. Він обумовлений

біологічними характеристиками, тобто його надійністю, заданою при народженні.

Метою безпеки є не тільки захист здоров'я населення, але і захист навколишнього середовища. Кількісно оцінити стан навколишнього середовища можна за ступенем близькості стану екосистеми до межі її стійкості, коли буде загублена передбачуваність змін екосистеми.

Для більш точної оцінки стійкості екосистем використовують природно-екологічну класифікацію вгасання природи (*показник самовідновлення системи*). Для цього можна виділити наступні градації:

Природний стан: спостерігається лише фоновий антропогенний вплив; біомаса максимальна, біологічна продуктивність мінімальна;

Рівноважний стан: швидкість відбудовних процесів вище або дорівнює темпові порушення; біологічна продуктивність більше природної, біомаса починає знижуватися;

Кризовий стан: антропогенні порушення перевищують по швидкості природно-відбудовні процеси, але зберігається природний характер екосистем; біомаса знижується, біологічна продуктивність різко підвищена;

Критичний стан: оборотна заміна раніше існуючих екосистем на менш продуктивні, біомаса мала і, як правило, знижується;

Катастрофічний стан: важко оборотний процес закріплення малопродуктивної екосистеми, біомаса і біологічна продуктивність мінімальні;

Стан колапсу: необоротна втрата біологічної продуктивності, біомаса прагне до нуля.

Крім природно-екологічної класифікації вгасання (відновлення) природи потрібна і *медико-соціальна шкала*, тобто об'єктивні показники (критерії) викладеної класифікації природного середовища, що класифікується по наступних градаціях:

- *благополучна зона*: відбувається стійкий ріст тривалості життя, захворюваність населення знижується;
- *зона напруженої екологічної ситуації*: ареал, у межах якого спостерігається перехід стану природи від кризового до критичного.
- *зона критичної обстановки;*
- *зона надзвичайної екологічної ситуації;*
- *зона екологічного нещастя*.

На сучасному етапі концепція оцінки ризику практично в усіх країнах світу розглядається як головний механізм розробки та прийняття управлінських рішень на міжнародному, державному, регіональному рівнях, на рівні окремого виробництва або іншого потенційного джерела забруднення довкілля.

Для оцінки ризиків, зумовлених хронічним впливом хімічних речовин, мають застосовуватись середньорічні концентрації та їхні верхні 95% довірчі межі. При визначенні ризиків гострих (екстремальних, аварійних) ситуацій терміном до 24 год. використовуються максимальні концентрації.

Забезпечення стабільного суспільного розвитку викликає, зокрема, необхідність розроблення інструментарію для вимірювання величини, що характеризує ступінь екологічної безпеки з метою визначення допустимого антропогенного навантаження, що не повинно порушувати рівноваги НС із забезпеченням відтворення основних її компонентів не повинно викликати збільшення захворюваності населення.

Стан НС може свідчити про існуючі загрози виникнення екологічних проблем і ризиків. Наказом Міністерства охорони здоров′я України № 184 від 13.04.2007 р. затверджено методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». Дані рекомендації призначені для спеціалістів установ і закладів державної санітарно-епідеміологічної служби, які здійснюють оцінку рівня канцерогенного та не канцерогенного ризиків для здоров'я населення від існуючого забруднення атмосферного повітря на території населеного пункту, яке сформоване за рахунок промислових викидів, життєдіяльності населення та процесів трансформації.

Методологія оцінки ризику – це вибір оптимальних у даній конкретній ситуації шляхів усунення або зменшення ризику. Він складається з трьох взаємопов'язаних елементів: оцінка ризику; управління ризиком; інформування про ризик. Саме їх сукупність дозволяє не лише виявити існуючі проблеми, розробити шляхи їх вирішення, а й створити умови для практичної реалізації цих рішень.

При цьому визначення ризику від забруднення атмосферного повітря дозволяє прогнозувати імовірність і медико-соціальну значимість можливих порушень здоров'я при різних сценаріях його впливу, а ще й встановлювати першочерговість і пріоритетність заходів з управління чинниками ризику на індивідуальному та популяційному рівнях. Визначаючи ризик впливу атмосферного повітря на здоров'я людей, теоретично бажано враховувати весь спектр хімічних сполук, що можуть діяти у цьому місці.

Критеріями вибору пріоритетних речовин антропогенного походження є їх токсичні властивості, розповсюдження у НС, стійкість, здатність до біоакумуляції та міграції природними ланцюгами, здатність викликати негативні ефекти (незворотні, віддалені) та чисельність населення, на яке потенційно вони можуть впливати.

Однією з найбільш небезпечних, *за ступенем впливу на кінцеві результати портової діяльності*, що становлять підприємницький ризик є техніко-технологічні ризики. Їх дія проявляється в завданні збитків порту внаслідок порушення нормального ходу виробничого процесу в результаті відмов машин та обладнання, а в найбільш важких проявах – у виникненні аварійних ситуацій. Причинами подібних проявів можуть бути знос будинків, машин та обладнання, помилки при проектуванні та монтажі, помилки при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт, помилки персоналу, пошкодження обладнання при будівельних та ремонтних роботах тощо. Ми не

розглядаємо в якості причин дію сил природи і зловмисні дії, що відносяться відповідно до природно-кліматичних та кримінально-правових ризиків.

Збитки від техніко-технологічних ризиків проявляються не тільки в пошкодженні або втраті виробничого обладнання, транспорту і будинків, а також у зупинці виробництва і зниженню обсягу виробленої продукції. У найбільш важких випадках значну частину витрат становить настання цивільної відповідальності за нанесення шкоди навколишньому середовищу, (наприклад за забруднення акваторії порту), нанесення шкоди персоналу порту і третім особам. При цьому матеріальні збитки суспільства від аварій і катастроф неухильно зростають. Наприклад, 2 квітня 2003 року в акваторії нафтогавані Одеського морського торгового порту Державною інспекцією охорони Чорного моря встановлено скидання нафтопродуктів з теплохода "GERANI" (прапор Мальти). Скидання сталося під час проведення вантажних операцій з сирою нафтою. Розповсюдження нафтопродуктів за межі бонового загородження, встановленого навколо теплохода, не відбулося.

В останні роки в світі отримали найбільше поширення дві концепції ризику і забезпечення безпеки:

- концепція абсолютної безпеки (As Low As Practically Achievable);
- концепція прийнятного ризику (As Low As Reasonably Achievable).

Як показала практика, концепція абсолютної безпеки стала неадекватна внутрішнім законам техносфери.

Нульова ймовірність аварії досягається лише в системах, позбавлених запасної енергії, хімічно і біологічно активних компонентів. На інших об'єктах (їх більшість) аварії все одно можливі. Тобто незважаючи на прийняті суспільством заходи, спрямовані на зменшення ймовірності появи виробничих аварій і катастроф та зниження величини збитків, які ними заподіюються, що викликають їх випадкові події залишаються можливими, їх не можуть виключити найдорожчі інженерно-технічні заходи.

Аналіз ефективності капітальних вкладень показує, що в багатьох випадках можна більшою мірою знизити негативні наслідки настання техніко-технологічного ризику, якщо більше уваги приділяти діям у випадку аварії. Оскільки навіть найбільш досконалі технічні системи її запобігання, все одно, абсолютних гарантій не дають.

До складу техніко-технологічних ризиків включають екологічні ризики в їх вузькому розумінні, коли в результаті техногенних факторів, які призвели до нанесення шкоди навколишньому середовищу, суб'єкт господарювання не тільки зазнає збитків, але й одночасно є основним носієм потенційної небезпеки та цивільної відповідальності. Одночасно, факторами ризику є пожежі, вибухи, поломки механізмів і обладнання, помилки при вантажно-розвантажувальних роботах, нещасні випадки на судах і в порту тощо.

Природно-кліматичні ризики пов'язані з проявом стихійних сил природи. До них відносяться землетруси, повені, шторми, бурі, урагани, а також інші небезпечні природні явища, такі як мороз, ожеледь, град, гроза, посуха тощо. Ці природні явища можуть надавати серйозний негативний вплив на

результати портової діяльності, так, наприклад мороз може призвести до обмерзання прибережної зони, що найбільш властиво Азовському морю, це спричиняє труднощі при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт (НРР), а гроза, град, штормовий вітер тощо можуть призвести до пошкодження вантажу, зупинки кранів, і стати джерелом непередбачених витрат.

Природно-кліматичні ризики відносяться до форс-мажорних обставин - обставини непереборної сили, які не можна ні запобігти, ні усунути будь-якими заходами. Оскільки настання форс-мажорних обставин не залежить від людини, у відповідності зі ст. 79 Конвенції Організації об'єднаних націй (ООН) про договори купівлі-продажу сторони звільняються від відповідальності за контрактами у випадку настання форс-мажорних обставин. Відшкодування втрат, викликаних форс-мажорними обставинами, здійснюється, як правило, за допомогою страхування угод в спеціалізованих страхових компаніях.

Зв'язок між екологічними та економічними ризиками

За визначенням Т.П. Галушкіної, економіко-екологічний ризик – це «небезпека того, що суб'єкт господарської діяльності зазнає втрат (збитків) внаслідок екологічних порушень, викликаних цією діяльністю при несприятливому збігові обставин, прорахунках та інших факторах техногенного, природного, соціального, економічного і політичного характеру».

Центром цього визначення, тобто потерпілим, виступає суб'єкт господарської діяльності, однак він є також основним носієм потенційної небезпеки. Проте більш справедливо було б вважати потерпілим не лише суб'єкта, чия діяльність спричиняє шкоду, а й усе суспільство – окремі фірми, домогосподарства, включаючи всі аспекти громадського життя – майно, здоров'я, тривалість життя населення.

Еколого-економічні ризики можна визначити, як ризики економічних збитків і втрат, які можуть виникнути у об'єктів різного рівня внаслідок погіршення стану та якості навколишнього середовища, тобто внаслідок екологічних порушень. Таке погіршення може носити різний характер, як *порівняно повільний* (*еволюційний*), так і *відносно швидкий* (*катастрофічний*).

В якості основних завдань ризик-менеджменту на рівні окремого підприємства виступають наступні:

- з'ясування причин виникнення екологічних ризиків;
- усунення цих причин виникнення;
- в разі неможливості усунення причин виникнення ризиків ефективний розподіл екологічних ризиків, наприклад, між власне підприємством і страховою компанією.

Для підприємств основне значення має не стільки власне екологічний ризик, скільки фінансові наслідки його реалізації для підприємства.

Економічний ризик можна визначити як загрозу недосягнення економічних цілей, які стоять перед підприємством. З цієї точки зору ризики

можуть виникати тільки тоді, коли окремі очікувані результати повинні реалізуватися у вигляді цільових параметрів. Такі цільові параметри визначають масштаб для з'ясування відхилення від заданого критерію, його оцінки, а також встановлення факту появи шансів. У цьому аспекті ризик розглядають як загрозу будь-яких втрат, у тому числі іміджу фірми, фінансових, здоров'я співробітників тощо. Таке масштабне уявлення про ризики – так звана гнучка основа ризик-менеджменту, включає можливість розгляду майбутніх ризиків, що не враховувалися раніше. Наприклад, соціальні, політичні, екологічні ризики.

На основі сказаного вище економічні цілі можуть бути представлені цільовими функціями максимізації прибутку або доходу. Якщо такій функції у відповідність поставлена певна цільова величина Р, то можливість недосягнення цієї величини Р(х)<Ц* може розглядатися як ризик, а можливість перевищення Р(х)>Ц* - як шанс.

Аналогічним чином за допомогою окремих цільових параметрів можна визначити екологічні ризики, які в загальному вигляді можуть бути представлені як емісії підприємствами забруднювачів, що призводять до тих чи інших збитків від забруднення навколишнього середовища.

Наприклад, при призначенні як цільової величини нульового рівня емісії: екологічним ризиком l-го виду є загроза відхилення від нульового рівня емісій (Е* = 0); екологічним ризиком 2-го виду буде вважатися загроза відхилення від деякого заданого рівня емісії. Заданий рівень емісії визначається діючими стандартами, цільовими і плановими показниками підприємства (Е*> 0). Далі, в якості прийнятого рівня екологічного збитку встановлюється таке його значення, яке не перевищує певні стандартні значення.

Реальним екологічним ризиком називається можливість виникнення екологічного ризику 1-го і 2-го видів. Цей ризик не позначається на економічних показниках підприємства до тих пір, поки що виникає еколого-економічний збиток не перевищує прийнятого в суспільстві рівня. Реальний еколого-економічний збиток виникає в тому випадку, коли спостерігається перевищення підприємством рівня емісії шкідливих речовин, прийнятого в діючих нормативах. Перевищення допустимих рівнів впливу на навколишнє середовище може привести до економічно чутливих санкцій, включаючи навіть закриття підприємства, зростання витрат внаслідок збільшення оподаткування, зменшення доходів тощо. В результаті у підприємства виникає деякий економічний ризик, що реалізується у вигляді можливості застосування до підприємства того чи іншого виду санкцій через перевищення встановленого рівня екологічного ризику.

Реальний екологічний ризик і пов'язаний з ним безпосередньо економічний ризик, які в сукупності відображають високий ступінь невизначеності, можна назвати екологічним ризиком підприємства.

Загалом є дві основні ситуації, в яких у підприємства виникають екологічні ризики. Перша виникає у разі, коли і поява екологічного збитку, і його наслідки не визначені. Друга – екологічний збиток від діяльності

підприємства вже настав, але його економічні наслідки для підприємства ще не оцінені. У першому випадку можна говорити про наявність як екологічного, так і економічного ризику. У другому випадку є лише економічний ризик. Отже, у першому випадку є потенційний екологічний збиток, а в другому – фактичний. Для двох описаних ситуацій необхідні різні стратегії та інструменти менеджменту екологічних ризиків.

Існує й інша класифікація, згідно з якою ризик, оцінюваний науковими методами, призводить до визначення об'єктивно вимірюваного збитку. Прикладом такого підходу може стати встановлена ймовірність аварійної ситуації в процесі транспортування небезпечних речовин. У другому випадку ризик можна оцінювати суб'єктивно. При цьому отримуємо суб'єктивно представлений і оцінений ризик, наприклад, небезпека, що поширюється ЗМІ, пов'язана із захворюванням сільськогосподарських тварин, і відповідний цьому збиток.

Зростаючий вплив інформаційних факторів на сучасну економіку і суспільство посилює небезпеку перетворення екологічного ризику в економічний. Прикладом служить транспортування радіоактивних відходів для їх подальшої переробки через території ряду країн. Таке транспортування, в більшості випадків, характеризується не тільки об'єктивно вимірюваною потенційною екологічною загрозою і відповідним цій загрозі екологічним збитком, але і суб'єктивно представляється і оцінюється загрозою. Суб'єктивна оцінка збитку може дуже сильно відрізнятися від наукової оцінки, що викликано, наприклад, впливом ЗМІ, блокуючих дій неформальних організацій, впливом всіляких чуток тощо. Як приклад пригадується випадок з компанією "RegPeg". Спочатку виникла проблема з неналежною якістю виробленої компанією мінеральної води. При цьому збиток від цієї події був вельми скромним. Проте надалі під впливом ЗМІ компанія позбулася довіри з боку споживачів до своєї торгової марки в цілому.

Таким чином, коли фактично завдані збитки виміряно науковими методами, економічний ризик може виникати через зміни поведінки споживачів, які отримали ту чи іншу нову інформацію про ступінь небезпеки продукції, що випускається даним підприємством. Така зміна поведінки споживачів може статися навіть тоді, коли інформація про продукт відповідає діючим в країні екологічним стандартам, але споживачам стають відомі нові факти, які призводять до іншого розуміння ступеня безпеки продукції, яка випускається підприємством. Прикладом може служити широке обговорення, що виникло внаслідок застосування ряду нових хімічних барвників для євровалюти, які в цілому відповідали чинним в країнах Євросоюзу стандартам, але раніше не застосовувалися для грошових знаків.

Необхідною умовою ефективного ризик-менеджменту на підприємстві є наявність добре функціонуючої інформаційної системи у вигляді аналізу сценаріїв, екологічних балансів, методів дослідження наслідків використання технологій, оцінки впливу на навколишнє середовище - ОВНС (англ. Environmental Impact Assessment, EIA), даних екологічного аудиту тощо. Крім

того, для оцінки ризику важлива і відповідна підготовка всієї організації і персоналу підприємства.

15.3 Управління ризиками в портовій діяльності

Відповідно до концепції безпеки населення і навколишнього середовища практична діяльність в області керування ризиком повинна бути побудована так, щоб суспільство в цілому одержувало найбільшу доступну суму природних благ.

У *принципах керування ризиком* закладені стратегічні і тактичні цілі. У стратегічних цілях виражене прагнення до досягнення максимально можливого рівня добробуту суспільства в цілому, а в тактичних – прагнення до збільшення безпеки населення, тривалості життя.

Найважливішим принципом є положення про те, що в керування ризиком повинен бути включений весь сукупний спектр існуючих у суспільстві небезпек, і загальний ризик від них для будь-якої людини і для суспільства в цілому не може перевищувати «прийнятний» для нього рівень. Політика в області керування ризиком повинна будуватися в рамках суворих обмежень на вплив на природні екосистеми, що складаються з вимог про не перевищення величин впливів гранично припустимих екологічних навантажень на екосистеми.

Ризик для людей виражається двома категоріями:

– індивідуальний ризик, обумовлений як імовірність того, що людина піддається небезпекам у ході своєї діяльності;

– соціальний ризик, обумовлений як співвідношення між числом людей, що загинули від однієї аварії, і імовірністю цієї аварії.

Сьогодні оцінка ризику є єдиним аналітичним інструментом, що дозволяє визначити фактори ризику для здоров’я людини, їх співвідношення і на цій базі окреслити пріоритети діяльності по мінімізації ризику. *Оцінка ризику* – це аналіз походження (виникнення) і масштаби ризику в конкретній ситуації. *Керування ризиком* – це аналіз ризикової ситуації, розробка й обґрунтування управлінського рішення, нерідко у формі правового акту, спрямованого на мінімізацію ризику.

Розроблено кілька *стратегій управління екологічною безпекою*:

– запобігання виникненню катастроф аж до відмови від продукції небезпечних виробництв, закриття аварійних об'єктів;

– недопущення надзвичайних ситуацій, коли неможливо відвернути заподіяну катастрофу (будівництво захисних споруд, дамб, створення підземної інфраструктури, завчасна евакуація населення);

– пом'якшення наслідків катастроф, упровадження стабілізаційних компенсаційних заходів.

Стратегія управління екологічною безпекою має спиратися на концепцію прийнятного (ненульового) ризику. Згідно з нею не тільки вивчають чинники і джерела підвищеного ризику, а й передбачають перебіг подій, оцінювання наслідків природних і техногенних катастроф. У багатьох випадках це дає змогу уникнути значних катастроф, знайшовши альтернативні рішення.

Взаємодія людини з природою, так називаний антропогенний тиск на екологію, привело до того, що однієї з глобальних проблем дійсного часу стала проблема екологічної безпеки людини. Актуальне питання: яким чином запобігти або звести до мінімуму важкі наслідки надзвичайних ситуацій, обумовлених аваріями, забрудненням і руйнуванням біосфери, стихійними лихами.

Концепція абсолютної безпеки до недавнього часу була фундаментом, на якому будувалися нормативи безпеки в усім світі. Для запобігання аварій упроваджувалися додаткові технічні пристрої – інженерні системи безпеки, приймалися організаційні заходи, що забезпечують високий рівень дисципліни, строгий регламент роботи. Вважалося, що такий інженерний підхід дозволяє виключити будь-яку небезпеку для населення і навколишнього середовища.

Будь-яка діяльність людини супроводжується використанням енергії, взаємодією його зі складними технічними системами. Стан захисту людини і навколишнього середовища оцінюється надійністю й ефективністю технічних систем безпеки, а не показниками, що характеризують стан здоров’я і якість навколишнього середовища, тобто носить чисто галузевий, інженерний характер. Якщо продовжувати вкладати усе більше і більше засобів у технічні системи запобігання аварій, то буде урізане фінансування соціальних програм, що приведе до скорочення середньої тривалості життя людини і знижена її якість.

Тому співтовариство прийшло до розуміння неможливості створення «абсолютної безпеки», і варто прагнути до досягнення такого рівня ризику від небезпечних факторів, якому можна розглядати як «прийнятний». Його прийнятність повинна бути обґрунтована виходячи з економічних і соціальних розумінь. В усіх розвитих країнах існує стійка тенденція застосування концепції «прийнятного ризику».

Поняття «екологічний ризик» може бути сформульоване як відношення величини можливого збитку, вираженого в числі смертельних випадків від впливу шкідливого екологічного фактору за визначений інтервал часу до нормованої величини інтенсивності цього фактору. Таким чином, головна увага при визначенні екологічного ризику повинна бути спрямоване на аналіз співвідношення шкідливих екологічних наслідків, що закінчуються смертельними випадками, і кількісної оцінки як сумарного шкідливого екологічного впливу, так і його компонентів.

Суспільна прийнятність екологічного ризику, пов’язаного з різними видами діяльності, визначається економічними, соціальними і психологічними факторами. *Оцінювання екологічного ризику передбачає*:

– вивчення сценаріїв можливих аварій і їхніх наслідків для навколишнього середовища і населення;

– аналіз заходів запобігання наслідкам аварій та їх обмеження;

– обчислення ймовірних збитків, завданих діяльністю підприємства;

– деталізацію засобів зменшення збитків;

– оцінювання впливу на середовище залишкового забруднення;

– систему інформування наглядових організацій і громадян про можливу аварію.

Для *оцінювання екологічного ризику використовують такі методи*:

1) інженерний – основні зусилля зосереджують на збиранні статистичних даних про аварії та пов'язані з ними викиди токсичних речовин у навколишнє середовище з метою розрахунку ймовірності аварій;

2) модельний – розробляють математичні моделі процесів, які призводять до появи небезпек для людини та довкілля внаслідок використання шкідливих хімічних речовин та сполук;

3) експертний – якщо статистичних даних недостатньо або деякі принципові залежності не з'ясовано, то звертаються по допомогу до експертів, які оцінюють наслідки подій, пов'язаних з аналізом ризику;

4) соціологічний – визначають рівень ризику для різних груп населення.

Незалежно від причин виникнення ризиків природним є бажання кожного суб'єкта, в даному випадку порту, зменшити можливі втрати, пов'язані з реалізацією даного ризику. Це здійснюється шляхом прийняття управлінських рішень, у ході реалізації яких і відбувається управління ризиком, що називається також у контексті бізнесу ризик-менеджментом. *Управління ризиком (ризик-менеджмент) –* процес прийняття та виконання управлінських рішень, які мінімізують несприятливий вплив на організацію, спричинених випадковими подіями.

Ключовими словами в даному визначенні є наступні:

- процес - управління ризиком не є одномоментним актом, а має бути "вбудований" в загальний процес прийняття управлінських рішень;

- випадкові події - управління ризиком пов'язане з непередбаченими подіями (з реалізацією економічного ризику), про настання яких не можна знати заздалегідь з повною вірогідністю;

- несприятливий вплив - випадкові події важливі не самі по собі, а лише тоді, коли наслідки цих подій негативно впливають на результати підприємств портової діяльності;

- мінімізують - результатом управлінських зусиль повинно бути зниження негативного ефекту, викликаного непередбаченими подіями (реалізацією економічного ризику).

Дане визначення сформульовано у найбільш загальній формі незалежно від специфіки ризику. Тому *управління ризиком*, яке розуміється таким чином, *може здійснюватися на різних рівнях*:

- на державному рівні (наприклад, система цивільного захисту населення);

- на рівні порту (зокрема, програма заходів по забезпеченню стійкості його бізнесу);

- на індивідуальному рівні (особисте страхування і страхування особистого майна).

Хоча управління ризиком базується на загальних принципах, цей процес має свою специфіку на кожному рівні. З огляду на можливість появи для окремої виробничо-господарської одиниці великих втрат, пов'язаних з реалізацією економічного ризику, проблема управління ризиками на рівні порту стає особливо актуальною.

У світовій та вітчизняній спеціальній літературі поняття "управління ризиками" (ризик-менеджмент) використовується в широкому та вузькому значеннях. У широкому розумінні управління ризиком (ризик-менеджмент) є мистецтво і наука про забезпечення умов успішного функціонування будь-якої виробничо-господарської одиниці в умовах ризику. У вузькому сенсі управління ризиком (ризик-менеджмент) являє собою процес розробки та впровадження програми зменшення будь-яких випадково виникаючих збитків порту.

Розглянемо властивості системи управління ризиком як такої.

1. *Системний характер управління ризиком*. Ця властивість дуже важлива, так як передбачає комплексний розгляд сукупності всіх ризиків як єдиного цілого, з урахуванням всіх взаємозв'язків і можливих наслідків. Крім одержання загальної картини, це дозволяє врахувати не тільки вплив інструментів управління ризиком на той ризик, для боротьби з яким вони призначені, але й їхній вплив (позитивний або негативний) на інші ризики в залежності від їх місця і зв'язків усередині системи, а також появи нових ризиків. Таке дослідження передбачає розгляд таких аспектів управління ризиком, як:

- цілісність, тобто орієнтація на загальну оцінку сукупності ризиків і боротьбу з негативними наслідками їх реалізації з урахуванням характеру взаємозв'язку між цими ризиками;

- комплексність, тобто необхідність обліку складності об’єкта управління (сукупності ризиків), включаючи взаємозв’язок між ризиками, всілякі наслідки прояви ризику і особливості впливу пропонованих процедур на ризик (у тому числі ситуацій, коли боротьба з одними ризиками породжує інші);

- здатність системи до інтеграції нових елементів, тобто можливість гнучкого реагування всієї системи на появу нових ризиків, у тому числі і породжених самою системою управління ризиком.

2. *Складна структура системи управління ризиком*. Дана властивість має на увазі не тільки необхідність одночасного аналізу великої кількості ризиків різної природи, тобто значну неоднорідність сукупності ризиків, але й особливості взаємозалежності між ризиками, а також можливість її використання для вирішення проблем різного рівня. Крім того, ця властивість припускає вивчення характеру і ступеня впливу великого числа факторів на розвиток ризикової ситуації і виникнення несприятливих наслідків в порту.

При такому дослідженні необхідно враховувати наступні аспекти системи управління ризиком в портовій діяльності:

- багатофункціональність та універсальність, тобто здатність боротися з ризиками різної природи і різними наслідками їх реалізації;

- модульність, тобто можливість використання різних сполучень процедур управління ризиком у різних ситуаціях, що дозволяє врахувати специфіку конкретної ситуації і при необхідності настроїти зазначену систему на вирішення індивідуальних потреб користувачів;

- багаторівневість, тобто забезпечення відповідної ієрархічної структури прийняття рішень, яка забезпечує адекватний розподіл повноважень та відповідальності.

3. *Висока результативність системи управління ризиком*. Ця властивість відображає здатність досліджуваної сукупності заходів до зниження можливості виникнення несприятливих подій та / або до подолання їх наслідків. Зазначена система, очевидно, повинна оперативно реагувати на зміну умов, тобто повинна мати розвинені контури зворотного зв'язку, а крім того, генерувати і втілювати в життя дієві рішення, орієнтовані на досить швидке досягнення шуканого результату (зменшення економічних втрат). Для забезпечення подібних вимог передбачається відповідність системи управління ризиком таким аспектам, як:

- гнучкість та адаптивність, тобто здатність пристосовуватися до швидко змінюваних умов, висока швидкість реагування, здатність швидко справлятися з несприятливими ситуаціями;

- адекватність, тобто відповідність реалізованих процедур управління ризиком конкретної ситуації, що виражається у здатності оперативно виділяти всі ресурси, необхідні для досягнення поставлених цілей;

- ефективність, тобто здатність долати негативні наслідки виникнення несприятливих ситуацій при мінімальному обсязі відповідних ресурсів. Зокрема, система управління ризиком повинна забезпечувати чистий ефект: витрати на ризик-менеджмент і розмір можливого збитку після виконання процедур і методів управління ризиком повинні бути менше потенційного збитку до проведення заходів щодо захисту фірми від ризику.

Перераховані вище властивості системи управління ризиком є загальними, універсальними. Однак, система управління ризиком має певну специфіку, пов'язану з особливостями об'єкта, цілей та методів управління, що знаходить своє відображення в основних принципах, на яких ґрунтується управління ризиком.

До *основних принципів управління ризиками на рівні порту* можуть бути віднесені наступні:

- система управління ризиком є частиною процедур загального менеджменту порту, що означає її відповідність стратегії розвитку порту та інституційним особливостям його функціонування;

- особливості системи управління ризиком позначаються на його цілях та завданнях, що має на увазі високоспеціалізований характер прийняття рішень в рамках системи управління ризиком;

- при управлінні ризиком слід враховувати зовнішні і внутрішні обмеження, що означає узгодження відповідних спеціальних заходів з можливостями та умовами функціонування порту;

- щодо всієї сукупності ризиків повинна проводитися єдина політика з управління ризиком, що потребує комплексного і одночасного управління всіма ризиками;

- процес управління ризиком носить динамічний характер, що пов'язано з безперервним характером прийняття рішень, що стосуються управління ризиком.

Ці основні принципи характеризують особливості системи управління ризиком і в цілому проявляються на практиці у всіх випадках. При цьому їх конкретна реалізація може бути різною.

Головною метою системи управління ризиками є забезпечення успішного функціонування порту в умовах ризику і невизначеності. Це означає, що навіть у випадку виникнення економічного збитку реалізація заходів з управління ризиком повинна забезпечити порту можливість продовження операцій, їх стабільності та стійкості відповідних грошових потоків, підтримки прибутковості та зростання порту, а також досягнення інших цілей. Таким чином, програма управління ризиками, будучи вбудованою в загальну систему прийняття управлінських рішень, носить службовий, підпорядкований характер по відношенню до основної діяльності порту. Як вже підкреслювалося, цілі та завдання системи управління ризиками повинні бути узгоджені з цілями та місією порту, а пропоновані методи боротьби з ризиками – адекватні бізнесу даної господарської одиниці. Крім головної мети, система управління ризиком в портовій діяльності має ряд допоміжних цілей. Перш за все, до них можна віднести наступні:

- забезпечення ефективності операцій Досягнення цієї мети означає отримання економії на витратах з урахуванням можливого випадкового збитку, тобто передбачає збільшення витрат на проведення заходів з управління ризиком з метою певної захисту від занадто великих втрат, які хоча й виникають з невеликою ймовірністю;

- встановлення відповідного рівня невизначеності у відношенні виникнення можливих збитків. Ця мета передбачає зниження ризику до прийнятного рівня, якщо від нього не можна позбутися повністю;

- законність дій. Це дуже важлива мета, так як незаконні дії, можливо, захищаючи від одних ризиків, будуть провокувати виникнення інших, і такий підхід буде суперечити головній меті системи управління ризиком;

- інші цілі. Склад і зміст подібних цілей залежить від специфіки бізнесу, який захищається та заходів з управління ризиками. Прикладом можуть служити гуманітарні цілі, тобто відповідність пропонованих заходів суспільно прийнятним етичним нормам.

Таким чином, в залежності від специфіки ризиків і заходів по управлінню ними в порту виникає певна ієрархія цілей системи управління ризиками. Тим не менш, взаємовідносини між даними цілями більш складні, ніж досить просте ієрархічне впорядкування. У зв'язку з цим при розробці системи цілей управління ризиком повинні виконуватися наступні додаткові вимоги:

- слід визначити ступінь необхідності їх реалізації, тобто впорядкувати цілі у відповідності з їх пріоритетністю, і встановити, як можуть вплинути на діяльність порту різні групи цілей, виділені за таким критерієм;

- необхідно оцінити потребу в ресурсах для досягнення цілей. Забезпечення одних цілей потребує великих зусиль і ресурсів, ніж інших, так що облік цієї обставини є надзвичайно важливим для розуміння можливостей системи управління ризиком та її цілей;

- необхідно враховувати взаємозв'язок і суперечливість цілей, тобто брати до уваги той факт, що досягнення одних цілей може сприяти або, навпаки, перешкоджати досягненню інших. Іншими словами, облік внутрішніх зв’язків між досліджуваним цілями дозволяє підвищити ефективність всієї системи управління ризиком порту.

Задачі системи управління ризиком в портовій діяльності конкретизують поставлені цілі. Задачі виявлення можливих економічних ризиків є вихідним пунктом всієї системи управління ризиками, тому що саме тут визначається, з чим зіткнеться менеджер по ризиках, які дії він може зробити і наскільки вони будуть ефективними. На основі цього ставиться завдання виявлення впливу економічних ризиків на діяльність порту. Це забезпечує інформаційну базу для подальшого процесу прийняття рішень. Визначення принципів і процедур управління ризиком та оцінка фінансових втрат, пов'язаних з економічними ризиками, визначають відповідно методологічні та фінансові межі можливих заходів. Центральної групою завдань є формування та реалізація програми керування ризиком, що включає перелік заходів щодо зниження та ліквідації несприятливих наслідків і критерії результативності їх реалізації. Нарешті, рішення задач оцінки ефективності цих заходів забезпечує зворотний зв'язок з перерахованими задачами.

Успішне функціонування системи управління ризиком неможливо без урахування обмежень зовнішнього середовища і внутрішніх особливостей її розвитку. Обмеження першого типу будемо називати зовнішніми, а другого - внутрішніми. Розуміння менеджерами особливостей подібних обмежень дозволяє зробити процес прийняття рішень більш ефективним. Тому їх дослідження є важливим етапом процедур ризик-менеджменту.

Зовнішні обмеження системи управління ризиком. Зовнішні обмеження пов'язані з факторами, на які менеджери порту не можуть впливати (принаймні, безпосередньо). Такі обмеження можуть проявлятися в наступних формах:

1) законодавчі обмеження. Подібні обмеження зовнішньої середовища можуть бути представлені законодавчими та нормативними актами, що відображають методи макро- та мікроекономічного регулювання;

2) обмеження, пов'язані з зобов'язаннями контрагентів та зобов'язаннями перед ними. Під контрагентами в даному випадку розуміються суб'єкти, з якими порт зіштовхується в процесі свого функціонування. Це можуть бути партнери, працівники, клієнти тощо. Прикладами таких зобов'язань можуть бути видача або отримання кредитів, борги підприємств портової діяльності тощо. Наявність подібних зобов'язань може по-різному впливати на потенційні ризики порту;

3) кон'юнктурні обмеження. Ці обмеження пов'язані з особливостями макроекономічних процесів і специфікою розвитку тих чи інших ринків. Зокрема, ризик втрати фінансової стійкості посилюється в певних фазах бізнес-циклу, а саме в умовах рецесії і спаду, тому можливості зниження цього ризику в такі періоди зменшуються.

Внутрішні обмеження системи управління ризиком. Внутрішні обмеження пов'язані з особливостями функціонування порту і прийняття управлінських рішень. Тому аналіз обмежень цього типу дозволяє менеджеру усвідомити, які вузькі місця є при управлінні ризиком. До внутрішніх обмежень можна віднести наступні:

1) інституційні обмеження, тобто обмеження, зумовлені специфікою функціонування різних підрозділів порту і механізмами їх взаємодії, цілями та традиціями порту в цілому, а також стилем управління. Всі ці чинники справляють істотний вплив на прийняття рішень в галузі управління ризиком (наприклад, особливості менеджменту можуть вплинути на вибір тих чи інших методів управління ризиком);

2) бюджетні обмеження, тобто наявність меж фінансування заходів з управління ризиком. Ризик-менеджмент є тільки частиною (нехай навіть доволі суттєвою) діяльності порту, тому він повинен підкорятися загальним обмеженням на витрати. Це означає, що порт не може витратити на заходи з управління ризиком більше, ніж це передбачено виділеним на ці цілі бюджетом. Тому склад цих заходів буде суттєво визначатися даною обставиною;

3) інформаційні обмеження, тобто вплив на процес прийняття рішень дефіциту інформації, який може виявлятися як у обсязі, так і в складі доступних даних. Відсутність інформації або помилки в її змісті призводять до неправильних рішень у сфері управління ризиком, що робить інформаційне забезпечення надзвичайно важливим елементом ризик-менеджменту.

Послідовність і зміст процесу управління ризиками складається із таких етапів:

1 етап. Планування. На даному етапі варто розробити мети, задачі і план управління ризиками.

2 етап. Ідентифікація ризиків. Головною метою етапу є одержання опису ризиків реалізації проекту порту.

3 етап. Аналіз і оцінка ризиків. На даному етапі необхідно на підставі результатів етапу ідентифікації описати вихідну ситуацію і кількісно оцінити виявлені ризики.

4 етап. Ухвалення рішення про прийнятність і доцільність зниження ризиків. Ухвалення рішення здійснюється за допомогою ранжирування ризиків на прийнятні, виправдані і критичні, виходячи з даних, отриманих у результаті проведення кількісного аналізу.

5 етап. Розробка стратегії і тактики керування ризикам. Виходячи з отриманої класифікації, для кожного рівня ризику виробляється вибір стратегії управління.

Для пом’якшення ступеня ризику необхідно комплексне використання таких способів: самострахування, страхування, диверсифікованості, лімітування.

6 етап. Моніторинг ризиків. Ціль моніторингу – підтримувати встановлений порядок дій по обробці ризиків і здійснювати необхідне коректування прийнятих рішень у процесі реалізації проекту.

7 етап. Ефективність управління ризиками. Після визначення співвідношення прибутковість/ризик і вироблення стратегії мінімізації ризиків проекту доцільно проаналізувати ефективність керування портовими ризиками.

8 етап. Ретроспективний аналіз. Проведення такого аналізу вважається обґрунтованим, тому що аналіз дає можливість порівняти плановані і досягнуті результати регулювання ризиків, врахувати отриманий досвід для оптимізації процесу керуванню ризиками в майбутньому.

9 етап. Документування. Варто зберегти основні рішення і результати здійснюваних дій у процесі управління ризиками. Можливі дії: складання звіту по управлінню ризиками, збереження інформації з ризиків у базі даних, формування рейтингу ризиків.

Управління ризиком є динамічний процес.

Управління екологічним ризиком передбачає прийняття комплексу рішень: політичних, соціальних, технічних, економічних і спрямованих на зниження ризику до прийнятного рівня. Для аналізу ризику, встановлення його припустимих меж у зв'язку з вимогами безпеки і прийняттям управлінських рішень необхідні:

– інформаційна система, що дасть змогу оперативно контролювати існуючі джерела небезпеки і стан об'єктів можливого ураження;

– звітність про передбачувану господарську діяльність, проекти, технічні рішення, що можуть впливати на рівень екологічної безпеки, а також програми для вірогідного оцінювання пов'язаного з нею ризику;

– експертиза безпеки і складання альтернативних проектів та технологій, що є джерелами ризику;

– розроблення техніко-економічної стратегії посилення безпеки і з'ясування оптимальної структури витрат для управління величиною ризику;

– складання ризикологічних прогнозів і аналітичне визначення рівня ризику, за якого припиняється зростання кількості екологічних уражень;

– вплив на суспільну думку і пропаганда наукових даних про рівні екологічного ризику.

З'ясовуючи рівень екологічного ризику, також обов'язково оцінюють прогнозований стан здоров'я людей і можливу кількість постраждалих, біоту за біологічними інтегральними показниками, вплив забруднювальних речовин на людину і навколишнє середовище.

16 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИПОРТОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

16.1 Оцінка екологічних ризиків припортової діяльності пов’язаних з викидами забруднювальних речовин в атмосферне повітря

Забруднення приземного шару атмосферного повітря (ПШАП) – це привнесення в атмосферне повітря нових не характерних для нього фізичних, хімічних і біологічних речовин або зміна їх природної концентрації.

За джерелами забруднення виділяють два види забруднення атмосферного повітря: природне, штучне. За характером забруднювача забруднення атмосфери буває трьох видів:

- фізичне – механічне (пил, тверді частки), радіоактивне (випромінювання та ізотопи), електромагнітне (різні види електромагнітних хвиль, в т.ч. радіохвилі), шумове (різні гучні звуки та низькочастотні коливання) та теплове забруднення (наприклад, викиди теплого повітря та тому подібне);
- хімічне – забруднення газоподібними речовинами та аерозолями. Основні хімічні забруднювачі атмосферного повітря це оксид вуглецю (IV), оксиди азоту, діоксид сірки, вуглеводні, альдегіди, важкі метали (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr), аміак, атмосферний пил і радіоактивні ізотопи;
- біологічне – в основному забруднення мікробної природи. Наприклад, забруднення повітря вегетативними формами та спорами бактерій і грибів, вірусами їх токсинами та продуктами життєдіяльності.

Основні забруднювачі – оксид вуглецю; оксиди азоту; діоксид сірки; вуглеводні; альдегіди; важкі метали (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr); аміак; атмосферний пил; радіоактивні ізотопи.

Окис вуглецю (CO) – безбарвний газ, що не має запаху, відомий під назвою «чадний газ». Утворюється в результаті неповного згорання викопного палива (вугілля, газу, нафти) в умовах браку кисню та при низькій температурі. При вдиханні чадний газ за рахунок наявного в його молекулі подвійного зв'язку утворює міцні комплексні з'єднання з гемоглобіном крові людини й тим самим блокує надходження кисню в кров.

Двоокис вуглецю (CO_2) або вуглекислий газ – безбарвний газ з кислуватим запахом і смаком, продукт повного окислення вуглецю. Є одним з парникових газів.

Діоксид сірки (SO_2) (діоксид сірки, сірчистий ангідрид) – безбарвний газ з різким запахом. Утворюється в процесі згорання сірковмісних викопних

видів палива, в основному вугілля. Загальносвітовий викид SO_2 оцінюється в 190 млн. тон в рік. Тривала дія діоксиду сірки на людину та теплокровних тварин приводить спочатку до втрати смакових відчуттів, обмеженого дихання, запалення або набряку легенів, перебоїв в сердечно-судинної діяльності, порушення кровообігу та зупинки дихання.

Оксиди азоту (оксид і діоксид азоту) – газоподібні речовини: монооксид азоту NO і діоксид азоту NO_2 об'єднуються однією спільною формулою NO_x. Чим вища температура згорання, тим інтенсивніше йде утворення оксидів азоту.

Іншим джерелом оксидів азоту є підприємства, що виробляють азотні добрива, азотну кислоту та нітрати, анілінові фарбники, нітросполуки. Кількість оксидів азоту, що надходить в атмосферу, складає 65 млн. тон на рік. Від загальної кількості оксидів азоту, що викидаються в атмосферу, на транспорт припадає 55 %, на енергетику – 28 %, на промислові підприємства – 14 %, на дрібних споживачів і побутовий сектор – 3 %.

Озон (O_3) – газ з характерним запахом, сильніший окиснювач, ніж кисень. Його відносять до найбільш токсичних з усіх звичайних домішок, що забруднюють повітря. У нижньому атмосферному шарі озон утворюється в результаті фотохімічних процесів за участю діоксиду азоту та легких органічних сполук.

Вуглеводні – хімічні сполуки вуглецю та водню. До них відносять тисячі різних речовин, що забруднюють атмосферу, містяться в недопаленому бензині, рідинах, вживаних в хімчистці, промислових розчинниках тощо.

Свинець (Pb) – сріблясто-сірий метал, токсичний в будь-якій відомій формі. Широко використовується для виробництва фарб, боєприпасів, друкарського сплаву та тому подібне. Близько 60% світового видобутку свинцю щорік витрачається для виробництва кислотних акумуляторів. Проте основним джерелом (близько 80%) забруднення атмосфери з'єднаннями свинцю є вихлопні гази транспортних засобів, в яких використовується етильований бензин.

Промисловий пил залежно від механізму утворення підрозділяється на такі 4 класи:

- механічний пил – утворюється в результаті подрібнення продукту в ході технологічного процесу;
- перегони – утворюються в результаті об'ємної конденсації пари речовин при охолоджуванні газу, що пропускається через технологічний апарат, установку або агрегат;
- легка зола – що міститься в димовому газі в зваженому стані залишок палива, що не згорає, утворюється з його мінеральних домішок при горінні;
- промислова сажа – вхідний до складу промислового викиду твердий високодисперсний вуглець, утворюється при неповному згоранні або термічному розкладанні вуглеводнів.

Оскільки показники фізичного та хімічного забруднення виражені в абсолютних і відносних величинах мають різні одиниці виміру, то на другому

кроці потрібно привести величини до однієї розмірності. Для цього пропонується використати метод оцінки індексу якості атмосферного повітря (Air Quality Index – AQI, що використовує Агентство з охорони НС Сполучених штатів Америки, щоб повідомити про якість повітря). Даний індекс – це інструмент надання інформації про забруднення атмосферного повітря для широкої громадськості. Індекс якості атмосферного повітря розраховується на основі індексів концентрацій п'яти забруднюючих речовин: O_3, зважених часток, CO, SO_2 і NO_2. AQI ділиться на шість категорій, що вказують на рівень екологічної небезпеки атмосферного повітря для здоров'я населення.

На відміну від американського методу, де за межі інтервалу беруться відповідні рівні забруднюючої речовини, пропонується використовувати інтервали кратності перевищення показників забруднення атмосферного повітря до їх нормативного значення, що включає визначення рівня забруднення та ступеня його небезпеки відповідно до таблиці 16.1.

Індекс небезпеки атмосферного повітря пропонується розраховувати за формулою 16.1:

$$I_{НАП} = \frac{I_В - I_Н}{M_М - M_Н} \cdot (К_Р - M_Н) + I_Н, \qquad (16.1)$$

де $I_{НАП}$ – значення індексу небезпеки ПШАП;

Таблиця 16.1 – Шкала оцінки рівня небезпеки атмосферного повітря

Рівень забруднення	Ступінь небезпеки	Кратність перевищення
Допустимий	Безпечний	<1
Недопустимий	Слабко небезпечний	>1-2
Недопустимий	Помірно небезпечний	>2-4,4
Недопустимий	Небезпечний	>4,4-8
Недопустимий	Дуже небезпечний	>8

$K_Р$ – кратність перевищення нормативного значення гранично допустимої концентрації (ГДК);

$M_В$ – межа перевищення кратності нормативного значення ГДК, більша або рівна $K_Р$;

$M_Н$ – межа перевищення кратності нормативного значення ГДК, менше $K_Р$;

$I_В$ – значення індексу якості, відповідне $M_В$;

$I_Н$ – значення індексу якості, відповідне $M_Н$.

Якщо на посту метеорологічного спостереження зафіксовано перевищення концентрації більше ніж для одної забруднювальної речовини, тоді якість ПШАП визначається за максимальним індексом небезпеки ПШАП.

В таблиці 16.2 наведено межі та кратність рівня забруднення для хімічних і фізичних чинників. Відповідно до значення індексу небезпеки ПШАП привласнюється відповідний опис.

Таблиця 16.2 – Шкала меж і кратності рівня забруднення для хімічних чинників.

Бал	Стан	Кратність перевищення нормативного значення	Рівень забруднення
0-85	Безпечний рівень	< 1	Допустимий
> 85-170	Помірний рівень	1-2	Недопустимий
> 170-255	Небезпечний рівень для чутливої групи населення	> 2-4,4	Недопустимий
> 255-425	Небезпечний рівень для всіх груп населення	> 4,4-8	Недопустимий
> 425	Дуже небезпечний рівень	> 8	Недопустимий

Якщо на посту спостереженням за забрудненням (ПСЗ) зафіксовано перевищення більше ніж для однієї забруднюючої речовини, тоді ЕБ ПШАП визначається за показником максимального індексу. Для спрощення розрахунків потрібно вибирати максимальне значення індексу небезпеки атмосферного повітря в точці виміру, нормативні межі яких перевищує гранично допустимий рівень.

16.2 Оцінка екологічних ризиків припортової діяльності пов’язаних із складуванням відходів

Оцінку екологічних ризиків припортової діяльності пов’язаних із складуванням відходів розглянемо на прикладі морського торговельного порту Чорноморськ.

З 30.10.2013 року вступили в силу зміни до Постанови КМУ №1218 «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів». Найбільшої уваги заслуговує внесення змін до п.8.

До категорій власників, які звільняються від одержання лімітів на утворення та розміщення відходів, належать власники відходів вторинної сировини, які провадять статутну діяльність із збирання і заготівлі таких відходів. Власники відходів, які не підлягають включенню до реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 31 серпня 1998 р. N 1360 (1360-98-п) «Про затвердження Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів» (Офіційний вісник України, 1998 р., N 35, ст. 1307). Критерії прописані в Порядку ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів. Критерієм включення об`єктів утворення до реєстру є показник загального утворення відходів (ПЗУВ), який розраховується за формулою:

$$ПЗУВ = 5000 \times М1 + 500 \times М2 + 50 \times М3 + 1 \times М4, \quad (16.2)$$

де М1, М2, М3, М4 - умовні одиниці, значення яких дорівнюють кількості утворених відходів за класами небезпеки (1, 2, 3, 4 класи відповідно).

До реєстру включаються об'єкти, для яких показник загального утворення відходів перевищує граничне значення (Пгз), що дорівнює 1000 умовних одиниць на рік. Критерієм включення ООУВ до реєстру є показник загального обсягу оброблення чи утилізації відходів, який не може бути меншим 100 тон на рік.

Тобто для об'єктів утворення відходів:

- при ПЗУВ більшому за 1000 умовних одиниць, згідно ЗУ "Про відходи" ст. 17 підприємство повинно мати дозвіл на здійснення операцій у сфері поводження з відходами;

- ПЗУВ від 50 до 1000 умовних одиниць – підприємство звільняється від отримання дозволу на здійснення операцій у сфері поводження з відходами. Однак підприємство зобов'язане щорічно подавати декларацію про відходи;

- ПЗУВ менший 50 умовних одиниць – підприємство звільняється від отримання дозволу на здійснення операцій у сфері поводження з відходами та від зобов'язання подавати декларацію про відходи.

З метою оцінки ризиків припортової діяльності, які пов'язані із складуванням відходів на території Морського торговельного порту Чорноморськ необхідно виконати розрахунок показника загального утворення відходів за період 2014-2017 рр.

Вихідна інформація про утворення відходів різних класів небезпеки з вказаним кодом відходів за класифікатором (ДК 005-96) на території порту за 2014-2017 рр. подана в табл. 16.3 та репрезентована графічно на рис. 16.1.

Таблиця 16.3 – Утворення відходів різних класів небезпеки на території ІФ ДП «АМПУ» за 2014-2017 рр.

	Код відходів за класифікатором (ДК 005-96)	Клас небезпеки відходів
Лампи люмінісцентні відпрацьовані	7710.3.1.26	1
Батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані	6000.2.9.04	2
Масла та мастила моторні, трансмісійні зіпсовані або відпрацьовані	6000.2.8.10	3
Відходи стабілізовані або затверділі за допомогою матеріалу зв'язувального неорганічного	9010.2.3.02	3
Шпали залізничні некондиційні	2000.3.1.16	3
Матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані або забруднені	7730.3.1.06	4
Шини, відпрацьовані або забруднені	6000.2.9.03	4

Брухт чорних металів інший	7710.3.1.08	4
Брухт кольорових металів	7710.3.1.09	4
Деревина та вироби з деревини	7710.3.1.10	4
Макулатура паперова та картон	7710.3.1.01	4
Матеріали пакувальні пластмасові зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені	7710.3.1.05	4
Відходи перевезень	6000.2.9.22	4
Відходи комунальні змішані, сміття з урн	7720.3.1.01	4
Відходи будівництва	4510.2.9.09	4
Залишки очищення резервуарів	6000.1.9.17	3

З рисунку видно, що у портовій діяльності утворюються відходи усіх чотирьох класів небезпеки. Найбільше по масі утворюється відходів 4-го класу небезпеки, а саме: комунальних відходів, відходів перевезення, будівництва, брухту чорних та кольорових металів.

До 3-го класу небезпеки із переліку відходів, які утворюються відносяться: масла та мастила моторні, відходи стабілізовані або затверділі, шпали залізничні некондиційні та залишки очищення резервуарів.

До відходів 2-го класу відносяться тільки батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані, а до 1-го - лампи люмінісцентні відпрацьовані.

Для розрахунку показника загального утворення відходів вихідна інформація попередньо була перерахована у загальну кількість відходів (у тонах) різних категорій для кожного року дослідження.

За формулою (16.1) розраховуємо показник загального утворення відходів на території Морського торговельного порту Чорноморськ за 2014-2017 роки:

ПЗУВ2014 = 5000 х 0,3 + 500 х 0,6 + 50 х 28,2 + 1 х 1906,4 = 5116,4;
ПЗУВ2015 = 5000 х 0,3 + 500 х 1,7+ 50 х 3,8+ 1 х 1812,8 = 4352,8;
ПЗУВ2016 = 5000 х 0,3 + 500 х 0,9+ 50 х 0,1+ 1 х 2186,5 = 4141,5;
ПЗУВ2017 = 5000 х 0,4 + 500 х 2,0+ 50 х 0,7+ 1 х 2187,3 = 5222,3.

Отже згідно Закону України “Про відходи” ст.17 підприємство повинно мати дозвіл на здійснення операцій у сфері поводження з відходами, так як ПЗУВ у всіх випадках перевищує значення у 1000 одиниць. Морський торговельного порт Чорноморськ має такий дозвіл, а отже реалізує свою діяльність у межах законодавства.

Аналізуючи результати розрахунку ПЗУВ слід відмітити, що найменше значення мав цей показник у 2016 році, а найбільше – у 2017 році. З 2014 на 2015 рік відмічається зменшення значення показника загального утворення відходів, а з 2016 на 2017 рік – збільшення більш ніж на 1000 одиниць. Це свідчить про підвищення екологічних ризиків для навколишнього природного середовища, які пов’язані із утворенням та складуванням відходів.

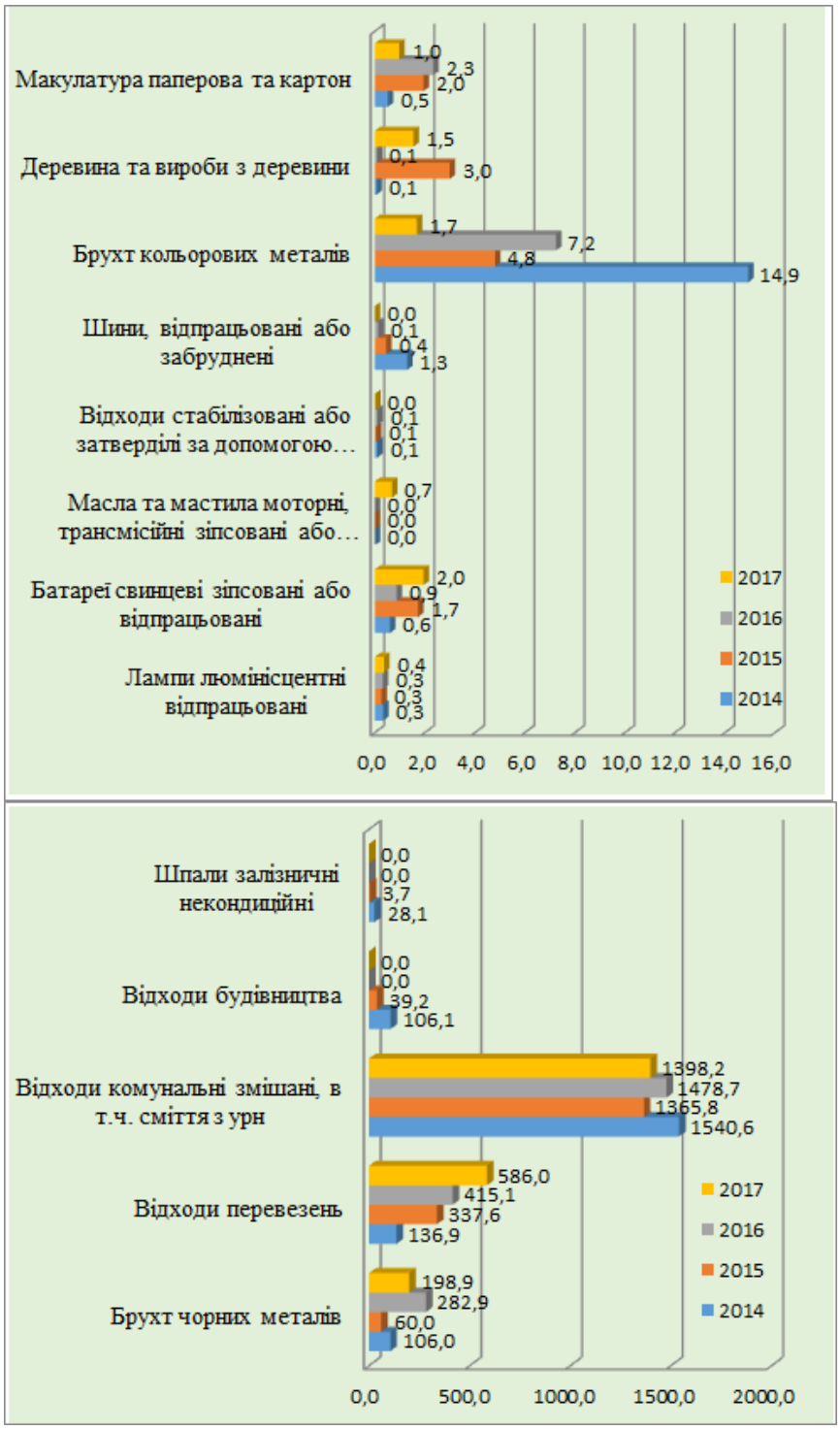


Рисунок 16.1 – Утворення відходів різних класів небезпеки на території Морського торговельного порту Чорноморськ за 2014-2017 рр.

У Програмі заходів з забезпечення вимог екологічної безпеки ДП «АМПУ» на 2020-2038 роки одним із завдань є поводження з відходами, яке реалізується у межах задачі «Імплементація вимог Директиви 2000/59/ЄС від 27.11.2000 "Про портове приймальне обладнання для корабельних відходів та залишків вантажу"» шляхом обладнання для приймання твердих забруднюючих речовин (що утворюються в результаті діяльності суден) у морських портах.

Література

1. Екологічна безпека та економіка: монографія/М.І. Сокур, В.М. Шмандій, Є.К. Бабець, В.С. Білецький, І.Є. Мельнікова, О.В. Харламова, Л.С. Шелудченко. –Кременчук, ПП Щербатих О.В., 2020– 240 с.
2. Зеркалов Д. В., Ткачук К. Н., Ткачук К. К. Інженерна екологія: проблеми, моніторинг, управління. [Електронний ресурс] : Монографія / Д. В. Зеркалов, К. Н. Ткачук, К. К. Ткачук – Електрон. дані. – К. : Основа, 2011. 582 с.
3. Транспортна екологія: навчальний посібник / О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М. Маджд; за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К.: НАУ, 2017. – 507 с.
4. Екологічний ризик: методологія оцінювання та управління: Навч. посібник / Г.В.Лисенко, Г.А.Хміль, С.В.Барбашев, Ю.Л.Забулонов, Ю.Є.Тищенко. – К.: Наук. Думка, 2014. 328 с.
5. Екологія: підручник. За загальною редакцією О. Є. Пахомова. – Харків, Фоліо, 2014. – 672 с.
6. Северин Л.І., Петрук В.Г., Безвозюк І.І., Васильківський І.В. Природоохоронні технології. Частина перша. Захист атмосфери. Навчальний посібник. – Вінниця, ВНТУ, 2012 – 388 с.
7. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля (ОВД)». http://www.eia.menr.gov.ua/
8. Комплексне порівняльно-правове дослідження аналізу наслідків впровадження актів *ACQUIS COMMUNAUTAIRE* у законодавство України: промислове забруднення. – Київ, 2009 – 130 с.
9. Методичні рекомендації щодо оформлення дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для суб'єктів господарювання з урахування технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. www.menr.gov.ua
10. Паспортизація пилогазоочисного обладнання. http://ecology.lviv.ua/u_ser_pasport.php
11. Типова методика визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості. Основні положення. Затверджена Заступником Міністра екології та природних ресурсів України М.Стеценко 25.12.2000 р. / Донецьк: Український науковий центр технічної екології (ВАТ «УкрНТЕК»), 2001. – 18 с.
12. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навчальний посібник. – К.: Т-во «Знання», 2007. – 422 с.
13. Промислова екологія: Навч. посібник / С.О. Апостолюк, В.С. Джигирей, А.С. Апостолюк та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.