

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет  
ім. М.Є.Жуковського  
„Харківський авіаційний інститут”**

**В.М. Кобрін, В.Л. Клеєвська, Л.Б. Яковлєв**

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА**

**Навчальний посібник**

Харків „ХАІ” 2006

УДК 504.06:577.4

Екологічна безпека/ В.М. Кобрін, В.Л. Клеєвська, Л.Б. Яковлев. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 181 с.

Розглянуто основні положення сучасної екології та ландшафтознавства, взаємозв'язок небезпеки та безпеки, базовий понятійно-термінологічний апарат, загальну характеристику, ієрархічну структуру, діапазони та рівні екологічної небезпеки. Подано основні відомості щодо організації моніторингу, формування, розвитку і проявів екологічної небезпеки в регіональних умовах. Наведено вимоги законів і нормативних документів України з питань забезпечення екологічної безпеки.

Для студентів спеціальності «Екологія і охорона навколишнього середовища».

Іл. 9. Табл. 8. Бібліогр.: 8 назв

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. О.В. Бетін,  
д-р техн. наук, проф. Г.Я. Красовський

©Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», 2006 р.

## ВСТУП

Людина і природа тісно пов'язані, бо людство являє собою частину біомаси біосфери. Саме в межах біосфери виникла цивілізація, яка є її частиною і без біосфери існувати не зможе.

На початку свого існування люди, як і рослини, тварини, мікроорганізми цілком залежали від навколишнього природного середовища, яке було місцем їх проживання і джерелом ресурсів, необхідних для задоволення первісних життєвих потреб. Та з розвитком мозку людина стає могутнім чинником у процесах подальшої еволюції біосфери. Для задоволення своїх зростаючих потреб людство постійно і цілеспрямовано (але у більшості випадків нераціонально) впливає на навколишнє природне середовище (НПС), що неминуче призводить до порушення існуючих структур і функціональних зв'язків у конкретних ділянках біосфери. Зміни в природі через хижацьке добування (і навіть знищення) окремих видів тварин і рослин, неконтрольоване видобування корисних копалин, розорювання земель, осушування боліт, використання землі для будівництва промислових підприємств і житлових районів і т. ін. стали невід'ємною частиною життєдіяльності сучасної людини. Економіка, керуючись законами і силами ринку, втілює в життя потужніші технології, які дедалі все більше руйнуватимуть довкілля. Науково-технічна революція (впродовж майже 100 років свого розвитку) супроводжується швидкою перебудовою природи, особливо тваринного і рослинного світу. За цей час світовий валовий продукт збільшився у 330 разів, а ресурсоспоживання зросло майже у 100 разів.

Темпи нарощування і потужність негативного впливу зростають з розвитком науково-технічного прогресу, що завдає природі непоправної шкоди. Так, наприклад, до Червоної книги України занесено вже понад 540 видів рослин і близько 100 видів тварин, яким загрожує вимирання. Суттєво погіршується і стан здоров'я людей.

Незважаючи на це, люди продовжують вести спосіб життя (що в багатьох випадках суперечить вимогам екологічних законів), сподіваючись на свою технічну могутність і наукові досягнення, які допоможуть не тільки вижити, а й покращити якість життя.

Такі сподівання є марними, бо швидкість розвитку науково-технічного прогресу (а, отже, і швидкість наростання негативного антропогенного впливу на НПС) в наш час на кілька порядків перевищує швидкість створення біосферою нових видів живих організмів, які були б адаптовані до змінених людиною умов існування. Вказане породжує також нові джерела антропогенного тиску на біосферу, її переабруднення, виснаження природних ресурсів, катастрофічне зменшення біорозмаїття.

Результатами такого активного (але у ряді випадків шкідливого для навколишнього природного середовища) розвитку економіки стали:

непередбачувано швидкі загрозливі зміни клімату на всій планеті; катастрофічні темпи зменшення „запасів” невідновних природних ресурсів; загрозливе зниження швидкості „самоочищення” повітря, ґрунтів, об’єктів гідросфери та інших відновних ресурсів. Все це є ознаками можливого виникнення глобальної екологічної кризи.

Оскільки екологічна безпека - це стан захищеності навколишнього природного середовища і життєво важливих інтересів людини від можливих негативних наслідків господарської та інших видів діяльності суспільства, надзвичайних ситуацій і їх наслідків, то екологічну небезпеку можуть створювати:

- виробнича, господарська, наукова, військова, побутова та інші види діяльності людей, які супроводжуються забрудненням довкілля фізичними, хімічними і біологічними агентами, нераціональним використанням природних ресурсів, порушенням структури та внутрішніх і зовнішніх функціональних взаємозв’язків природних екологічних систем;

- надзвичайні ситуації техногенного, природного, соціально-політичного і військового характеру та їх наслідки.

Згідно з положеннями ст.7 Закону України „Про основи національної безпеки України” на сучасному етапі основними реальними і потенційними загрозами національній безпеці України, стабільності в суспільстві, зокрема, в екологічній сфері є:

- значне антропогенне порушення і техногенна перевантаженість території України, зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характерів;

- нераціональне, виснажливе використання мінерально-сировинних природних ресурсів, як невідновлюваних, так і відновлюваних;

- неподоланність негативних соціально-екологічних наслідків Чорнобильської катастрофи, погіршення екологічного стану водних басейнів, загострювання проблеми транскордонних забруднень та погіршення якості води;

- загострення техногенного стану гідротехнічних споруд каскаду водосховищ на р. Дніпро;

- неконтрольоване ввезення в Україну екологічно небезпечних технологій, речовин, матеріалів і трансгенних рослин, збудників хвороб, небезпечних для людей, тварин, рослин і організмів, екологічне необґрунтоване використання генетично змінених рослин, організмів, речовин та похідних продуктів;

- неефективність заходів щодо подолання негативних наслідків військової та іншої екологічно небезпечної діяльності;

- небезпека техногенного, у тому числі ядерного та біологічного, тероризму;

- посилення впливу шкідливих генетичних ефектів у популяціях живих організмів та біотехнологій;

- застарілість та недостатня ефективність комплексів з утилізації токсичних і екологічно небезпечних відходів.”

Згідно з положенням ст.8 Закону „Основними напрямками державної політики у сфері екологічної безпеки є:

- здійснення комплексу заходів, які гарантують екологічну безпеку ядерних об'єктів і надійний радіаційний захист населення та довкілля, зведення до мінімуму впливу наслідків аварії на Чорнобильській АЕС;

- впровадження у виробництво сучасних, екологічно безпечних ресурсо- та енергозберігаючих технологій, підвищення ефективності використання природних ресурсів, розвиток технологій переробки та утилізації відходів;

- поліпшення екологічного стану річок України, насамперед басейну р. Дніпро, та якості питної води;

- запобігання забрудненню Чорного та Азовського морів і поліпшення їх екологічного стану;

- стабілізація та поліпшення екологічного стану в містах і промислових центрах Донецько-Придніпровського регіону;

- недопущення неконтрольованого ввезення в Україну екологічно небезпечних технологій, речовин і матеріалів, збудників хвороб, небезпечних для людей, тварин, рослин, організмів;

- реалізація заходів щодо зменшення негативного впливу глобальних екологічних проблем на стан екологічної безпеки України, розширення її участі у міжнародному співробітництві з цих питань”.

При цьому науковою основою для розробки конкретних ефективних заходів щодо забезпечення екологічної безпеки є відомості про:

- основи сучасної екології та ландшафтознавства;

- основні напрямки і заходи державного регулювання у сфері забезпечення екологічної безпеки;

- сучасні способи, методи та пристрої виявлення джерел забруднення навколишнього природного середовища, джерел нераціонального використання природних ресурсів, а також потенційно небезпечних об'єктів, де можуть виникнути надзвичайні ситуації;

- сучасні способи, методи і пристрої для організації і здійснення моніторингу, спостереження і контролю за станом НПС;

- сучасні способи і методи прогнозування стану НПС в конкретних природних екологічних системах, а також можливих екологічних і соціально-економічних наслідків імовірних надзвичайних ситуацій;

- сучасні способи, методи і технічні пристрої для очищення промислових газів, стічних вод і утилізації твердих відходів;

- сучасні способи, методи і технічні системи та пристрої запобігання виникненню і (або) мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій тощо.

# Розділ 1. ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЯК ВИЗНАЧАЛЬНА КАТЕГОРІЯ ВПЛИВУ НА СТАН ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

## 1.1. Базовий понятійно-термінологічний апарат екологічної безпеки

**Безпека** – це стан захищеності населення, об'єктів економіки та довкілля від впливу негативних чинників (ДСТУ 3891-99).

**Небезпека** – це стан, за якого існує наявна або ймовірна загроза виникнення негативних чинників та їх впливу (дії) на населення, об'єкти економіки та довкілля (ДСТУ 3891-99). Основними видами небезпеки є: радіаційна, хімічна, вибухово-пожежна, параметричне забруднення, біологічна (бактеріологічна), геологічна, метрологічна, гідрологічна та ін.

**Ризик** – ймовірність реалізації потенційної небезпеки протягом встановленого терміну (ДСТУ 2156-93).

**Екологічний ризик** – це величина ймовірності виникнення (протягом певного терміну, наприклад за рік) негативних наслідків впливу на навколишнє природне середовище (НПС), які спричиняють незворотну деградацію екологічних систем (ДСТУ 2156-93).

**Деградація природного середовища** – це істотне порушення або руйнування екологічних природних зв'язків внаслідок господарської діяльності без урахування законів розвитку природи. Тому екологічний ризик – це оцінка на всіх рівнях (від точкового до глобального) вірогідності виникнення негативних змін у НПС (спричинених впливом негативних чинників) за такими складовими: оцінка стану здоров'я людей і можливого числа жертв; оцінка стану живих організмів (в першу, чергу фотосинтезуючих) за значеннями біологічних інтегральних показників; оцінка впливу забруднювачів на людей і НПС. Розрізняють допустимий та підвищений екологічний ризик.

**Екологічна небезпека** – це стан навколишнього природного середовища, який характеризується наявністю (або більшою, ніж допустима, величиною ризику виникнення) чинників, вплив яких може прямо або опосередковано призвести до погіршення здоров'я людей, пошкодження або зруйнування об'єктів економіки і (або) порушення організації та функціонування екологічних систем різних ієрархічних рівнів (глобального, регіонального чи локального). Тому за рівнями екологічної небезпеки (тобто за масштабами поширення впливу вказаних негативних чинників) розрізняють:

- екологічну небезпеку глобального рівня (вплив негативних чинників поширюється на всю епігеосферу);
- екологічну небезпеку регіонального рівня (вплив негативних чинників поширюється в межах окремої фізико-географічної зони, країни, області, провінції, ландшафту). На практиці досить часто використовують поняття «екологічна небезпека державного рівня» (вплив негативних чинників поширюється в межах кордонів окремої

держави) та відносять до екологічної небезпеки регіонального рівня можливість поширення впливу негативних чинників у межах окремого адміністративного регіону цієї держави, а також поняття „екологічна небезпека невеликого регіону” (навколо промислового підприємства або поселення);

- екологічну небезпеку імпактного (локального) рівня (вплив негативних чинників поширюється в межах окремого урочища, фації).

Негативними чинниками, вплив яких призводить до виникнення екологічної небезпеки глобального, державного, регіонального чи імпактного рівня, є різноманітні види шкідливих впливів.

**Види шкідливих впливів** – це негативні зміни стану навколишнього природного середовища, що відрізняються за характером перетворюючої сили (ДСТУ 2156-93). Тому при класифікації видів шкідливих впливів виділяють такі основні групи негативних чинників: хімічні, фізичні, біологічні та чинники трансформації ландшафтів.

Сучасна ієрархічна структура екологічної небезпеки передбачає визначення її виду, типу та класу. Зокрема, розрізняють три **види екологічної небезпеки**:

- соціально-екологічну небезпеку (пов'язана з погіршенням стану середовища перебування людей, яке негативно «відбивається» на показниках їх здоров'я та добробуту, а також з ризиком загрози здоров'ю і життю, зумовленим можливістю виникнення техногенних аварій і катастроф, небезпечних природних явищ та інших небезпечних подій);

- біосферно-екологічну небезпеку (пов'язана із загрозою порушення природної рівноваги, деградації ландшафтів, зникнення видів рослин і тварин тощо);

- ресурсно-екологічну небезпеку (пов'язана із загрозою погіршення природно-ресурсного потенціалу, деградацією природних ресурсів, втратою здатності відновлення, забрудненням ресурсів і т. ін.).

**Виділяють три типи екологічної небезпеки: природний, антропогенний і природно-антропогенний.**

**Екологічна небезпека природного типу** – це екологічна небезпека, яка формується без участі людини внаслідок впливу на навколишнє природне середовище небезпечних природних явищ.

**Небезпечне природне явище** – це подія природного походження або результат діяльності природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть уражати людей, об'єкти економіки та довкілля (Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій. Затверджено Постановою КМУ №1099, 1998 р.).

**Екологічна небезпека антропогенного типу** – це екологічна небезпека, що створюється внаслідок різноманітних видів діяльності людини. Згідно з існуючою класифікацією, складовими цього типу екологічної небезпеки є:

- антропічна екологічна небезпека, яка створюється внаслідок впливу негативних чинників біологічної суттєвості людини, як «царя» природи (наприклад, деградація ґрунтового покриву через «витоптування» домашніми тваринами і т. ін.). Деградація ґрунту – це поступове погіршення структури, зниження вмісту гумусу і родючості ґрунту внаслідок природних причин або нераціональної господарської діяльності людини;

- техногенна екологічна небезпека, яка є результатом будь-якого негативного впливу, пов'язаного із застосуванням технічних засобів і технологій у господарській (та інших видах) діяльності (наприклад, забруднення атмосфери, гідросфери та ґрунтів промисловими викидами і скидами, затоплення значних площ при будівництві водосховищ і т. ін.), а також пов'язана з наслідками аварій і катастроф.

**Аварія** – це небезпечна подія техногенного походження, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до зруйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

**Катастрофа** – це великомасштабна аварія або інша подія, що призводить до тяжких трагічних наслідків (Положення);

- соціогенна екологічна небезпека – формується системою поглядів суспільства на навколишнє природне середовище та місце і роль людини в НПС і залежить від економічного та культурного розвитку суспільства, рівня освіти, особливостей традицій тощо (наприклад, відсутність культури поводження з відходами, небажання нести витрати на оновлення техніки і технологій, модернізацію очисних споруд і т. ін.).

**Екологічна небезпека природно-антропогенного типу** виникає у результаті трансформації людиною природних чинників, які є першорядними або рівнозначними з антропогенними по значущості і внеску у формування цього типу небезпеки (наприклад, природно-антропогенна небезпека землетрусів, ініційованих створенням водосховищ і закачуванням води у свердловини, створення загрози виникнення повеней внаслідок неконтрольованого вирубування лісів на гірських схилах і т. ін.).

Основними класами екологічної небезпеки є: космогенний, атмогенний, гідрогенний, літогенний, біогенний, сапієнтний, техногенний.

**Космогенний клас екологічної небезпеки** створюється негативними чинниками, джерела яких розташовані у космічному просторі (наприклад, космічні випромінювання і т. ін.). **Космічне випромінювання** – це потік елементарних частинок (в основному протонів і ядер водню) дуже значних енергій, що надходять з космічного простору і викликають в атмосфері Землі вторинне випромінювання, яке виникає в результаті їх зіткнення з атомними ядрами газів (та інших речовин) повітря.



**Атмогенний клас екологічної небезпеки** створюється негативними хімічними, фізичними і (або) біологічними чинниками та чинниками трансформації ландшафтів, джерела яких «зосереджені» в атмосферному повітрі (наприклад, кислотні дощі).

**Гідрогенний клас екологічної небезпеки** створюється внаслідок впливу негативних хімічних, фізичних і (або) біологічних чинників і чинників трансформації ландшафтів, джерела яких «зосереджені» в об'єктах гідросфери (наприклад, хвороботворні мікроорганізми).

**Літогенний клас екологічної небезпеки** створюється внаслідок впливу негативних хімічних, фізичних і (або) біологічних чинників та чинників трансформації ландшафтів, джерела яких «зосереджені» в літосфері (наприклад, зсув ґрунту).

**Біогенний клас екологічної небезпеки** створюється внаслідок впливу негативних хімічних, фізичних і (або) біологічних чинників та чинників трансформації ландшафтів, джерела яких «зосереджені» в біоті (наприклад, комахи – розповсюджувачі хвороботворних мікроорганізмів).

**Сапієнтний клас екологічної небезпеки** створюється внаслідок впливу негативних чинників, джерела яких «зосереджені» в організмі людини (наприклад, збудники інфекційних захворювань).

**Соціогенний клас екологічної небезпеки** створюється внаслідок впливу негативних хімічних, фізичних і (або) біологічних чинників та чинників трансформації ландшафтів, джерела яких «зосереджені» у сільбищній сфері та проявляються в процесі побутової, культурно-навчальної та деяких інших видів діяльності (наприклад, побутові смітники, забруднення НПС побутовим шумом і т. ін.).

**Техногенний клас екологічної небезпеки** створюється внаслідок впливу негативних хімічних, фізичних і (або) біологічних чинників та чинників трансформації ландшафтів, джерела яких «зосереджені» у техносфері. В свою чергу, техногенний клас екологічної небезпеки поділяється на такі підвиди:

- підвид техногенного класу екологічної небезпеки, що формується фізичними чинниками (наприклад, забруднення НПС виробничим шумом, вібраціями, електромагнітними полями);
- підвид техногенного класу екологічної небезпеки, що формується хімічними чинниками (наприклад, забруднення НПС промисловими небезпечними хімічними речовинами);
- підвид техногенного класу екологічної небезпеки, що формується біологічно небезпечними чинниками (наприклад, забруднення НПС біологічно небезпечними речовинами);
- підвид техногенного класу екологічної небезпеки, що формується ландшафтно-трансформаційними чинниками (наприклад, виникнення обвалів внаслідок влаштування тунелів і комунікацій у горах).

Наведена вище класифікація екологічної небезпеки дозволяє конкретизувати перелік можливих шкідливих впливів для кожного з конкретних реципієнтів і визначити їх синергетичний вплив.

**Синергетичний вплив** – це комплексний (позитивний чи негативний) вплив кількох чинників, при якому загальний ефект виявляється іншим, ніж при впливі кожного чинника окремо (ДСТУ 2156-93).

**Екологічні рецепієнти** – це самовідновлювані біотичні спільноти екологічних ніш різних територіальних рівнів, які є прямою чи непрямою народногосподарською цінністю (ДСТУ 2156-93).

Ймовірність виникнення того чи іншого виду, типу, класу, підвиду екологічної небезпеки оцінюється величиною екологічного ризику.

І навпаки **«Екологічна безпека** – це відсутність дій, станів і процесів, які прямо чи опосередковано призводять до суттєвих збитків для навколишнього природного середовища, населення та матеріальних об'єктів» (ДСТУ 2156-93).

Проблему співвідношення між поняттями «екологічна небезпека» і «екологічна безпека» розкриває поняття «екологічна ситуація».

**Екологічна ситуація** – це сукупність станів екологічних об'єктів у межах конкретної території (ландшафту, басейну річки, адміністративного району, території міста, природного регіону чи адміністративної області) в конкретний відрізок часу. При цьому під терміном «екологічні об'єкти» розуміють як суб'єкти (рослини, тварини, біоценози, людина та ін.), так і середовища перебування вказаних суб'єктів (екотоп, місто, ландшафт і т. ін.).

Для визначення стану кожного із зазначених екологічних об'єктів аналізують «екологічні показники стану», які поділяються на три групи:

- екологічні показники (характеристики) стану і структури екологічних об'єктів (тобто: характеристики хімічних речовин, що входять до складу вказаних об'єктів; естетичні характеристики об'єктів);

- екологічні показники (характеристики) еколого-ресурсного потенціалу (тобто сталості) екологічних об'єктів (їх пружність, пластичність, відновлюваність, здатність до самоочищення, здатність до несприйнятності зовнішніх впливів);

- екологічні показники (характеристики) зовнішнього впливу на екологічні об'єкти (тобто характеристики можливих видів природного та антропогенного впливу).

Для екологічних показників стану і структури екологічних об'єктів (тобто суб'єктів і середовища їх перебування) існують норми, відхилення від яких і визначає рівень стану цих об'єктів. При цьому, як антропогенні (наприклад, надмірні промислові, енергетичні, транспортні викиди і скиди забруднюючих речовин або надмірні параметричні забруднення), так і природні (наприклад, землетруси, урагани, повені тощо) катастрофічні впливи призводять до погіршення показників стану екологічних об'єктів, а саме: показників структури; показників хімічного складу речовин; енергетичних показників; естетичних показників.

Показниками структури екологічних об'єктів є, наприклад, ярусність структури фітоценозу, система ґрунтових горизонтів, співвідношення форм рельєфу, система трофічних зв'язків у біоценозі, співвідношення різноманітних типів урочищ у ландшафті і т. ін. Внаслідок катастрофічних природних або антропогенних впливів може виникнути знищення ярусів лісу, опадання листви, змив або вивітрення верхнього шару ґрунту, порушення рельєфу (зсув ґрунту, обвали і т. ін.).

Для кожної з нормальних (непорушених) геосистем існує певний геохімічний і біохімічний набір її складових, певна величина біомаси. Надмірні (катастрофічні) викиди із надр Землі або антропогенні хімічні та параметричні забруднення призводять до інгредієнтного забруднення названих геосистем, а отже і до їх деградації.

Естетичне забруднення виникає внаслідок будівництва споруд і комунікацій, влаштування звалищ, смітників і т. ін., які погіршують природний краєвид, що зумовлює психологічний дискомфорт і може призвести до нервових розладів.

Саме показники еколого-ресурсного потенціалу характеризують різноманітні форми сталості геосистем:

- пружність, тобто наявність буферних механізмів, які пом'якшують зовнішні впливи (наприклад, водойми зменшують добові та річні коливання температури);

- пластичність, тобто наявність буферних механізмів, які «забирають на себе» значну частину енергії зовнішніх впливів (наприклад, висока пористість ґрунтів на схилах водорозділів забезпечує «поглинання» значної частини поверхневого водостоку, чим знижується ймовірність виникнення руйнівної повені);

- здатність до відновлення структури та організації геосистем після їх порушення (наприклад, відновлення рослинності після лісової пожежі);

- здатність до самоочищення геосистем пов'язана із «природним розкладом» занесених забруднювачів або з виносом їх за межі геосистеми повітряними потоками, поверхневими і підземними стоками;

- несприйнятність геосистем до деяких зовнішніх впливів пов'язана з незбіжністю просторово-часових характеристик функціонування геосистем і зазначених чинників впливу.

Показники зовнішнього впливу на екологічні об'єкти мають якісні і кількісні характеристики кожного з конкретних видів зовнішнього впливу (наприклад, види і кількість речовин, що надходять до геосистеми, види і потужність джерел параметричного забруднення та ін.).

Саме сукупність зазначених екологічних показників характеризує стан конкретного ландшафту (біоценозу, водойми тощо) порівняно з його нормою стану, яка визначається на основі історичних даних або як середнє значення для регіону (статистична норма).

**Сталість екосистеми** – це її здатність зберігати свою структуру і притаманні їй функціональні особливості під час впливу зовнішніх чинників, тобто її здатність підтримувати екологічну рівновагу та баланс екологічних компонентів.

**Екологічна рівновага** – це баланс природних або змінених людиною середовищеутворювальних компонентів і природних процесів, що забезпечують тривале існування конкретної екологічної системи.

**Баланс екологічних компонентів (ЕК)** - це кількісна єдність екологічних компонентів (енергії, води, газів, хімічних речовин, рослин, тварин, мікроорганізмів та ін.), що забезпечують економічну рівновагу природних екосистем.

За ступенем гостроти порушення екологічної рівноваги та балансу екологічних компонентів виділяють п'ять видів екологічних ситуацій (ЕС):

- **умовно сприятливі ЕС** формуються у ландшафтах, мало змінених внаслідок антропогенного впливу або дії екстремальних природних процесів;

- **задовільні ЕС** формуються при незначних зміненнях у ландшафтах, які слабо впливають на здоров'я людини і зникають у результаті процесів саморегуляції природного середовища або проведення природоохоронних заходів. Таке спостерігається у культурних ландшафтах;

- **напружені ЕС** виникають при негативних зміненнях в окремих компонентах ландшафтів, при порушенні природних ресурсів і деяких погіршеннях умов проживання населення;

- **критичні (кризові) ЕС** виникають у разі значних слабо компенсованих змінень ландшафтів, коли відбувається швидке наростання загрози виснаження або втрати природних ресурсів (в тому числі генофонду), унікальних природних об'єктів, значно погіршуються умови проживання населення. При зменшенні або припиненні антропогенного впливу можлива нормалізація екологічної обстановки, часткове відновлення ландшафтів;

- **катастрофічні ЕС** характеризуються глибокими і незворотними зміненнями природи, втратою природних ресурсів і різким погіршенням умов проживання населення. При цьому спостерігається суттєве погіршення здоров'я людей, а також втрата генофонду біоти та унікальних природних об'єктів.

Згідно з положенням „Методичних вказівок з виділення зон екологічного лиха” (1992), для визначення виду конкретної екологічної ситуації використовують 138 показників екологічного стану: повітряного басейну (6), водойм (30), морських басейнів (7), ґрунтів (13), рослинності (12), зооценозів (7), екосистем (12), ландшафтів (3), біохімічних умов (12), рівня екологічного ризику (5), а також п'ять показників інтегрального стану. Там же наведені визначення таких термінів.

**Зона екологічної кризи** – це територія, в мережах якої відбувається деградація основних екосистем, природні ресурси знаходяться на межі виснаження, демографічні та медико-екологічні показники систематично гірші, ніж середньостатистичні загальнодержавні, обласні, регіональні.

**Зона екологічного лиха** – це ділянка території, де у результаті господарської або іншої діяльності відбулися глибокі незворотні зміни навколишнього природного середовища, які призвели до суттєвого погіршення здоров'я населення, порушення природної рівноваги, зруйнування природних екологічних систем, деградації флори і фауни.

**„Надзвичайна екологічна ситуація** – це надзвичайна ситуація, при якій на окремій місцевості сталися негативні зміни у навколишньому природному середовищі, що потребують застосування надзвичайних заходів з боку держави” (Закон України „Про зону надзвичайної екологічної ситуації”).

**„Надзвичайна ситуація** – це порушення нормальних умов життя і діяльності на об'єкті або території (акваторії), спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, які призвели (можуть призвести) до гибелі або ураження людей (рослин, тварин), значних матеріальних втрат, суттєвого погіршення стану навколишнього природного середовища” (Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій).

## **1.2. Основні положення сучасної екології і ландшафтознавства – наукова база щодо виявлення усунення джерел екологічної небезпеки**

„Екологія XXI століття – це комплекс наук про будову, функціонування, взаємозв'язок багатокomпонентних і багаторівневих систем у Природі і Суспільстві та про засоби кореляції взаємного впливу техносфери і біосфери з метою збереження людства і біосфери”[1].

### **1.2.1. Основні відомості про біосферу Землі**

Земля – це одна з великих планет Сонячної системи, яка складається з інших великих планет (Меркурій, Венера, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон), астероїдів, комет тощо. Рухаючись земною орбітою вона обертається навколо Сонця за рік (~365 (або 366) діб) і навколо своєї нахиленої осі за добу (~24 години). В процесі такого руху поверхня Землі сприймає сонячне випромінювання (у інфрачервоному, видимому та ультрафіолетовому діапазонах), випромінювання інших зірок, всесвіту, а також інші види космічних випромінювань. Саме обертанням Землі навколо своєї осі зумовлена зміна дня і ночі, а обертанням Землі навколо Сонця та нахилом земної осі – зміна пір року.

Локалізує (лат. Localis – місцевий) планету Земля у всесвіті її географічна оболонка, яка складається з атмосфери (повітряна оболонка Землі), гідросфери (водяна оболонка) і літосфери (тверда оболонка). Атмосфера, гідросфера і літосфера тісно пов'язані між собою, постійно взаємодіють і взаємопроникають (наприклад, повітря „міститься” не тільки в атмосфері, а й у ґрунті та у воді, краплини води є і у повітрі та у ґрунті, дрібні частинки літосфери спостерігаються і у повітрі й у воді тощо). Середовище (тобто ділянки атмосфери, гідросфери і літосфери), населене живими організмами, отримало назву біосфери.

Атмосфера, гідросфера і літосфера (які пов'язані між собою, взаємно впливають одна на іншу та одночасно постійно знаходяться під впливом сил і випромінювань сонячної системи та космосу) утворюють навколишнє природне середовище (НПС). Частина НПС, в якій можливе життя, отримало назву „біосфера” („життя” – це одна із особливих форм існування матерії що закономірно виникає (при певних умовах) в процесі її розвитку та реалізується у вигляді функціонування і відтворення живих організмів).

Саме наявність умов, придатних для забезпечення сталої життєдіяльності незахищених штучними засобами організмів в складових навколишнього природного середовища, обумовлює просторову обмеженість біосфери, до складу якої (за сучасними уявленнями) входять:

- нижня частина атмосфери від поверхні землі до озонової оболонки (тобто вся тропосфера і нижня частина стратосфери до висоти близько 16 км над полюсами і до 25 км над екватором), де: зосереджені достатні „запаси” кисню для дихання всіх живих організмів, а також „запаси” вуглекислого газу і азоту для живлення рослин, грибів і деяких видів дроб'янок; всі живі організми захищені від згубного впливу ультрафіолетового та інших видів іонізуючих випромінювань; всі живі організми не „перегриваються” вдень (внаслідок розсіювання прямих сонячних променів) і не „переохолоджуються” вночі (внаслідок термоізоляції поверхні Землі шаром повітря);

- практично вся гідросфера (до найбільшої глиби – Марсіанської улоговини в Тихому океані – 11030 м), де: зосереджені достатні „запаси” розчиненого у воді кисню для дихання всіх живих організмів, а також достатні „запаси” розчинених вуглекислого газу, азоту і необхідних мінеральних речовин для живлення рослин і мікроорганізмів; підвищена „солоність” (забрудненість розчиненими „отруйними” газами і мінеральними речовинами), а також надто підвищена або понижена температура води ще не призводять до загибелі живих організмів. При цьому всі водойми забезпечують регулярне надходження вологи до атмосфери та стабілізацію її температурного режиму;

- верхня частина літосфери (а саме верхня частина земної кори, як правило, на глибині 8 - 10 м від земної поверхні, а у тріщинах і нафтоносних свердловинах до глибини 3 - 5 км), де: зосереджені достатні „запаси” кисню для дихання всіх живих організмів, а також достатні „запаси” води і розчинених в ній необхідних для живлення рослин, грибів і дроб’янок газів і мінералів; температура не перевищує межу, згубну для організмів.

В наш час [1] вирізняють шість типів речовин біосфери:

- жива речовина – сукупність усіх існуючих на Землі рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів;
- біогенна речовина – продукт життєдіяльності організмів (торф, крейда, горючі сланці, апатит тощо);
- нежива речовина – речовина, в утворенні якої живі організми не брали участі (гірські породи абіогенного походження, „чисті” повітря, вода і т. Ін.);
- біокосна речовина – продукти взаємодії живих організмів і неживої матерії (наприклад, ґрунт);
- радіоактивна речовина – радіонукліди  $^{40}\text{K}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  тощо, які зумовлюють існування радіогенної теплоти та продукти їх розпаду;
- космічна речовина – космічний пил і метеорити.

Саме з таких речовин „побудовані” тіла (тобто предмети та об’єкти) навколишнього природного середовища і, зокрема, біосфери. Майже кожна з цих речовин може перебувати у трьох агрегатних станах: твердому, рідкому і газоподібному. Переважна більшість речовин складається з молекул, які, в свою чергу, „побудовані” з атомів (в наш час відомо 110 видів хімічних елементів, що зустрічаються у неживій природі). Молекули різних речовин відрізняються одна від іншої тим, які атоми, в якій кількості та в якій „структурній композиції” утворюють конкретну молекулу (саме це визначає властивості конкретних речовин). При температурі, що перевищує  $-273^{\circ}\text{C}$ , молекули і атоми будь-якої речовини перебувають у безперервному русі.

### 1.2.2. Основні відомості про живі організми

Живу речовину біосфери складають організми рослин, тварин, грибів і дроб’янок. Основними ознаками живих організмів (що відрізняють їх від об’єктів неживої природи) є регулярне виконання функцій живого: дихання, живлення, подразливість, виділення та розмноження.

Організм (наприклад, людини) складається з органів, які об’єднуються у системи, що пристосовані для найефективнішого виконання зазначених вище функцій. Органи ж утворюються з клітин відповідного виду біологічних тканин, які відрізняються (залежно від виду біотканини) за розмірами і формою. Клітина – це елементарна структурна одиниця живого організму.

Сама ж клітина являє собою „мікроскопічний організм”, який складається з „крихітних органів”, що отримали назву – „органела”. Клітини рослини, тварини та ін. схожі між собою, бо мають у своєму складі подібні органели – ядро (яке відповідає за розмноження) і оболонку (що відмежовує цю клітину від усього, що її оточує). Між ядром і оболонкою знаходиться протоплазма (грец. protos – перший + plazma – рідина), що містить в собі інші органели, які разом з оболонкою забезпечують виконання функцій: дихання, живлення, подразливість, виділення і захист.

В свою чергу, органели побудовані з молекул і атомів різноманітних речовин. На наш час у складі живих організмів виявлено наявність атомів близько 80 елементів таблиці Менделєєва із 110 відомих, що існують у неживій природі біосфери. За кількісним складом в організмах біосфери ці елементи (близько 80) поділяються на чотири групи:

- макроелементи, вміст яких в організмах не менше 10% (кисень) – O, карбон (вуглець) – C, нітроген (азот) – N, гідроген (водень) – H, кальцій – Ca, фосфор – P);
- олігоелементи, вміст яких в організмах становить від 0,1 до 1 % (калій – K, натрій – Na, хлор – Cl, сульфур – S, магній – Mg, ферум – Fe);
- мікроелементи, вміст яких в організмах становить від 0,01 до 0,1%, але вони відіграють дуже важливу роль у процесах життєдіяльності (цинк – Zn, марганець – Mn, кобальт – Co, купрум – Cu, флор – F, бром – Br, йод – I);
- ультрамікроелементи, до яких належить решта (3~80) хімічних елементів. Концентрація їх у організмах надто мала (від  $10^{-4}$  до  $10^{-6}\%$ ). Але 12 із них визначені дуже необхідними для життєдіяльності тварин і рослин (бор – B, літій – L, алюміній – Al, силіцій – Si, станум – Sn, кадмій – Cd, арсен – As, селен – Se, ванадій – V, титан – Ti, хром – Cr, нікол – Ni).

Саме з неорганічних речовин, які складаються з атомів (молекул) вказаних вище хімічних елементів (або з хімічних з'єднань цих елементів) у клітинах живих організмів синтезуються прості органічні молекули (мономолекули), а вже з них – органічні макромолекули.

Макромолекула – це велетенська молекула, що є полімером. Полімери (грец. Polimeres – той, що складається з багатьох частин) – це хімічні речовини, молекули яких складаються з чисельних багатократно повторюваних елементарних ланок.

На біополімери припадає близько 90% сухої маси клітин. Найважливішими біополімерами є: білки, нуклеїнові кислоти (дезоксинрибонуклеїнова кислота – ДНК і рибонуклеїнова кислота – РНК) і вуглеводи. Крім того, дуже велику роль у життєдіяльності організмів відіграють ліпіди (нейтральні жири, фосфоліпіди та холестерин), які хоч і не є полімерами, але здатні об'єднуватися між собою у величезні надмолекулярні комплекси.



Внаслідок надмірного негативного впливу чинників навколишнього природного середовища білки, нуклеїнові кислоти, ліпіди і вуглеводи можуть втрачати свої фізико-хімічні та біологічні властивості (денатурація).

Денатураційні чинники НПС поділяються на:

- фізичні (підвищена чи понижена температура, підвищений рівень ультразвукових коливань, підвищений або понижений тиск, механічний вплив, підвищений рівень іонізуючих випромінювань та ін.);
- хімічні (підвищена концентрація (у повітрі, воді, ґрунті) кислот, лугів, спиртів, ацетону, синтетичних миючих засобів, сечовини, важких металів (Cu, Hg, Ba, Zn, Cd) тощо).

Всі живі організми біосфери утворюють живу систему, яка об'єднує чотири царства: рослин, тварин, грибів і дроб'янок. Основною функцією живої системи є самозбереження за рахунок упереджувального реагування. Наприклад, для забезпечення відновлення і збереження енергії в живій системі необхідне надходження в неї енергії ззовні (з навколишнього природного середовища) та обмін речовин і енергії – метаболізм. Метаболізм – це сукупність біохімічних реакцій і перетворень енергії в живих клітинах, який супроводжується обміном речовинами між організмами та НПС. Інакше кажучи, метаболізм (грец. *Metabole* – зміна, перетворення) – це обмін речовин в організмі, який являє собою сукупність процесів анаболізму і катаболізму. Анаболізм (грец. *Anabole* – підйом) – це реакції обміну речовин в організмі, відповідні асиміляції (тобто засвоєнню організмом речовин, що надходять в нього з НПС, наприклад, їжі, кисню тощо), що спрямовані на утворення в клітинах організму складних органічних речовин. На відміну від цього катаболізм (грец. *Katabole* – скидання вниз) – це реакції обміну речовин в організмі, відповідні дисиміляції (тобто розпаду складних органічних речовин на їх елементарні складові), що спрямовані на виділення потрібної для організму енергії і виведення з нього в НПС незасвоєних речовин. Отже живі організми „розселюються” і функціонують тільки на тих ділянках біосфери, де забезпечується надходження з НПС енергії (наприклад сонячної) та необхідного набору речовин для їх дихання і живлення.

Для забезпечення регулярного відтворення особин живих систем у клітинах кожного з організмів „закладена” програма у вигляді ДНК. Саме „велика стабільність” цієї програми зумовлює спадковість. Однак під впливом змін екологічних чинників спадковість може змінюватись, відбуваються мутації (лат. *Mutatio* – змінювання, зміна). Мутація – це раптово виникаючі або експериментально створювані нові спадкові ознаки, обумовлені змінами клітинних (в основному ядерних) структур. Ті зміни, що успадковуються, і їх природний відбір під впливом екологічних чинників зумовлюють видоутворення і збільшення біологічного розмаїття.

**Вид** – це основна структурна одиниця живої системи, яка являє собою сукупність живих організмів, що мають однакові морфологічні та біологічні властивості на молекулярно-генетичному, клітинному та організменному рівнях. У наш час зареєстровано близько 2,2 мільйона видів живих організмів (проте фахівці вважають, що реально їх у 3-5 разів більше), серед них приблизно 500 тисяч видів рослин і 1,5 мільйона видів тварин. Така велика різноманітність видів забезпечує більшу ймовірність збереження життя за рахунок найкраще пристосованих до змін довкілля (внаслідок впливу екологічних чинників, що постійно змінюються) живих організмів.

### 1.2.3. Екологічні чинники навколишнього природного середовища

Важливі для життя організму компоненти НПС, з якими він неминуче стикається у місці свого “проживання”, називаються екологічними чинниками.

**Екологічний чинник** (лат. Factor – той, що робить, виробляє) – це зовнішній вплив (рушійна сила будь-якого процесу, явище) на функціонування живих організмів навколишнього природного середовища.

Живі організми, що населяють біосферу, освоїли чотири основні середовища (кожне з яких має свій склад, свої особливості та свої абіотичні, біотичні та антропогенні, екологічні чинники): водне середовище, водно-повітряне середовище, ґрунт і самі організми. При цьому екологічні чинники (за ставленням до них живих організмів) поділяють на :

- життєво необхідні для організмів (наприклад, вода, температура і т. ін.);
- не необхідні, але впливові (наприклад, вітер, радіаційний фон тощо);
- нейтральні, тобто байдужі для організмів (наприклад, інертні гази та ін.).

Крім того, екологічні чинники НПС поділяють на:

- первинні екологічні чинники (вода, світло, звук, температура, хімічні, механічні та ін.);
- комплексні групи екологічних чинників (кліматичні, орографічні (рельєф), едафічні (ґрунти), біотичні).

В свою чергу, існує класифікація екологічних чинників на абіотичні, біотичні та антропогенні.

Щодо характеру впливу кожного з абіотичних, біотичних і антропогенних екологічних чинників (і всіх разом), для кожного виду живих організмів існує:

- зона оптимуму (організм існує в найсприятливіших для його розвитку умовах);
- зона песимуму (стресова зона);

- діапазон стійкості, за межами якого організм гине (стосовно впливу кожного з екологічних чинників ОПС).

“Навіть єдиний чинник за межами зони оптимуму викликає стрес (англ. Stress – стан підвищеної напруженості) організму, а поза межами діапазону стійкості – його загибель” (Закон Лібіха).

**Абіотичні екологічні чинники НПС** – це компоненти і явища неживої неорганічної природи (температура, світло, вологість, звук, тиск, механічний рух газів, рідин і твердих тіл, хімічні елементи і їх сполуки, клімат, рельєф, ґрунти і т. ін.), які прямо або побічно впливають на живі організми.

**Температурний режим** суттєво впливає на життєдіяльність організмів: при низьких температурах знижується інтенсивність біохімічних процесів, а при високих – руйнується білок, зокрема той, що входить до складу ферментів. Так, наприклад, нормальне функціонування більшості рослин можливе лише за певним температурним режимом, який визначається кількістю тепла і тривалістю його дії:

- при низьких температурах корені рослин погано засвоюють воду і поживні речовини ґрунту, бо охолодження ґрунту нижче 10°C зменшує надходження біофільних (необхідних для життя) елементів, у першу чергу, азоту й фосфору;

- підвищення температури від 10° до 25°C покращує засвоєння поживних речовин (оптимальні умови забезпечуються при 23...25°C);

- при високих температурах рослини гірше засвоюють фосфор.

**Світло** один з видів електромагнітних випромінювань. Звичайно, в біосфері джерелами світла є сильно нагріті тіла (сонце, зірки, нитка розжарювання в електричній лампочці, свічка, багаття тощо). Світло у формі сонячної радіації забезпечує всі життєві процеси на Землі. При цьому, для живих організмів дуже важливими є довжина хвилі сприйнятого ними випромінювання, його інтенсивність і тривалість впливу (довжина дня або фотоперіод).

Адаптуються до існуючої у “місці проживання” інтенсивності і спектрального складу освітленості всі рослини й численні види тварин, грибів і мікроорганізмів.

Надзвичайно важливу роль у регуляції активності живих організмів відіграє тривалість впливу світла (фотоперіод). Фотоперіод являє собою своєрідний пусковий механізм, що “включає” фізіологічні процеси, які забезпечують послідовно:

- ріст і цвітіння рослин навесні, плодоношення влітку і скидання листя восени;

- линяння і накопичення жиру, міграції та розмноження ссавців і птахів;

- стадії підвищеної активності та стадії спокою у комах тощо.

При цьому своєрідним сигналом, що спричиняє “спрацьовування” зазначеного пускового механізму, є сезонна зміна довжини світлового дня, яку тварини сприймають завдяки наявності у них органів зору, а

рослини – через спеціальні пігменти у їх листках. Крім сезонних змін, активність живих організмів і фізіологічних процесів залежить також від зміни дня і ночі. З освітленістю корелює поглинання мінеральних елементів коренями рослин. Дослідами встановлено, що вдень поглинання калію, кальцію і фосфору перевищує нічне вдвічі, інтенсивніше відбувається і засвоєння CO<sub>2</sub> коренями. Отже в біосфері спостерігаються сезонні та добові ритми життєдіяльності. Наявність у живих організмах такого “біологічного календаря-годинника” є результатом їх еволюційної адаптації до певних умов НПС.

**Вплив вологості біосфери.** Вода – це необхідний компонент клітин, який має багатопланове значення в їх життєдіяльності:

Різноманітні види рослин у процесі еволюції пристосовувалися до вмісту води в навколишньому середовищі (зокрема, у ґрунті). Наприклад, надлишок води в ґрунті сприяє розвитку болотної рослинності. В міру зниження вологості ґрунту (і річної кількості опадів) видовий склад рослин змінюється. Замість широколистяних лісів з'являються дрібнолисті, які поступово переходять у лісостеп. При подальшому підвищенні сухості ґрунту висока трав'яниста рослинність поступається місцем низькорослих. При річній кількості опадів 250 мм і менше розвивається пустельний ландшафт.

Тварини також пристосовувалися до водного режиму навколишнього природного середовища. Наприклад, пустельні тварини мають ряд фізіологічних адаптацій, що дозволяють їм переносити нестачу води (плазуни та членистоногі отримують воду з їжі, джерелом води слугує і жир у горбах верблюдів, гризуни і черепахи у жаркий період впадають у кількомісячну сплячку).

**До абіотичних фізичних чинників біосфери** слід віднести також атмосферний тиск, природні звуки, механічний рух газів, рідин або твердих тіл, інші механічні, теплові, електричні та електромагнітні явища.

Більшість живих організмів пристосована для існування і функціонування в умовах “нормального” атмосферного тиску (близько 101,3 кПа). Природні звуки з інтенсивністю 35...40 дБ є звичними і сприятливими для існування переважної більшості живих організмів.

Помірний вітер (як механічний рух газів) створює сприятливі умови для цілорічного існування всіх живих організмів, що дихають киснем. Основним джерелом кисню в біосфері є процеси фотосинтезу в зелених рослинах. Оскільки взимку більшість дерев, кущів, а також трави “скидають” листя, то в цих місцевостях виникає гострий дефіцит кисню, що “генерується” в процесі фотосинтезу. Однак живі організми не відчувають нестачі кисню, бо зазначений дефіцит повсякденно ліквідується саме завдяки існуванню вітрів, що “переносять” насичені киснем повітряні маси з півкуль (де в цей час у розпалі літній сезон) та з незамерзаючих поверхонь морів і океанів, в яких функціонують зелені та сині водорості.

Помірні вітри, крім того, формують крони дерев і кущів, “беруть участь” у запиленні квітучих рослин, у розповсюдженні насіння багатьох рослин тощо, а також сприяють “охолодженню” тіл живих організмів (особливо у період спеки).

Живі організми, що “мешкають” у водному середовищі та у верхній частині земної кори, в процесі еволюції пристосувалися для нормальної життєдіяльності в умовах звичного для них (нормального) механічного руху гідравлічних потоків і твердих тіл. Усі живі організми пристосувалися до існуючих у місцях їх проживання електричних і електромагнітних явищ, а також до природного радіаційного фону.

**До абіотичних хімічних чинників біосфери** слід віднести склад хімічних елементів у складових НПС:

- у повітрі – це вміст кисню, азоту і вуглекислого газу та наявність забрудників;
- у водному середовищі – це вміст кисню, азоту, вуглекислого газу, інших хімічних елементів, з яких утворюються поживні речовини для рослин, рівень рН, наявність забрудників;
- у ґрунті – це вміст кисню, азоту, інших хімічних елементів, з яких утворюються поживні речовини для рослин, рівень рН, вологість, концентрація гумусу, наявність забрудників.

Наприклад, тільки збалансованість вмісту у ґрунті всіх необхідних для функціонування конкретних видів сільськогосподарських рослин макро- і мікроелементів забезпечує його родючість, що є однією з умов отримання високих урожаїв. На засолених ґрунтах можуть рости тільки галофіти (тобто рослини, які в процесі еволюції “здобули” спеціальні пристосування, що не пропускають сіль у клітину, зменшують її концентрацію розбавлянням чи накопичують сіль у вакуолях).

**До комплексних груп абіотичних чинників** відносять кліматичні та орографічні умови, а також орографічні чинники.

**Кліматичні умови** (які зумовлюються переважно температурою, вологістю і режимом освітлення) конкретної ділянки біосфери практично повністю визначають перелік живих організмів, що можуть функціонувати на цій ділянці.

**Орографічні умови** (що зумовлюються характером рельєфу конкретної ділянки місцевості) сприяють забезпеченню однотипності кліматичних умов на всій її площі або утворенню окремих зон із “своїм” мікрокліматом. Саме це визначає видовий склад живих організмів, що населяють зазначені ділянки місцевості або її окремі мікрокліматичні зони.

Оскільки типи ґрунтів відрізняються один від іншого за хімічним складом, структурно-механічними властивостями (що і є ґрунтовими (едафічними) чинниками), то і нормально функціонують в них тільки ті види організмів, які в процесі еволюції пристосувалися для виживання саме в таких конкретних умовах.

**Біотичні екологічні чинники** – це сукупність впливів процесів життєдіяльності одних видів живих організмів на інші. Для кожного з видів живих організмів, що живуть на конкретній ділянці біосфери, наявність на цій ділянці інших видів живих організмів свідчить про численні джерела біотичних екологічних чинників навколишнього природного середовища.

За належністю конкретного джерела біотичних екологічних чинників до певного царства зазначені чинники поділяються на зоогенні (вплив тварин), фітогенні (вплив рослин і грибів) і мікробогенні (вплив дроб'янок). При цьому різноманітні форми взаємозв'язків між живими організмами поділяють на:

- топічні (грец. *Topos* – місцевість), що виникають на окремих ділянках біосфери завдяки створенню живими організмами одного виду сприятливого середовища для існування інших видів живих організмів;

- трофічні (грец. *Trophe* – живлення), при яких особини одного виду живих організмів використовують інший вид, продукти його життєдіяльності чи мертві рештки як джерело їжі;

- фабричні – тобто зв'язки, за яких особини одного виду використовують особин іншого виду або їх частини для побудови гнізд, схованок тощо;

- форичні – тобто зв'язки, що забезпечують перенесення у просторі особин одного виду особинами іншого виду.

У той же час усе різноманіття взаємовідносин між живими організмами можна розділити на два типи: антагоністичні (грец. *Antagonizma* – боротьба) та неантагоністичні.

Антагоністичними називають взаємовідносини між живими організмами, при яких організми двох видів пригнічують один іншого або один із названих видів пригнічує інший вид без шкоди для себе. Основними формами антагоністичних взаємовідносин є хижацтво, паразитизм і конкуренція.

Неантагоністичні взаємовідносини між видами живих організмів характеризуються відсутністю боротьби за їжу та сприятливі умови існування і можуть бути нейтральними, взаємовигідними, односторонніми тощо. Основними формами неантагоністичних взаємовідносин є: симбіоз, мутуалізм, коменсалізм, співпраця.

Людина – невід'ємна частина живої природи. Її життєдіяльність проходить у техносфері, яка являє собою ділянки біосфери, де людина, прагнучи зменшити свою залежність від природних явищ, перетворює та змінює навколишнє природне середовище. При цьому результати виробничої, господарської, наукової, військової, побутової та інших видів діяльності людського суспільства проявляються у впливі антропогенних екологічних чинників на НПС.

**Антропогенні чинники** – це сукупність різних видів впливу людини на навколишнє природне середовище (на фауну і флору, на об'єкти

неживої природи, на саму себе). Основними формами реалізації впливу антропогенних чинників є:

- вирубування лісів;
- розорювання цілинних земель;
- цілеспрямоване полювання на окремі види тварин (риб і птахів);
- розвиток аграрного і промислового виробництва;
- видобування корисних копалин;
- стрімка урбанізація тощо.

Тому в ході історичного розвитку людства біосфера отримала якісно нові властивості та явища. Вже самим фактом свого фізичного існування люди здійснюють суттєвий вплив на навколишнє природне середовище: в процесі дихання вони щорічно виділяють  $1 \cdot 10^{12}$  кг вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ), а тільки з їжею поглинають близько  $10^{18}$  Дж. В значно більшому ступені на біосферу впливає виробнича діяльність людей, внаслідок якої змінюються: рельєф і склад земної поверхні; клімат; хімічний склад атмосфери, гідросфери і верхньої частини літосфери. Крім того, відбувається перерозподіл прісної води, зникають природні екологічні системи (з 1600 року людиною безпосередньо або опосередковано знищено більше 160 видів птахів і понад 100 видів ссавців). Натомість людина створила нові види рослин і породи тварин, досягла небувалого росту їх врожайності та продуктивності. Стрімка урбанізація (лат. *urbanus* – міський) за останні півстоліття змінила зовнішній вигляд нашої планети значно сильніше, ніж інші види діяльності людини за всю історію існування людства. Але найбільш тяжкими наслідками впливу антропогенних екологічних чинників є глобальне забруднення біосфери.

Викладене вище дозволяє сформулювати такі висновки:

1. На кожній з конкретних ділянок біосфери можуть існувати тільки ті з видів живих організмів царств рослин, тварин, грибів і дроб'янок, виживанню яких не перешкоджають комплекси абіотичних, біотичних і антропогенних чинників цієї ділянки.

2. Для кожного з живих організмів (що "мешкають" на конкретній ділянці біосфери) стосовно кожного з діючих екологічних чинників існує:

- зона оптимуму (організм існує в найсприятливіших для його розвитку умовах);
- зона песимуму (стресова зона);
- діапазон стійкості (за межами якого організм гине).

3. Наявність навіть єдиного екологічного чинника, інтенсивність впливу якого виходить за межі зони оптимуму, викликає стрес організму, а у разі виходу інтенсивності впливу екологічного чинника за межі діапазону стійкості – загибель організму.

4. Отже діяльність людського суспільства з метою забезпечення гармонійного розвитку повинна бути спрямована:

- на зменшення руйнівного впливу на ПС негативних антропогенних чинників;

- на створення умов щодо запобігання стресу та загибелі існуючих живих організмів;
- на проведення заходів, спрямованих на відтворення мінімально необхідного та подальшого розвитку видового різноманіття біоти на кожній з конкретних ділянок біосфери.

#### 1.2.4. Основні відомості про природні ресурси

Ресурси (франц. ressource) – це допоміжні засоби, запаси, джерела чого-небудь.

Природні ресурси – це природні тіла і речовини (або їх сукупності), а також види енергії, які на конкретному етапі розвитку виробничих сил використовуються (або можуть бути технічно використані) для ефективного задоволення різноманітних потреб людського суспільства [3].

Класифікація природних ресурсів у наш час здійснюється в основному:

- за напрямками їх використання в діяльності людини;
- за ступенем їх вичерпності та поновлюваності;
- за видами впливу на оточуюче природне середовище у процесі господарської діяльності суспільства.

На думку авторів, у роботі [3] наведено приклад найбільш інформативної класифікації природних ресурсів (ПР). Згідно з цією класифікацією, природні ресурси (як безпосередні джерела існування людей та як джерела засобів матеріального виробництва) поділяються на два класи: А – невичерпні ресурси; Б – вичерпні ресурси.

В свою чергу, невичерпні ресурси поділяються на два види:

- незмінні ПР (наприклад, атомна енергія, вітрова енергія, опади, енергія приливів і відливів);
- ПР, здатні зменшуватися або погіршувати свої якості у разі неправильного використання (наприклад: сонячна енергія – її загальна кількість, що поглинається рослинами, зменшується внаслідок забруднення оточуючого повітря людиною; атмосфера – її газовий склад суттєво погіршується внаслідок забруднення промисловими, транспортними та іншими викидами; вода океанів, морів, озер, річок – її якість суттєво погіршується внаслідок антропогенного забруднення; енергія потоків води – її кількість зменшується через пониження рівня води у річках у результаті діяльності людини).

Вичерпні природні ресурси поділяються на ті, що зберігаються, і ті, які зберегти неможливо.

Вичерпні ПР, що можуть бути збережені при їх правильному використанні, поділяються на:

- відновлювані ПР (наприклад: вода; родючість ґрунту; продукція, що росте на ґрунті; сільськогосподарські продукти; ліси; фуражні



культури; дикі тварини; продукція океанів, морів, озер, річок, водосховищ; фізичні та духовні ресурси);

- невідновлювані ПР (наприклад: види рослин і тварин, що вимирають; ділянки природних екологічних систем, що ще не зазнали антропогенного впливу).

Вичерпні ПР, які неможливо зберегти, поділяються на:

- ПР, які можна використовувати багатократно, навіть у разі їх знищення або утилізації (наприклад: дорогоцінні камені і самоцвіти; золото, срібло, платина, частину міді, заліза, алюмінія та інших металів);

- ПР, що не піддаються багатократному їх використанню (наприклад, корисні копалини – нафта, горючі гази, вугілля, сланець, більшість неметалічних матеріалів, свинець, цинк, олово та інші, що використовуються у складі бензину, фарб та ін.).

Враховуючи викладене вище, зробимо такий висновок: одним із напрямків забезпечення екологічної безпеки (тобто збереження і покращення якості навколишнього природного середовища) є збереження, раціональне використання і відновлення природних ресурсів.

### **1.2.5. Обмін енергією і речовинами – основа функціонування організмів**

Здійснення всіх основних функцій живих організмів (дихання, живлення, подразнення, виділення, розмноження) пов'язане з обміном енергією і речовинами між навколишнім природним середовищем і живими істотами. Наприклад, більшість живих організмів у процесі дихання поглинає кисень –  $O_2$  (з атмосфери, води або ґрунту) і виділяє в НПС вуглекислий газ –  $CO_2$ . При цьому на дихання витрачається певна кількість енергії. Тільки деякі види організмів реалізують анаеробне дихання, на здійснення якого теж витрачається енергія.

Основним джерелом енергії, що надходить у біосферу з Космосу, є Сонце. При цьому енергія сонячного випромінювання, що досягає земної поверхні, витрачається в біосфері на здійснення:

- фізичних процесів (наприклад, переміщення повітряних мас, випаровування води і т. ін.);

- хімічних процесів (наприклад, поглинання і виділення газів, розчинення мінералів тощо);

- специфічних біологічних процесів, сутністю яких є витрачання, перерозподілення і зв'язування (консервація на тривалий термін) енергії сонячного випромінювання в тканинах живих організмів.

Саме надходження у біосферу безперервного потоку енергії сонячного випромінювання є необхідною умовою для здійснення біотичного кругообігу речовин, що встановився у процесі еволюції на протязі кількох мільярдів років. Біотичний кругообіг – це постійна

циркуляція речовин між ґрунтом, гідросферою, атмосферою та живими організмами. Він є частиною великого геологічного кругообігу речовин між літосферою, гідросферою та атмосферою.

**Біотичний кругообіг** – це малий кругообіг речовин, що з'явився з виникненням життя на Землі і здійснюється у процесі життєдіяльності живих організмів (продуцентів, консументів і редуцентів). В основі біотичного кругообігу речовин лежать процеси синтезу і розкладу (дисоціації) органічних речовин організмами.

Із врахуванням викладеного процесу біотичного кругообігу енергії і речовини спрощено можуть бути подані у такому вигляді:

- зелені рослини (продуценти), використовуючи сонячну енергію, створюють первинну продукцію живої речовини (у вигляді біомаси з органічних речовин та акумульованої в них енергії). При цьому продуценти поглинають з НПС вуглекислий газ –  $\text{CO}_2$  і воду –  $\text{H}_2\text{O}$ , а також життєвонеобхідні для них та інших організмів макроелементи (O, C, N, H, Ca, P), олігоелементи (K, Na, Cl, S, Mg, Fe), мікроелементи (Zn, Mn, Co, Cu, F, Br, I) та ультрамікроелементи (B, Li, Al, Si, Sn, Cd, As, Se, V, Ti, Cr, Ni) і виділяють в навколишнє середовище кисень –  $\text{O}_2$ ;

- консументи першого порядку – фітофаги (наприклад, рослиноїдні тварини) поїдають рослини НПС, використовуючи запасені в них органічні речовини та акумульовану енергію для синтезу органічних речовин своїх тіл. Вони ж виділяють в навколишнє природне середовище незасвоєні органічні речовини та хімічні елементи і їх сполуки (з екскрементами, сечею, потом тощо), а також мертві останки своїх тіл;

- консументи другого порядку (комахи, жуки та ін.), третього порядку (наприклад, їжаки), четвертого порядку (наприклад, великі хижакі), тобто м'ясоїдні тварини, є фаготрофами. Вони пожерають тіла рослиноїдних тварин і хижаків попереднього порядку (що живуть в НПС), використовуючи запасені в них органічні речовини та акумульовану енергію для синтезу органічних речовин своїх тіл. Як і консументи першого порядку, ці хижакі виділяють в навколишнє природне середовище незасвоєні органічні речовини і хімічні елементи та їх сполуки (з екскрементами, сечею, потом тощо), а також мертві останки своїх тіл;

- консументи п'ятого порядку є одночасно і фітофагами і фаготрофами (тобто всеїдними). Вони поїдають тіла рослин, тварин, грибів і деяких мікроорганізмів, що живуть в навколишньому природному середовищі, використовуючи запасені в них органічні речовини і акумульовану енергію для синтезу органічних речовин своїх тіл. Ці консументи (і людина в цьому числі) виділяють в НПС незасвоєні органічні речовини і хімічні елементи та їх сполуки (з екскрементами, сечею, потом тощо), а також мертві останки своїх тіл;

- консументи ще вищих порядків є сапротрофами, які використовують для живлення органічні речовини мертвих останків

рослин, тварин, грибів і деяких дроб'янок, що функціонували в НПС, або екскременти тварин. Сапротрофи (деякі бактерії, гриби, рослини, водорості, жуки, мухи, черви, гієни, ворони та ін.) використовують запасені в останках органічні речовини і акумульовану енергію для синтезу органічних речовин своїх тіл. Вони виділяють в НПС незасвоєні органічні речовини і хімічні елементи та їх сполуки найчастіше у вигляді, "найзручнішому" для споживання редуцентами;

- редуценти – це мікроскопічні організми (бактерії, гриби, актиноміцети (променеві гриби) тощо), які в процесі своєї життєдіяльності споживають з НПС органічні речовини з мертвих тіл продуцентів і консументів, розкладають їх на неорганічні речовини і вертають отримані таким способом хімічні елементи та їх сполуки в навколишнє природне середовище (наприклад, у ґрунт літосфери) у вигляді, "найзручнішому" для споживання продуцентами.

Крім того, більшість живих організмів – аеробіонти (грец. *aer* – повітря + *bio* – життя), тобто організми, для життєдіяльності яких потрібний вільний молекулярний кисень –  $O_2$ , у процесі дихання поглинають його із НПС (з повітря, води або ґрунту) та повертають в навколишнє природне середовище вуглекислий газ –  $CO_2$ .

Саме безперервність, замкненість і періодична повторюваність біотичного кругообігу речовин (основу якого становлять процеси синтезу і розкладу органічних сполук) є запорукою збереження життя на Землі і являють собою одну із головних його особливостей. При цьому енергія сонячного випромінювання (поглинута зеленими рослинами) "проходить" у біосфері дуже складний шлях багатократних перетворювань і трансформацій, в результаті чого тільки незначна її частина повертається в неживу природу НПС у вигляді незворотного теплового випромінювання.

Описаний вище **біотичний (малий) кругообіг речовин** виник на підґрунті великого геологічного кругообігу речовин, на підтримання якого "витрачається" майже половина променевої енергії Сонця, що "падає" на Землю. Основою великого геологічного кругообігу є процеси переносу (з використанням зазначеної енергії) мінеральних речовин і сполук з одного місця в інше в масштабах планети: переміщення повітряних мас; вивітрювання гірських порід і ґрунтів; випаровування води з поверхні океанів, морів, озер, річок та інших водоймищ і переміщення дощових хмар; розчинення мінералів тощо. Зазначене може бути проілюстроване на прикладах процесів великого кругообігу кількох найважливіших для життєдіяльності організмів неорганічних речовин і сполук.

**Кругообіг води**, який включає її переходи з рідкого стану в газоподібний або твердий стан і навпаки, є одним з основних компонентів абіотичної циркуляції речовин у біосфері.

В циклі великого геологічного кругообігу сумарне випаровування води компенсується випадінням опадів. Найбільші запаси води біосфери зосереджені в океанах. Отже саме з океанів щорічно

випаровується найбільша кількість води (близько 3,5 геограма), але повертається до них з опадами тільки частина (приблизно 3,4 геограма). Інша частина води з океанів випадає у вигляді опадів на сушу. З озер, рік, водосховищ суходолу, навпаки, випаровується менше води, ніж випадає її у вигляді опадів, які зволожують ґрунт. Надлишки ж води з суходолу стікають в озера і річки, а відтіля повертаються знову в океан. При цьому частина прісної води надходить у підґрунтові водоносні горизонти. Слід відзначити, що з виникненням життя на Землі кругообіг води в біосфері ускладнився через те, що крім фізичних процесів перетворення її агрегатного стану додатково з'явився процес біологічного випаровування рослинами і тваринами – транспірація.

Загальні запаси води на планеті складають приблизно 1386 мільйонів тон, з них (за об'ємом) 97,5% - солоні води і 2,5% – прісні води. Близько 70% прісних вод зосереджено в льодовиках і сніжному покриві. Отже у стані (придатному для споживання організмами) прісних вод порівняно мало.

Діяльність людини дуже сильно впливає на кругообіг води, що призводить до змін погоди і клімату. Так, наприклад, внаслідок покриття значних ділянок земної поверхні (у містах) непроникними для води матеріалами, будівництва водосховищ і зрошувальних систем, ущільнення заорюваних ґрунтів, вирубування лісів тощо суттєво збільшується обсяг води, що стікає в океани та зменшується фонд ґрунтових вод. Слід також зазначити, що прісні води в процесі великого кругообігу постійно забруднюються шкідливими речовинами. Наприклад, випарувана вода (як добрий розчинник) забруднюється шкідливими речовинами, що потрапили в атмосферу внаслідок промислових і транспортних викидів (кислотні дощі). В свою чергу, дощові води водостоку забруднюються шкідливими речовинами промислових і побутових викидів з поверхонь і ґрунтів, а також стічними водами промислових, комунальних і аграрних підприємств тощо.

**Кругообіг вуглецю** в біосфері в наш час в основному пов'язаний з надходженням вуглекислого газу –  $\text{CO}_2$  в атмосферу та його споживанням. Надходження  $\text{CO}_2$  в атмосферу в наш час здійснюється у результаті: дихання живих організмів; мінералізації органічних речовин; виділення через тріщини земної кори з осадкових порід, які мають біогенне походження; виділення з мантиї Землі у разі виверження вулканів (до 0,01%); спалювання горючих речовин і матеріалів, а також пожеж (особливо в екологічних природних системах).

Споживання вуглекислого газу відбувається головним чином: у процесі фотосинтезу; при реакції  $\text{CO}_2$  з карбонатами в океанах; при вивітрюванні гірничих порід.

Крім  $\text{CO}_2$ , у складі атмосфери зв'язаний вуглець у невеликих кількостях існує у вигляді чадного газу –  $\text{CO}$  і метану –  $\text{CH}_4$ . Основна ж

маса зв'язаного вуглецю у вигляді  $\text{CO}_2$  міститься у воді океанів та у земній корі у вигляді корисних копалин. Атомарний вуглець у природі зустрічається досить рідко.

Вплив людини на кругообіг вуглецю проявляється в тому, що з розвитком індустрії і сільського господарства надходження  $\text{CO}_2$  в атмосферу стало зростати значними темпами саме за рахунок антропогенних чинників. Зараз головними причинами збільшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері є такі: спалювання великої кількості горючих копалин та інших горючих матеріалів у промисловості, в комунальному господарстві, на транспорті; знищення лісів та інших видів зелених рослин (що поглинають  $\text{CO}_2$  у процесі життєдіяльності); надходження в атмосферу  $\text{CO}_2$ , що утворюється при окисненні гумусу (внаслідок дуже частого зорювання сільськогосподарських угідь).

Підвищення вмісту вуглекислого газу в атмосфері (внаслідок інтенсивного впливу на біосферу антропогенних чинників) вже в наш час призвело до виникнення парникового ефекту, що згубно впливає на навколишнє природне середовище.

**Кругообіг кисню** –  $\text{O}_2$  в біосфері здійснюється подібно до кругообігу вуглецю. Джерелом кисню є процеси фотосинтезу в зелених рослинах, що функціонують на суші та в океанах. Для накопичування сучасних запасів кисню в атмосфері (серед газів якої кисень складає близько 21%) знадобилось 2,5...3 мільярди років. В наш час запаси молекулярного (вільного) кисню в атмосфері становлять майже  $1,6 \cdot 10^9$  тон. Саме рослинність океанів – основний постачальник кисню в атмосферу (значно меншу частину кисню постачають зелені рослини суходолу, для яких характерна сезонна продуктивність). Тільки наявність постійної планетарної циркуляції повітряних мас (внаслідок їх нерівномірного нагріву) забезпечує існуючу „рівномірність розподілу” кисню в атмосфері всіх конкретних ділянок біосфери протягом року.

Споживання (природне) зазначених вище запасів кисню з атмосфери, води і ґрунту здійснюється в процесі дихання аеробних організмів. Для здійснення цієї функції живих організмів існуючих запасів кисню вистачило б майже на 2000 років. Але кисень постійно витрачається ще і на природне окислювання речовин і матеріалів природних і антропогенних об'єктів НПС, на відновлення озонового екрану тощо.

Крім того, людське суспільство (для задоволення своїх постійно зростаючих потреб) повсякденно впроваджує (у виробництво, побут, інші сфери діяльності) все нові й нові технічні пристрої і технології, які активно використовують і витрачають кисень біосфери. В той же час ці технології і технічні пристрої активно забруднюють атмосферу, гідросферу і літосферу шкідливими домішками, внаслідок чого знижується відсоток вмісту кисню в елементах НПС. Це суттєво

утруднює функціонування живих організмів (зокрема, утрудняється дихання).

**Кругообіг азоту** має цілу низку особливостей, пов'язаних з його циркуляцією в атмосфері, гідросфері і літосфері та між ними.

Надходження нітрогену (азоту) в атмосферу відбувається: у процесі денітрифікації (тобто біохімічного відновлення оксидів азоту до молекулярного газу –  $N_2$ ); з вулканічними газами; з „індустріальних вулканів” (тобто з димом і вихлопними газами).

Поглинання ж азоту з атмосфери у ґрунт здійснюється у процесі життєдіяльності азотфіксуючих бактерій і рослин, а у водойми – у процесі життєдіяльності водоростей (в першу чергу синьозелених). Крім того, атмосферний азот фіксується у хімічних сполуках (наприклад,  $NO_2$ ,  $NO_3$  та інших) внаслідок природних фізичних процесів (електричні (грозові) розряди в атмосфері) чи внаслідок фізико-хімічних процесів, що відбуваються у технічних пристроях (наприклад, у двигунах внутрішнього згорання) або у технологічних системах штучного синтезу (наприклад, аміаку  $NH_3$ ).

Вказані сполуки азоту „включаються” в біотичний кругообіг: ними в процесі фотосинтезу „живляться” рослини, які поїдають фітофаги, внаслідок чого азот залучається до процесів синтезу і розкладу органічних речовин (наприклад, білків протоплазми).

Вплив діяльності людей на кругообіг азоту досить суттєвий і різноманітний за своїми наслідками. Наприклад, дуже корисним є вирощування на значних площах сільськогосподарських угідь бобових культур – природних фіксаторів атмосферного азоту. Навпаки, внесення надмірної кількості азотних добрив (отриманих промисловим способом) з метою підвищення врожайності може бути шкідливим, бо призводить до накопичення нітратів і нітритів у продуктах харчування та у воді (що є небезпечним, зокрема для людей). Отже, збереженню природної циклічності кругообігу азоту сприяє внесення азотних добрив у кількостях, що відповідають природним процесам його засвоєння рослинами і поверхнями НПС, а також проведення заходів щодо антропогенної денітрофікації (тобто видалення надлишкових нітратів і нітритів).

**Кругообіг фосфору** є важливою складовою геологічного кругообігу, бо фосфор є одним з найважливіших біогенних елементів. Він входить до складу нуклеїнових кислот, кліткових мембран ферментів, кісткових тканин, дентину. Тому забезпечення сталої циклічності біотичного кругообігу фосфору є дуже важливим. Перешкоджає цьому те, що основні „запаси” фосфору зосереджені у гірських породах і вкладеннях глибоко у земній корі, а на земній поверхні відчувається його дефіцит, що обмежує ріст рослин.

Тому надходження фосфору у кругообіг відбувається в основному в процесі ерозії фосфатних гірських порід та відкладень (у тому числі внаслідок відкладень гуано). Деяка частина зв'язаного фосфору надходить у кругообіг внаслідок мінералізації продуктів

життєдіяльності та органічних останків рослин і тварин. Фосфати надходять у наземні та водні екологічні системи, де можуть бути засвоєними рослинами.

Існуючі в цих системах запаси фосфору „негайно включаються” в біологічний кругообіг, бо фосфор споживається для розбудови білків протоплазми всіх видів клітин живих організмів. Однак механізми повернення фосфору з біотичного кругообігу у великий кругообіг недостатньо ефективні, а тому не компенсують його втрат. Зокрема, досить суттєвими є втрати фосфору внаслідок вилучення його з природних екологічних систем разом з „урожаєм” сільськогосподарських угідь і рибних господарств. Отже, для відновлення врожайності сільгоспугідь слід регулярно вносити в них фосфатні добрива. Для забезпечення промислового виробництва цих добрив зв'язаний фосфор добувають з глибини земної кори. До ще більшого зменшення запасів фосфору у земній корі призводить використання фосфатів для виробництва миючих засобів.

Аналіз впливу діяльності людей на кругообіг фосфору призводить до таких висновків:

- господарча діяльність людей „сприяє” втратам „доступних” для живих організмів „запасів” елементарного фосфору та його з'єднань;
- вимивання зв'язаного фосфору з поверхні сільгоспугідь не компенсується його поверненням на сушу з рибою і морепродуктами (всього близько 60 тисяч тон щорічно);
- у воді, що стікає з територій міст, у 7 разів більше фосфору, ніж у воді, яка стікає з заліснених місцевостей;
- дуже велика кількість фосфору та його з'єднань міститься у стічних водах промислових підприємств і комунального господарства;
- з названих вище причин щорічно спостерігається дефіцит фосфору на освоєних ділянках суходолу і його надмірна кількість у водоймах;
- з метою відновлення (або підтримання) достатнього рівня родючості ґрунтів щорічно добувається з глибини земної кори близько двох мільйонів тон фосфатних порід.

Отже збереження циклічності кругообігу фосфору є дуже важливим, тому що із усіх біогенних речовин, необхідних живим організмам у великих кількостях, фосфор є одним з найменш доступних на земній поверхні.

**Великий і біотичний кругообіги водню** визначаються його унікальними хімічними властивостями. У біосфері вільний молекулярний водень –  $H_2$  і тритій –  $H_3$  зустрічаються у незначних кількостях. В той же час водень є найпоширенішим хімічним елементом космосу (наприклад, більше 70% маси Сонця та зірок складає (у вигляді плазми) саме водень). Оскільки водень легко входить у хімічні зв'язки з багатьма хімічними елементами, то у біосфері найчастіше зустрічаються хімічні сполуки водню. Найпоширенішими з них є сполуки з киснем  $H_2O$  (вода) і сполуки з

вуглецем (горючі гази, нафта і нафтопродукти, кам'яне вугілля тощо). Тому кругообіги водню визначаються кругообігами води і вуглецю. При цьому слід відзначити, що найважливіші складові клітин кожного з видів живих організмів – біополімери мають у складі своїх макромолекул атоми водню. Тому збереження циклічності кругообігу водню є дуже важливим для функціонування живих організмів.

**Кругообіг кальцію** – важлива велика складова великого і біотичного кругообігів. Кальцій (Ca) дуже хімічно активний елемент, а тому в природі зустрічається в основному у вигляді хімічних сполук, які за розповсюдженням у земній корі посідають третє місце. Одні з видів таких сполук – кальціферони – регулюють обмін кальцію і фосфору в організмах і є дуже необхідними (наприклад, для нормального росту клітин). Серед кальціферонів найважливішим є вітамін D<sub>2</sub> (міститься в незначних кількостях у продуктах рослинного походження) і вітамін D<sub>3</sub> (міститься у сирах, вершковому маслі, жовтках яєць, печінці, у тілі риб лосося, тунця тощо). Нестача кальцію в організмі призводить до порушення обміну мінеральних речовин, а у дітей до рахіту. Серед рослин існує ціла група кальцефілів (наприклад, таволга шестипелюсткова, європейська модрина та ін.), які добре ростуть на ґрунтах, збагачених крейдою, і, навпаки, кальцефоби – група рослин, що не можуть рости на вапняних ґрунтах (сфаранговий мох, підбіла та ін.). Отже дуже важливим є збереження природного кругообігу кальцію.

Викладене вище дозволяє сформулювати такі висновки:

1. Оскільки макроелементи (кисень, вуглець, азот, водень, кальцій, фосфор) є „будівельним” матеріалом для синтезу органічних речовин клітин живих організмів, то збереження і відновлення їх природного (великого і біотичного) кругообігу – найактуальніше завдання.

2. Збереження і відновлення великого й біотичного кругообігів олігоелементів, мікроелементів і ультрамікроелементів, важливих для життєдіяльності організмів, – запорука збереження різноманітності видів і кількості осіб живих організмів конкретної ділянки біосфери.

3. Багато з оліго-, мікро- і ультрамікроелементів (завдяки своїй хімічній подібності з будь-яким із макроелементів) можуть накопичуватись у живому організмі, що може згубно впливати на його життєдіяльність.

4. Особливу небезпеку становлять токсичні відходи та радіоактивні речовини, що у великих кількостях потрапляють в навколишнє середовище внаслідок господарчої діяльності людини.

Наприклад, стронцій (Sr-90) за хімічними властивостями дуже схожий на кальцій, а тому потрапляє у великий і біотичний кругообіги кальцію. В той же час Sr-90 дуже небезпечний, довго живучий радіонуклід (що утворюється внаслідок випробування ядерної зброї, радіаційних аварій або як відходи ядерного палива), який може мати канцерогенний вплив. Цезій–137 (Cs-137) - інший небезпечний продукт поділення атома - дуже схожий за своїми хімічними властивостями з



калієм. Тому Cs-137 активно циркулює ланцюгами живлення, а, отже, може накопичуватися в організмі людей.

Біохімічний кругообіг ртуті (Hg) майже не впливав на життєдіяльність організмів до настання індустріальної ери. В наш час розробка родовищ і промислове використання суттєво збільшили випаровування ртуті в атмосферу, а, отже, і випадання на земну поверхню та у водойми. Більше половини витрачаємої ртуті не повертається у виробництво, а отже забруднює НПС, що дуже небезпечно для живих організмів. Дуже небезпечним є забруднення НПС іншими важкими металами (Cd, Cu, Zn, Cr).

### 1.2.6. Основні відомості про спільноти живих організмів

Чарльз Дарвін у роботі „Походження видів шляхом природного добору” (1859 р.) визначив, як одну з найважливіших властивостей живих організмів, боротьбу за існування (не тільки як боротьбу організмів між собою, але і як боротьбу організмів з неживою природою навколишнього середовища). При цьому найефективнішою „зброєю” живих організмів стали їх різноманітні механізми „приспосовання” до впливу існуючих у „конкретному місці мешкання” організму екологічних чинників. Відомо, що усім рівням живої матерії (молекулярному, клітинному, тканинному, органному, популяційно-видовому, біогеоценологічному і біосферному) властиві такі риси: єдність хімічного складу, обмін речовин, самовідтворення (репродукція), спадковість, мінливість, ріст і розвиток, подразливість, дискретність, енергозалежність.

Саме тому місцем „свого мешкання” особини конкретних видів живих організмів обирають ділянки біосфери – ареали, на території яких існує повний набір життєво необхідних для цих організмів макро-, оліго-, мікро- і ультрамікроелементів, а також забезпечуються сприятливі умови для здійснення біотичного кругообігу речовин, росту і розвитку організмів, надходження до них енергії з НПС тощо. Оскільки не всі особини конкретного виду організмів мають шанс перемогти у боротьбі за існування, то природою „передбачається” їх „надмірна” репродукція з метою створення сталої популяції особин. У свою чергу, спадковість і мінливість забезпечують створення достатньої кількості матеріалу для природного добору, тобто добору особин, найбільш пристосованих до конкретних умов існування в НПС, що сприяє з’явленню нових форм життя, тобто нових видів організмів.

**Ареал** (лат. *area* – площа, простір) означає ділянку земної поверхні або акваторії, яка характеризується розповсюдженістю на ній певних видів живих організмів (що „приспосувалися” до впливу діючих на ній абіотичних, біотичних і антропогенних екологічних чинників). При цьому стабільне довгострокове існування конкретного виду живих організмів у межах конкретного ареалу досягається „утворенням” популяції цього виду.

**Популяція** (лат. *populus* – народ, населення) – це сукупність різновікових особин одного виду живих організмів (що „мешкають” в межах конкретного ареалу), які обмінюються генетичною інформацією; об’єднуються однаковими умовами існування, що є необхідними і достатніми для забезпечення підтримання оптимальної чисельності особин цього виду на протязі тривалого терміну. Загальними ознаками популяції конкретного виду живих організмів є спільність ареалу заселення, морфологічна схожість особин, легкість схрещування. Однією з основних характеристик популяції є її вікова структура: у швидкоростучих популяціях значну частину становлять молоді особини; у стабільних популяціях розподіл особин за віком майже рівномірний; у вимираючих популяціях переважають особини старшого віку.

Отже популяція – це сукупність особин одного виду живих організмів, здатна до самовідновлення і відмежована від інших аналогічних сукупностей цього самого виду екологічними чи біологічними бар’єрами (що ускладнює обмін генетичною інформацією). Популяція характеризується просторовою, віковою та статеву структурою, а також ареалом розселення.

Сукупність популяцій різних видів живих організмів, ареали яких (хоча б частково) збігаються, утворює біоценоз. **Біоценоз** (греч. *bio* – життя + *koïnos* – спільний) – це сукупність популяцій конкретних видів рослин (фітоценоз), тварин (зооценоз), грибів (мікоценоз) і мікроорганізмів (мікробоценоз), що функціонують в межах конкретної території (або акваторії), яка характеризується наявністю впливу певного набору конкретних абіотичних, біотичних і антропогенних екологічних чинників. Кожний біоценоз має видову структуру (розмаїття видів живих організмів, співвідношення їх чисельності тощо). Чим ближчі умови навколишнього середовища (де існує конкретний біоценоз) до оптимальних, тим багатший цей біоценоз на кількість видів живих організмів та їх чисельність.

Місцем сталого функціонування конкретного біоценозу є його біотоп. **Біотоп** (греч. *bio* – життя + *topos* – місце) – це природний життєвий простір певного біоценозу. Таким чином, біотоп – це сукупність на певній ділянці території або акваторії абіотичних екологічних чинників, наприклад кліматичних (кліматоп), ґрунтових (едафотоп) і т. ін.

**„Біогеоценоз** – це сукупність на ділянці земної поверхні однорідних природних явищ (атмосфери, гірних порід, рослинності, тваринного світу і світу мікроорганізмів, ґрунту та гідрологічних умов), яка має свою особливу специфіку взаємодії компонентів (що входять до її складу) і певний тип обміну речовинами та енергією між собою та іншими природними явищами, а також являє собою внутрішньо антагоністичну діалектичну єдність, що знаходиться у постійному русі та розвитку” (В.Н. Сукачов).

### 1.2.7. Закони екології

Багатогранність зв'язків між компонентами біосфери, взаємозалежність елементів біогеоценозів природних екологічних систем, чисельні процеси їх розвитку і вдосконалення знайшли відображення у законах екології, які формулюються і здобувають загальне визнання у процесі розвитку фундаментальних і прикладних досліджень.

Так, у 1965 році американським вченим Б. Коммонером були сформульовані перші чотири закони – приказки, які в наш час здобули статус загально визнаних законів екології.

**Перший закон** – “Усе пов'язане з усім” (закон про загальний зв'язок і взаємозв'язок тіл, процесів і явищ у природі). Цей закон відображає існування величезної кількості функціональних зв'язків і взаємозв'язків у біосфері, як між окремими особинами і популяціями різноманітних видів живих організмів, так і між організмами та об'єктами неживої природи. Тому будь-які зміни (наприклад, у результаті господарської або іншої діяльності людини) фізико-хімічних параметрів, які характеризують стан НПС конкретної природної екологічної системи, відразу ж передаються (через існуючі функціональні зв'язки між компонентами біосфери) живим організмам. Це примушує останні негайно почати пристосовуватися до нових умов існування і неодмінно призводить до зміни закономірностей подальшого розвитку біогеоценозу даної природної екологічної системи.

Враховуючи викладене, суспільство повинно організувати свою діяльність таким чином, щоб: не завдавати прямої чи опосередкованої шкоди рослинам, тваринам, грибам і мікроорганізмам природних екологічних систем; не завдавати прямої чи опосередкованої шкоди неживим компонентам природних екологічних систем і не допускати забруднення НПС та нераціонального використання природних ресурсів.

**Другий закон** – “Усе повинно кудись дітися “ (закон про збереження маси речовин і енергії в НПС). Дійсно, ніщо не зникає безслідно. Та чи інша речовина (той чи інший вид енергії) в процесі реалізації циклів кругообігу речовин та енергії просто переміщується у просторі та часі, переходить з однієї молекулярної (фізичної, хімічної, біологічної) форми в іншу, впливаючи при цьому на життєві процеси живих організмів.

Враховуючи викладене, суспільство повинно організувати свою господарську та іншу діяльність таким чином, щоб у біосферу не потрапляли створені людиною нові синтетичні речовини і матеріали, нові види енергії (яких раніше не існувало у природі), а також речовини, вилучені людиною з надр літосфери (яких раніше зовсім не було в біосфері, або вони існували там в обмеженій концентрації). Інакше ці речовини (матеріали, енергії) обов'язково будуть забруднювати атмосферне повітря, воду і ґрунти на протязі

неприпустимо тривалого (через відсутність відповідних редуцентів) терміну, що згубно впливає на живі організми.

**Третій закон** – “Ніщо не дається задарма” (закон про ціну розвитку). Біосфера, як глобальна природна екологічна система, являє собою єдине ціле, в межах якого виграш в одному місці обов'язково пов'язаний з витратами в іншому. Все, що людство забирає у біосфери (у процесі своєї господарської та іншої діяльності), воно обов'язково повинно повернути у біосферу, бо може виникнути екологічна криза.

Згідно з цим законом, розвиток (еволюція) геосистем відбувається не тільки за рахунок навколишнього природного середовища, а й за рахунок власних якісних ресурсів геосистем. Будь-яке надбання в еволюції конкретної геосистеми обов'язково супроводжується втратою якої-небудь частини попередніх надбань і виникненням нових проблем. Відповідно до цього закону в економіці природи не існує безоплатних ресурсів. Простір, енергія, сонячне світло, вода, кисень і т. ін. (якими б „невичерпними” не здавались їх „безплатні” запаси на планеті Земля) невідворотно оплачуються кожною геосистемою, яка їх використовує. Оплачуються повнотою і швидкістю їх повернення, завдяки замкненості матеріальних кругообігів біогенних елементів, енергопотоків, харчів та ін.

Враховуючи викладене, суспільство зобов'язане організувати свою господарську та іншу діяльність таким чином, щоб забезпечити раціональне використання природних ресурсів, не допускаючи катастрофічного виснаження невідновних ПР і створюючи умови для ефективного поповнення „запасів” відновних ПР.

**Четвертий закон** - „Природа знає краще”. Для будь-якої органічної речовини, що синтезується рослинами (рослинні білки, жири, вуглеводи, екскременти), в конкретній природній екологічній системі завжди є редуценти (мікроорганізми), здатні ці органічні речовини „мініралізувати” (тобто „розкласти” на окремі хімічні речовини). Саме таким чином у кожній конкретній природній екологічній системі забезпечується замкненість циклів біотичного кругообігу речовин і здатність системи до самоочищення і самовідновлення.

В той же час суспільство (для задоволення своїх зростаючих потреб) створювало і створює все нові будівлі (споруди, машини, механізми, товари і т. ін.), виконані з використанням речовин і матеріалів, для яких в природних екологічних системах не існує відповідних редуцентів. Це неминуче призводить до забруднення НПС, зменшення і, навіть, втрати здатності екологічних систем до самоочищення і самовідновлення.

Таким чином, четвертий закон екології попереджує людей про необхідність ретельного прогнозування результатів своєї господарської та іншої діяльності, враховуючи потенційну господарську ємність конкретних природних екологічних систем,

уникати дій, які можуть завдати шкоди біосфері не тільки сьогодні, а й у віддаленому майбутньому.

Серед інших загальноvizначених законів екології слід відзначити: закон обмеженості ресурсів; закон константності кількості живої речовини біосфери; закон мінімуму; закон незворотності еволюції; закон толерантності; закон оптимальності; закон максималізації енергії та інформації у процесі еволюції; закон розвитку системи за рахунок навколишнього природного середовища та ін.

### **1.2.8. Природні передумови виникнення екологічної небезпеки**

#### ***Ландшафтна оболонка Землі***

**Ландшафтна оболонка (епігеосфера)** – це специфічна зовнішня оболонка Землі, що об'єднує літо-, гідро-, атмо- і біосферу. Епігеосфера [5], найскладніша частина планети Земля, багата різноманітними видами вільної енергії. Саме в епігеосфері відбувається трансформація речовин і енергії. Тільки в ній можуть одночасно існувати і взаємопроникати речовини у твердому, рідкому та газоподібному агрегатному стані. Тут поглинається, перетворюється і накопичується промениста енергія Сонця та взаємодіють фізико-хімічні, біологічні та соціальні процеси, які стимулюються як сонячною, так і внутрішньоземною енергією. Саме в епігеосфері склалися умови для виникнення і розвитку життя, а згодом у процесі еволюції з'явилася людина. Епігеосфера стала середовищем проживання людей та їх перетворюючої виробничої діяльності.

#### ***Просторова структура епігеосфери, взаємопроникнення і взаємодія її компонентів***

Єдність епігеосфери визначається взаємопроникненням і взаємодією її компонентів (тобто речовин, які входять до складу окремих оболонок епігеосфери - літо -, гідро -, атмо- і біосфери), що здійснюється енерго- і масообміном, який відбувається постійно. Тропосфера, гідросфера і осадкові оболонки (стратосфера) є основними структурними складовими епігеосфери. Вони розташовані у просторі відповідно з їх густиною і надають епігеосфері вигляд ярусної будови. Четвертий компонент – “жива речовина” – не утворює самостійного ярусу або особливої оболонки. Живі організми “розсіяні” по всій епігеосфері, проникаючи в усі її яруси.

В кожному ярусі або його оболонці завжди “присутні” речовини інших ярусів. Наприклад, гази атмосфери “проникають” у Світовий океан (їх вміст становить 1,4...2,3% за об'ємом), у верхній ґрунтовий шар літосфери (їх вміст становить 23...28% за об'ємом). На долю вільної води припадає близько 3% загальної маси стратосфери і 0,3% маси тропосфери, тіла організмів майже на 80% складаються з води. Тверді речовини складають 3,4% маси гідросфери і кілька відсотків

маси живих організмів, а їх вміст в атмосфері становить лише  $1,2 \cdot 10^{-5}$  % її маси. Але навіть така мізерна кількість пилу суттєво впливає на властивості атмосферного повітря. Взагалі достатньо наявності незначної кількості “домішок” речовини іншого ярусу, щоб властивості конкретного структурного ярусу епігеосфери докорінно змінилися. Наприклад, дистильована вода не може бути середовищем для життя організмів. Навпаки, вода, яка містить необхідні для конкретного організму розчинені солі і гази, може стати для нього “живильною вологою”. Атмосфера, яка містить водяну пару і частки пилу, має якісно інші фізичні властивості, ніж сухе чисте повітря, і здобуває здатність “порушувати” баланс сонячної енергії на поверхні Землі. В свою чергу, інертні малорухомі речовини земної кори включаються у великий біотичний кругообіг речовин і стають одним із джерел життя тільки тому, що вони насичені водою, газами атмосфери і залишками “живої речовини”.

Організми відіграють особливо активну географічну роль, хоча їх маса надто мала порівняно з масою всієї епігеосфери (становить приблизно одну мільйонну частину). Особливе значення організмів у перетворенні інших компонентів епігеосфери визначається їх надзвичайною біологічною (фізичною, хімічною) активністю, величезним різноманіттям форм і видів, високою життєздатністю в умовах епігеосфери, здатністю активно розселятися. У процесі метаболізму (живлення, споживання) приводяться у переміщення в просторі величезні маси матерії і перетворюється склад усіх ярусів зовнішньої оболонки Землі.

Описані вище процеси взаємопроникнення речовин особливо інтенсивно відбуваються на межах “літосфера – атмосфера”, “літосфера – гідросфера”. Зазначене стає передумовою виникнення процесів взаємопроникнення забруднюючих речовин, наприклад, при наявності забруднення атмосфери у гідросферу і літосферу і навпаки.

Найінтенсивніше процеси взаємопроникнення речовин (у тому числі шкідливих “забруднюючих” домішок) відбуваються у контактному шарі ярусів епігеосфери на межі “атмосфера – верхня частина літосфери”. Тут широко представлені частинки ґрунтів, кори вивітрювання, різноманітні елементи гідросфери (поверхневі та підземні води), а також зосереджена більша (99,5%) частина “живої речовини” нашої планети. Цей контактний шар отримав назву “сфера наземних ландшафтів”. Однією з найхарактерніших особливостей цього контактного шару є його строката, мозаїчна структура (тобто його “горизонтальна” диференціація у просторі). Таким чином, “сфера наземних ландшафтів” складається з багаточисельних геосистем регіонального і локального рівнів.

Другим активним контактним шаром є межа “атмосфера – гідросфера”, наприклад, на межі поверхні океану з приповерхневим шаром тропосфери. Завдяки впливу сонячної радіації і повітряних мас, верхній шар океанічних вод характеризується інтенсивною

вертикальною і горизонтальною циркуляцією та насиченістю киснем. Він насичений зеленими рослинами. Зазначене вище сприяє інтенсивному взаємопроникненню речовин і, зокрема, забруднюючих речовин із атмосфери в гідросферу і навпаки. Ця частина епігеосфери одержала назву “сфера водних (океанічних і морських) ландшафтів”.

За аналогією океанічне дно можна вважати “сферою підводних ландшафтів” (бо, наприклад, мікроорганізми існують навіть на глибині глибоководних впадин (глибина до 11000 м), а океанський мул є аналогом ґрунту). Тут активним контактним шаром (в якому здійснюється інтенсивне взаємопроникнення речовин, в тому числі і шкідливих забруднюючих речовин) є межа “гідросфера – літосфера”.

З віддаленням від контактних шарів інтенсивність взаємопроникнення речовин зменшується. Тому зовнішні розміри епігеосфери обмежені (хоч і не різко). Наприклад, у земній корі нижня межа епігеосфери пролягає на глибині 3...5 км. Верхньою межею епігеосфери звичайно вважають тропопаузу між тропосферою і стратосферою (бо у стратосфері немає умов для життя через: несприятливий склад газів; відсутність пари; високий рівень космічних випромінювань; низьку температуру тощо). В той же час майже всі об’єкти гідросфери входять до складу епігеосфери (аж до самих глибоких впадин Світового океану).

Функціонування епігеосфери дуже складний процес, що складається з багатьох взаємопов’язаних ланок. Речовини переміщуються, а енергія перетворюється в епігеосфері у вигляді кругообігів, які фактично не є замкненими. Тому невідворотними є “втрати” речовин і енергії.

Більшість процесів в епігеосфері відбувається за рахунок енергії, що надходить до неї ззовні: енергія сонячного опромінювання; енергія різноманітних видів космічного випромінювання (становить приблизно одну мільйонну частину енергії сонячного опромінювання); геотермальна енергія (становить 0,02...0,03% енергії сонячного опромінювання); енергетичний вплив гравітаційних полів Місяця і Сонця.

Крім того, епігеосфера має великі запаси потенційної енергії: енергія, накопичена за рахунок перетворення електромагнітного випромінювання Сонця (наприклад, внаслідок нагрівання поверхонь суходолу і океанів, енергія біомаси і т.ін.); енергія тектонічних процесів (щорічно вивільняється (наприклад, у разі землетрусів одна десятимільйонна частина її запасів); “законсервована” у горючих копалинах енергія прадавніх попередніх квантів сонячного випромінювання (її запаси “законсервовані” у каустобіолітах, еквівалентні 1/3...1/4 частині щорічного надходження до Землі енергії сонячного випромінювання); енергія “легкого” і “важкого” ядерного палива.

Сонячне опромінювання є найбільш вагомим внеском в енергопостачання епігеосфери. Земною поверхнею поглинається

близько 67% цієї енергії (інша її частина “відбивається “ у Космос). Поглинута земною поверхнею енергія сонячного випромінювання витрачається на: теплове випромінювання Землі; випаровування та виділення тепла при конденсації вологи; турбулентну теплопередачу атмосфері; синтез біомаси і т. ін.

Саме в результаті багатократного обміну енергією між поверхнею Землі (тобто поверхнею Світового океану і земної суші) та атмосферою Землі (яка утворює “особисті запаси” енергії у шарі повітря наземних і водних ландшафтів) виникають переміщення повітряних мас і мас води у епігеосфері, що спричинює виникнення потужних “географічних механізмів” циркуляції атмосферного повітря і кругообігу вологи.

В свою чергу, приблизно по 0,1% поглинутої земною поверхнею енергії сонячної радіації витрачається на: танення снігу, льоду, мерзлоти (з наступним виділенням теплової енергії при замерзанні води); хімічне і фізичне вивітрювання речовин поверхневого шару літосфери.

На синтез біомаси витрачається не менше ніж 0,1% поглинутої земною поверхнею енергії сонячного випромінювання. Значна її частина витрачається на процеси теплообміну у ґрунті та об'єктах гідросфери. Близько 0,1% від величини поглинутої енергії сонячної радіації виділяється в епігеосферу при розкладі органічних залишків організмів. Значна частина поглинутої енергії витрачається на “забезпечення” функціонування великого кругообігу речовин.

Потоки речовин у епігеосфері дуже різноманітні за своєю природою, наприклад: переміщення різних форм матерії, які мають фізико-механічну природу; сукупність процесів міграції хімічних елементів; біологічний метаболізм тощо.

Серед них особливе значення має гравітаційне переміщення твердих мас у вигляді уламків, пилу, “завислих ” частинок та іонів у водних розчинах. Зокрема, гравітаційне переміщення речовин грає найважливішу роль у перетворенні рельєфу суходолу, в утворенні осадкових порід, у взаємодії континентів і Світового океану. Наприклад, щорічно з суходолу в океан зі стоком води виносяться від 13 до 50 мільярдів тон “завислих ” твердих частинок і від 2,5 до 5,5 мільярдів тон розчинених солей. Перші осідають безпосередньо на дні океану, а другі можуть довго залишатися у розчині або поглинаються водними залишками. У разі “участі” в описаних вище процесах твердих частинок або розчинів шкідливих речовин відбувається забруднення об'єктів гідросфери. Крім того, такі явища (зменшення маси суші переносом твердих частинок в океан, тобто денудація) є незворотніми і свідчать про незамкненість великого кругообігу речовин в епігеосфері, а отже і про можливість “втрат” речовини в її окремих компонентах.

Однак у великому кругообізі речовин літосфери є і замкнені цикли. Одним з прикладів таких циклів є пилообіг в епігеосфері. Щорічно в



атмосферу з поверхні суходолу (внаслідок вивітрювання, господарської діяльності людей, вивержень вулканів і т. ін.) надходять десятки і навіть сотні мільйонів тон пилу. Цей пил знаходиться у повітрі (забруднюючи атмосферу, в тому числі і шкідливими речовинами) від однієї до десяти діб, після чого випадає на поверхню суходолу або в об'єкти гідросфери (забруднюючи їх у разі "участі" в цих процесах шкідливих речовин). Описане може бути прикладом, як зворотного (у разі осідання всієї маси пилу на суходіл), так і незворотного (тобто незамкненого) кругообігу речовин.

Ще одним прикладом зворотного або незворотного великого кругообігу речовин в епігеосфері є "солеобіг" між гідросферою, атмосферою і літосферою, що реалізується денудацією. Деяка кількість іонів (наприклад, Ca, Na, Mg, CO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub> та ін.) потрапляє (шляхом випаровування або розбризкування) з океану в атмосферу, а потім частина з них з атмосферними опадами повертається в океан, а інша випадає на суходіл (забруднюючи їх у разі "участі" в описаних процесах шкідливих речовин).

У газообміні між атмосферою, гідросферою і літосферою основна роль належить кругообігам вільного кисню і вуглекислого газу. Їх функції дуже різноманітні, але особливо тісно кругообіг цих речовин (а також інших газів і пари, в тому числі і шкідливих) пов'язаний з процесами біологічного метаболізму (що може спричинити "забруднення шкідливими речовинами" і живих організмів та "втрати" речовин у деяких компонентах епігеосфери, що проявляється у вигляді порушення їх газової складової).

У вологообміні між гідросферою, атмосферою і літосферою основна роль належить таким процесам: випаровування розчинів мінеральних і органічних речовин з суходолу, з океанів, морів та інших водоймищ; випадіння атмосферних опадів; насичення вологою ґрунтів; фільтрування води у товщі літосфери у вигляді потоків поверхневих і підземних вод; кругообіг води у процесах метаболізму тощо.

Усі ці процеси можуть супроводжуватись забрудненням компонентів епігеосфери шкідливими речовинами, а також "втратами" речовин.

Отже взаємопроникнення речовин з одного ярусу епігеосфери в інший (при реалізації зворотного або незворотного кругообігу), найбільш інтенсивно відбувається на межах "атмосфера – гідросфера", "гідросфера – літосфера" і "атмосфера – літосфера", що створює сприятливі умови для забруднення шкідливими речовинами усіх ярусів епігеосфери у разі наявності первинного забруднення одного з ярусів. Оскільки саме в контактних шарах епігеосфери спостерігаються найбільші концентрації організмів ("плівки життя" за висловом В.І. Вернадського), то описане забруднення згубно впливає в першу чергу на "живу речовину" епігеосфери.

## ***“Зовнішній” і “внутрішній” кругообіг речовин в епігеосфері***

Зазначена вище незамкненість потоків речовин і енергій між компонентами епігеосфери обґрунтовує наявність в ній “зовнішнього” і “внутрішнього” кругообігів речовин. Так, існування “зовнішнього” кругообігу проявляється у таких процесах: частина речовини з потоків між компонентами епігеосфери виходить за межі ландшафтної оболонки (наприклад, при “зануренні” літосфери у глибини Землі) або дисоціює у міжпланетний простір; навпаки, в епігеосферу надходять речовини з глибин Землі (наприклад, при виверженні вулканів) або з Космосу (наприклад, падіння метеоритів і космічного пилу на земну поверхню).

Та все ж “зовнішній” кругообіг речовин дуже незначний порівняно з “внутрішнім”, роль якого у процесі геологічного розвитку епігеосфери невпинно зростає. При цьому найінтенсивніше “поновлюються”: “жива” речовина (вся маса фітопланктону у Світовому океані “замінюється” в середньому за одну добу, для “поновлення” рослинного покриву на поверхні суходолу “необхідно” приблизно 150 років); вода на поверхні суходолу і в атмосфері “поновлюється” в середньому протягом 10 діб, вода в річках – через 11 діб, вода у ґрунті – через 1 рік, вода в озерах – через 7 років).

В той же час на “споживання” атмосферних запасів CO<sub>2</sub> (через фотосинтез) необхідно 8–15 років; на “поновлення” запасів атмосферного кисню – потрібно 4000–12000 років; на транспірацію наземними рослинами запасів води Світового океану потрібно було б 40000 років; на “поновлення” запасів пилу в атмосферному повітрі необхідно від однієї до 10 діб. Найконсервативнішими є речовини літосфери: на “нівелювання” материків до рівня океану необхідно кілька мільйонів років.

## ***Часова структура, динаміка і еволюція епігеосфери***

Значна кількість природних процесів у епігеосфері характеризується ритмічними (у часі) коливаннями, спричиненими впливом зовнішніх астрономічних чинників. Універсальне географічне значення мають регулярні добові та річні зміни в компонентах епігеосфери. Вченими більш-менш точно встановлено також ритми більшої тривалості (11, 22 - 23, 80 - 90 років) у коливаннях клімату, гідрологічних процесів, льодовитості морів і, частково, біологічних процесів.

В еволюції (тобто спрямованому, поступному розвитку) епігеосфери відзначають деякі основні закономірності: взаємопов'язаний розвиток всіх компонентів на основі посилення міжкомпонентного обміну речовинами та енергією; поступний характер розвитку; зростаюча роль біогенного чинника; посилення внутрішньої (територіальної) диференціації; нерівномірність розвитку; поєднання поступних, стадійних і ритмічних змін, які надають процесу еволюції характер висхідної спіралі; процес розвитку відбувається в умовах

“боротьби” протилежних тенденцій. Крім того, серед основних закономірностей внутрішньої диференціації епігеосфери слід відзначити широтну та висотну зональність.

### ***Зональна і азональна диференціація епігеосфери***

Ландшафтній оболонці притаманна складна просторова диференціація, яка проявляється не тільки в ярусній будові епігеосфери (вертикальна диференціація), а й особливо яскраво – в контактних шарах (горизонтальна диференціація). Остання реалізується через величезну кількість геосистем регіонального і локального рівнів.

Регіональна структура епігеосфери зумовлена такими зовнішніми чинниками: нерівномірним “широтним” розподіленням променистої енергії Сонця (визначає зональну диференціацію); різноманітними побудовою і рельєфом твердої поверхні літосфери (визначає азональну диференціацію).

Нерівномірність розподілення сонячного опромінювання різних ділянок ландшафтної оболонки Землі виникла внаслідок: сфероподібності нашої планети (густина потужності опромінювання закономірно зменшується в напрямках від екватора до полюсів); добового обертання Землі навколо своєї осі (густина потужності опромінювання змінюється за добовим циклом); нахилу земної осі до площини орбіти обертання Землі навколо Сонця (густина потужності опромінювання змінюється за сезонним циклом).

Саме описана нерівномірність розподілення сонячної радіації на земній поверхні є першопричиною “широтної” (тобто “горизонтальної”) диференціації епігеосфери на ландшафтні зони, кожна з яких характеризується своєрідними тепловим режимом, циркуляцією повітряних мас, вологообміном, водяним балансом і т. ін.

Сучасна класифікація природно-географічних комплексів за загальними ознаками передбачає наявність на поверхні Землі таких природних зон: арктичні та антарктичні пустелі; тундра; лісотундра; океанічні луки; тайга; змішані ліси; широколистяні ліси; жорстколистяні та вічнозелені ліси і кущі; лісостеги і прерії; стеги; напівпустелі і пустелі; савани і рідколісся; змінно-вологі ліси; постійно-вологі ліси; області висотної поясності.

Зональність – універсальна географічна закономірність [5]. Вона так чи інакше “проявляється в усіх природних процесах епігеосфери (науковцями точно встановлено зональність клімату, водяного режиму, ґрунтоутворення, органічних процесів, підземних вод і навіть Світового океану). Ландшафтна зона – це частина земної поверхні, витягнута широкою смугою вздовж географічних паралелей на території одного або кількох материків, яка характеризується певним гідротермічним режимом (тобто співвідношенням тепла і вологи), певною інтенсивністю екзогенних процесів, певними кліматичними умовами, переважанням певних типів ґрунтів і рослинності,

пануванням зонального типу ландшафту [4]. Крім “широтних” зон в епігеосфері в наш час виділяють [5] три фізико-географічних сектори (тобто “меридіальні” зони): центральний (континентальний) і два периферійних (приокеанічні). В центральному секторі “широтна” залежність всіх основних показників “зональності” загострена, а у “периферійних” – згладжена.

Азональна диференціація епігеосфери зумовлюється різноманіттям побудови та рельєфу твердої поверхні літосфери, яке виникло внаслідок тектонічного розвитку Землі. Так, відомо [5], що від висоти над рівнем моря залежать суттєві особливості клімату конкретної ділянки епігеосфери. Фізико-хімічні властивості гірних порід цієї ділянки визначають основні риси її водного режиму і гідромережі, мінеральне багатство ґрунтів, своєрідність форм рельєфу і т. ін. Тому найбільш яскравим прикладом азональної диференціації епігеосфери є висотна пояси́сть (зумовлена різким зменшенням величини радіаційного балансу, а також зміною (спочатку підвищенням, а потім зменшенням) кількості опадів зі збільшенням висоти конкретної ділянки суші над рівнем моря). Азональність така ж універсальна географічна закономірність, як і зональність [5]. В природі будь-якої ділянки епігеосфери діалектично поєднуються, як зональні, так і азональні особливості. Тому кожній із конкретних “ландшафтних зон” і кожному з конкретних “висотних поясів” (у межах яких (тобто зони і пояси) “розташована” конкретна ділянка епігеосфери) притаманні свої “індивідуальні” особливості перебігу кругообігу речовин і енергій. Отже кожній конкретній геосистемі регіонального і локального рівня притаманні свої “індивідуальні” особливості процесів її можливого забруднення шкідливими речовинами.

### 1.2.9. Геосистеми регіонального рівня

Наслідком впливу зональних і азональних чинників є система регіональних підрозділів епігеосфери, виділенням, систематизацією та описанням яких займається науковий напрям – фізико-географічне районування. Районування [4] – це сукупність дій з виявлення територіальної диференціації та інтеграції ландшафтної оболонки, взаємодії суспільства та природних і соціально-економічних процесів. Підґрунтям для зазначеного районування є вивчення процесів як диференціації, так і інтеграції природних комплексів. При цьому інтеграція природних комплексів того чи іншого рівня у більш складні геосистеми “здійснюється” в епігеосфері завдяки циркуляції повітряних мас, гідростоку, силовому переміщенню твердих мас, міграції рослин і тварин тощо.

Морфологічними структурами епігеосистеми найвищого з регіональних рівня є фізико-географічні країни [5]. **Фізико-географічними країнами** є ділянки епігеосфери, розташовані на стародавніх платформених рівнинах (наприклад, Таврійські степи),

плато, гір'ях, крупних орогенічних підняттях (наприклад, Карпати, Кримські гори). Кожна з фізико-географічних країн відрізняється від іншої побудовою геологічного фундаменту, макрорельєфом, макрокліматичними особливостями (тобто співвідношенням морських і континентальних повітряних мас, ступенем континентальності, зволоженості та т. ін.), планом географічної мережі, своєю зональною структурою, а гірські країни – ще і висотною поясністю. До складу фізико-географічних країн входять фізико-географічні області.

**Фізико-географічні області** [5] – це крупні частини фізико-географічних країн, що обособилися у процесі їх розвитку під впливом азональних чинників (наприклад, енейрогенічних підняттях та опускань, морських трансгресій (тобто “наступання” моря на суходіл) або регресій (тобто “відступання” моря з суходолу) тощо). Вони мають різний вік і, звичайно, чітко розрізняються між собою орографією (тобто характеристикою форм земної поверхні, наприклад, висотою, протяжністю, характером схилів тощо), характером гідрографічної мережі, кліматом, ґрунтово-рослинним покривом і т. ін. Фізико-географічні області поділяються на ландшафтні зони і ландшафтні підзони. Тому природні компоненти будь-якої зони (підзони) “трансформуються”, набуваючи специфічних характерних рис саме тих конкретних фізико-географічних областей, країн, секторів, де вона розташована.

Частину ландшафтної зони (підзони), що “розташована” в межах однієї конкретної фізико-географічної області, називають **ландшафтною провінцією** (підпровінцією) [5], тобто обмеженою, віддаленою територією.

Враховуючи викладене, приходимо до висновку, що основні види геосистем регіонального рівня ландшафтної оболонки Землі диференціюються (та інтегруються) відповідно до зональних (ландшафтні зони, підзони, провінції) чи азональних (фізико-географічні сектори, країни, області) ознак. Отже, кожній конкретній із таких структурних складових епігеосфери притаманні свої специфічні характерні риси її функціонування. Зокрема, це стосується механізмів здійснення обміну речовинами і енергією, а отже, і особливостей можливого забруднення зазначених геосистем.

На завершення слід відзначити, що “найпростішою” із морфологічних структурних одиниць регіонального рівня є “географічний ландшафт” [5]. Ця структурна територіальна одиниця епігеосфери вже не може бути диференційованою ні за зональними, ні за азональними ознаками, бо є однорідною відносно розподілу потоків сонячної радіації та відносно характеру побудови і рельєфу твердої поверхні літосфери.

### 1.2.10. Географічний ландшафт і геосистеми локального рівня

**Ландшафт** [4] – це відносно однорідна ділянка епігеосфери, яка обособилася в ході її еволюції та відрізняється від інших ділянок своєю структурою (тобто закономірним поєднанням природних тіл і явищ), характером взаємозв'язку і взаємодії між компонентами цієї геосистеми, особливостями поєднання її структурних складових. Географічний ландшафт – це генетично єдина геосистема, однорідна за зональними і атональними ознаками, яка містить в собі специфічний набір поєднаних локальних геосистем [4].

Однорідність географічного ландшафту виявляється в єдності його твердого фундаменту, а неоднорідність – має локальний характер.

Причинами неоднорідності є функціонування і розвиток самого ландшафту. Внутрішньоландшафтна неоднорідність (тобто мозаїка локальних геосистем, що входять до складу конкретного географічного ландшафту) створюється у процесі: ерозійного розчленування рельєфу (під впливом водостоку); заболочування лісів внаслідок розростання сфагнових мохів; заростання озер; вивітрювання та інших видів руйнування гірних порід; діяльності тварин тощо.

У кожному ландшафті [5] спостерігається закономірний набір ділянок, які відрізняються одна від іншої своїми "індивідуальними" розташуванням у рельєфі, формою, крутизною та експозицією (тобто систематизованим розміщенням) схилів і т.ін. Внаслідок перерозподілу тепла, вологи і мінеральних речовин по площі кожна з таких ділянок ландшафту відрізняється своїм "індивідуальним" мікрокліматом, водним і солевим режимом і в цілому своїми "індивідуальними" екологічними умовами. Тому на цій ділянці формується єдиний "індивідуальний" фітоценоз і тип ґрунту, а зазначені вище компоненти в сукупності утворюють елементарну геосистему – фацію.

**"Фація** (від лат. *facies* – обличчя) – це найменший природний територіальний комплекс, на всій площі якого зберігається один літологічний склад порід, однаковий характер рельєфу або форм мікрорельєфу, однаковий характер зволоження, один мікроклімат, один тип ґрунтів і один біоценоз" [4].

Таким чином, фація є кінцевою ланкою фізико-географічного поділу ландшафтної оболонки Землі і в той же час є початковою ланкою інтеграції геосистем локального рівня в найскладніші природно-географічні комплекси: географічні ландшафти; ландшафтні провінції, ландшафтні зони; фізико-географічні області; фізико-географічні країни; епігеосферу. Першим "щаблем" у зазначеній географічній інтеграції є об'єднання фацій в урочища.

**Урочище** – це поєднана система поряд розташованих фацій, об'єднаних загальною спрямованістю фізико-географічних процесів –

водного стоку, міграції хімічних елементів, денудації або акумуляції, виносу або накопичення солей і органічних речовин тощо [5].

У таксономічному значенні “урочище – це природний територіальний комплекс, який складається із систем генетично, динамічно і територіально пов’язаних фацій та їх груп (підурочищ) [4].

Урочища найбільш чітко виявляються в умовах розчленованого рельєфу з контрастними (з випуклими і угнутими) формами мезорельєфу (наприклад, урочища пагорбів і улоговин), але вони формуються й на просторих вододільних рівнинах. Типові комбінації урочищ і фацій, притаманні кожному ландшафту, створюють його “індивідуальну” морфологію, тобто суворо “індивідуальний” внутрішній просторовий візерунок. Тому кожній фації, кожному урочищу (як і іншим різновидам геосистем) притаманні “індивідуальні” особливості їх функціонування. В першу чергу це стосується особливостей обміну речовинами і енергією, а також “індивідуальних” особливостей можливого забруднення кожної з таких геосистем.

Оскільки всі компоненти геосистем усіх рівнів, що входять до складу ландшафтної оболонки Землі, тісно пов’язані між собою процесами функціонування (зокрема, процесами обміну речовинами і енергією), то забруднення хоча б одного ярусу будь-якої конкретної фації неминуче призводить до розповсюдження цього виду забруднення в межах всієї епігеосфери (хрестоматійним прикладом цього є реєстрація незначного випадіння радіонуклідів на території Польщі і скандинавських країн внаслідок Чорнобильської катастрофи).

#### **1.2.11. Погіршення екологічної ситуації – результат небажаної трансформації природних ландшафтів внаслідок впливу негативних екологічних чинників**

**Негативні екологічні чинники – рушійна сила порушення структури і функціонування природних ландшафтів.**

Усі описані раніше властивості геосистем (наприклад, їх структура, функціонування, динаміка, еволюція тощо) повніше розкриваються при вивченні саме географічних ландшафтів. Саме в геосистемах цього рангу найяскравіше проявляються складні взаємозв’язки між “вертикальними” і “горизонтальними” потоками кругообігу речовин і енергії та відповідно двох систем внутрішніх географічних взаємозв’язків. Так, майже ідеальним об’єктом для вивчення та аналізу “вертикальних” міжкомпонентних зв’язків у географічних ландшафтах є фація. В той же час для виявлення “горизонтальних” (тобто міжфаціальних) географічних зв’язків необхідно вивчати ландшафт в цілому – як притаманні йому поєднані ряди фацій – від вершин вододілів до русел річок та інших водоймищ. Подібні фаціальні ряди слугують основою для дослідження, наприклад, інтеграційних процесів у геосистемах. Так, найважливіший механізм інтеграції фацій в урочища реалізується через: гравітаційні потоки

речовин, зумовлені рельєфом (зверху вниз); деякі інші, в тому числі і біологічні, “канали” (наприклад, комарі народжуються у водоймах, а гинуть на суходолі і тим самим здійснюють горизонтальне переміщення значних мас твердих речовин, у тому числі і мікроелементів); вітрове горизонтальне переміщення пилу, солей, спор, насіння рослин тощо.

Описане можна використовувати як приклад для пояснення суті еволюції як спонтанного процесу, при реалізації якого поступове кількісне накопичення нових елементів неминуче призводить до якісних змін у природних геосистемах. Отже, навіть природна еволюція географічного ландшафту може (з високою вірогідністю) призвести до трансформації його морфологічних складових, тобто до з'явлення у його складі і “розростання” якісно нових видів фацій та урочищ.

В наш час причини трансформації конкретних ландшафтів поділяються на природні (зміни макроклімату в зональних і навіть планетарних масштабах, тектонічні рухи, еволюція тощо) і антропогенні (тобто зміни мікрорельєфу, мікроклімату, кількісних і якісних показників потоків речовин і енергій та ін. внаслідок впливу виробничої, побутової та іншої діяльності людей).

При цьому ландшафти (які функціонують в наш час у складі епігеосфери) за ступенем їх трансформації (тобто зміни складу, взаємозв'язку і взаємодії компонентів внаслідок антропогенного впливу) поділяються на:

- **умовно незмінні (або первісні) ландшафти.** Це ландшафти, які ще не залучені до прямого господарського використання, але опосередкований вплив господарської діяльності людства “зачепив” і їх (наприклад, хоч і незначне забруднення шкідливими речовинами ландшафтів Антарктики, високогір'я і т. ін.). Для таких ландшафтів характерні умовно сприятливі екологічні ситуації (ЕС);

- **слабко змінні ландшафти.** Це ландшафти з екстенсивною господарською діяльністю людей (полювання, рибальство, вибіркоче вирублення лісів тощо), яка “торкається” тільки окремих “вторинних” їх компонентів, а основні природні зв'язки та взаємодія їх основних компонентів залишаються непорушеними (наприклад, деякі ландшафти у лісах, на схилах гір та ін., що не залучені до активного господарського використання). Характерними для цих ландшафтів є умовно сприятливі ЕС і задовільні ЕС;

- **порушені, сильно змінні (антропогенні) ландшафти.** Антропогенні ландшафти залучені до зони активної господарської діяльності людей, їх компоненти і внутрішні зв'язки зазнали інтенсивного стихійного впливу антропогенних екологічних чинників, внаслідок чого трансформація ландшафтів відбулася в небажаному для суспільства напрямку. В таких ландшафтах можуть виникати напружені ЕС, критичні (кризові) ЕС і навіть катастрофічні екологічні ситуації.



Виникнення антропогенних ландшафтів (тобто порушених територій) є результатом діяльності людського суспільства, яке для своїх потреб за 8-10 тисяч років (від початку сільськогосподарської революції до кінця XIX сторіччя) зруйнувало 20% природних екосистем, основну частину яких склали найбільш продуктивні лісові та лісостепові ландшафти. На протязі XX сторіччя було порушено ландшафти ще на 40% площі континентів. А в наш час антропогенні ландшафти складають більше 24% епігеосфери. Їх поділяють на техногенні, урбанічні, аграрні та ін.

Розглянута вище діяльність людського суспільства є джерелом значної кількості антропогенних екологічних чинників [6]. Вплив частини таких чинників пов'язаний з господарським вилученням ресурсів і відповідним порушенням природних ландшафтів внаслідок: вирубки лісів; зорювання степів; осушення боліт; промислу рослин, риб, птахів і звірів; заміни природних комплексів штучними спорудами, комунікаціями, водосховищами, промисловими майданчиками, селітебними зонами міського типу, звалищами, пустирями тощо. Вплив іншої частини антропогенних екологічних чинників призводить до забруднення компонентів географічних ландшафтів (атмосферного повітря, водоймищ, земельних ділянок) побічними продуктами і відходами виробництва та споживання.

Вплив переважної частини антропогенних екологічних чинників проявляється у процесі застосування технічних засобів і машин у промисловості, транспорті, будівництві, видобуванні корисних копалин, аграрному секторі і т. ін. Тому такі антропогенні чинники отримали назву техногенних. Саме вплив техногенних чинників ініціює і підтримує процес трансформації природних ландшафтів у техногенні ландшафти. В наш час серед техногенних ландшафтів виділяють (за типом землекористування) такі класи антропогенних ландшафтів:

- сільськогосподарський (польовий, луко-пасовиський, садовий, виноградниковий, змішаний);
- промисловий (кар'єрний, відвальний, териконів, промислові майданчики, звалища і полігони твердих побутових відходів);
- лінійно-дорожний (автомобільних доріг, залізниць, аеродромів, нафто – і газопроводів, ліній електропередач);
- лісовий (лісові культури, вторинні ліси);
- водний (крупні водосховища, середні водосховища, малі водосховища і ставки, канали);
- рекреаційний (ландшафти і ландшафтні комплекси навколо санаторіїв, пансіонатів, будинків і баз відпочинку, туристичні бази, кемпінги, крупні міські та приміські парки з атракціонами, лісопарки, лугопарки, гідропарки, ландшафтно-архітектурні музеї та ін.);
- сельбищний (сільський, міський садово-парковий, міський малоповерховий, міський багатоповерховий, заводський);
- беллігеративний (сторожеві кургани, оборонні вали, воронки та траншеї).

Процесу антропогенної трансформації ландшафтів досить активно сприяє і вплив нетехногенних антропогенних екологічних чинників, дія яких проявляється в основному у побуті та поведінці людей у природному середовищі при нетехнозованому промислі та в процесі “активного відпочинку”.

### ***Основні напрямки антропогенного (техногенного) впливу на геосистеми***

Результати трансформації численних природних ландшафтів внаслідок дії антропогенних екологічних чинників можна звести до таких основних напрямків техногенного впливу на геосистеми: механічне переміщення твердого матеріалу і порушення гравітаційної рівноваги; змінення вологообігу і водного балансу; порушення біологічної рівноваги і біогенного кругообігу речовин; повітряна міграція техногенних викидів; водна міграція техногенних скидів; техногенні змінення теплового балансу.

Механічне переміщення твердого матеріалу і порушення гравітаційної рівноваги в географічних комплексах, а також підсилення виносу або акумуляції твердих речовин може бути як прямим, так і опосередкованим наслідком господарської діяльності.

Безпосереднє техногенне перерозподілення мас твердих речовин літосфери найінтенсивніше здійснюється на територіях гірничих виробок, міст, крупних інженерних споруд, а також у процесі зорювання ґрунтів, меліорації і т. ін. В результаті з'являється специфічний техногенний ландшафт, який характеризується, наприклад, наявністю териконів (висотою до 300 м і площею в десятки гектарів), відвалів пустої породи (висотою 100...150 м і протяжністю 1,5...2,0 км), кар'єрів (глибиною 500...800 м і площею до кількох квадратних кілометрів), штучних рівнин (площею у сотні-тисячі гектарів), гідромереж тощо.

Створення техногенних форм штучного рельєфу стимулює подальші зміни у геосистемах, передусім гравітаційного характеру: пустоти, що виникають у підземних виробках, спричинюють просідання і провали земної поверхні; терикони, відвали і кар'єри започатковують вторинні гравітаційні процеси-обвали, осипи, зсуви ґрунту; терикони, відвали, зорені ґрунти, об'єкти іригаційної мережі зазнають змиву, розмиву, вивітрювання.

Природний вологообіг і водний баланс в епігеосфері забезпечується процесами випаровування води (в основному з поверхні різноманітних водойм), транспірації (за участі кореневої системи, стовбурів і листя рослин) та наступного випадіння опадів (у вигляді снігу, граду, дощу). При цьому запаси вологи, що випали на суходіл, завдяки поверхневому водостоку і підземним водоносним системам повертаються руслами річок до макрооб'єктів гідросфери.

Виникнення антропогенних ландшафтів суттєво порушило природний вологообмін і водний баланс (тобто стабільність

надходження і витрат води) не тільки в межах окремих геосистем будь-якого рівня, а й у межах епігеосфери в цілому. Пояснюється це, в першу чергу, цілеспрямованим (або наслідковим) порушенням природного водостоку внаслідок: прямого гідротехнічного впливу на водні об'єкти (наприклад, регулювання водного режиму річок; перерозподіл площ водозбору різноманітних об'єктів гідросфери; забір води на виробничі, комунально-побутові та інші потреби; створення все нових і нових водосховищ; створення систем і споруд для гідромеліорації та штучного зрошення тощо); перетворення водного балансу на площах водозбору (які є джерелами водного постачання річок) шляхом змінення їх рослинного покриву, щільності їх ґрунтів і, навіть, їх рельєфу.

Найбільш значні географічні наслідки спричинюються створенням штучних водосховищ, загальний обсяг яких сягає 5000 км<sup>3</sup> (приблизно 13% обсягу річного стоку річок планети). Економічний ефект від створення водосховищ дуже значний: можливість отримання додаткової електроенергії від гідроелектростанцій (без витрачання невідновлюваних енергоресурсів); покращення умов судноплавства і водопостачання; полегшення умов постачання води для зрошення сільськогосподарських угідь та транспортування її на значні відстані; попередження повіней і т. ін. Але створення кожного нового водосховища – це заміна раніше існувавшої наземної геосистеми новим водним техногенно природним комплексом із специфічними для нього гідрохімічним і гідробіологічним режимами, внаслідок чого радикально змінюються кругообіги речовин та енергії, а, отже, і всі параметри функціонування не тільки конкретних фацій, урочищ, а й інших геосистем вищого рівня (зокрема, через відкладення у водосховищах частини річкових наносів скорочується твердий стік, зменшується зростання дельт річок і надходження твердого матеріалу до моря).

Одним з найрадикальніших способів перетворення водного балансу наземних геосистем (географічних ландшафтів) є штучне зрошення сільгоспугідь, на що витрачається до 75% обсягів води, яку забирають з річок та інших водойм. Але тільки половина цієї води витрачається раціонально (тобто транспортується культурними рослинами), інша ж втрачається внаслідок інфільтрації в каналах та непродуктивного випаровування.

У ландшафтах з нестійким і недостатнім атмосферним зволоженням покращення водного балансу може бути досягнуто удосконаленням методів землеробства.

Найбільш різкими є зміни водного балансу після трансформації географічного ландшафту у техногенний і, особливо, в урбанізований: забудова, водонепроникне поверхнєве покриття, розчищення від снігових заметів суттєво зменшують інфільтрацію та посилюють поверхневий стік; порушення природної гідромережі підземних вод підземними спорудами і комунікаціями призводить до підйому їх рівня,

а, отже, і до підтоплення окремих територій; відкачування частини підземних вод для промислових, комунальних і побутових потреб зменшує ґрунтове постачання водою річок.

Внаслідок техногенного впливу на геосистеми виникає порушення біологічної рівноваги та біогенного кругообігу речовин. Одним з найтяжкіших наслідків трансформації природних ландшафтів у антропогенні є кардинальна перебудова їх біоценозів, основними причинами якої можуть стати: випадкове занесення окремих видів організмів, які знаходять для себе екологічну нішу; свідомо акліматизація або інтродукція нових організмів; змінення екологічних умов; нераціональне, безгосподарське використання існуючих біологічних ресурсів; пряме знищення біоценозів із частковою заміною їх штучними спільнотами.

Будь-яка перебудова біоценозу призводить до зміни не тільки його внутрішніх зв'язків, але й до зміни зв'язків біоценозу з абіотичними компонентами геосистеми. Як і в описаних вище порушеннях гравітаційної рівноваги та водного балансу, зміна біоценозу призводить до суттєвого порушення геохімічних функцій геосистеми. Тому внаслідок знищення або перебудови рослинного покриву неминуче порушується загальний геохімічний кругообіг багатьох речовин, особливо рухомих хімічних елементів. Крім того, у випадку створення культурних біоценозів щорічно з врожаєм із ґрунту вилучаються сотні мільйонів тон азоту, фосфору, калію та ін. Для підвищення продуктивності наступних врожаїв у ґрунт вносять велику кількість мінеральних добрив і пестицидів. Частина з цих добрив і отрутохімікатів вимивається з ґрунту дощовими та талими водами і забруднює атмосферу, гідросферу і літосферу, що шкодить живим організмам.

Таким чином, порушення біологічної рівноваги може призвести до: повної перебудови біоценозів; порушення гравітаційної рівноваги; перетворення водного і теплового балансу та мікроклімату; балансу речовин у системі ґрунт-біоценоз. Частково ці порушення через стік, транспортування та акумуляцію наносів, трофічні зв'язки і водну міграцію хімічних елементів можуть поширюватися на геосистеми більш високих рівнів.

До антропогенного забруднення епігеосфери призводить і повітряна міграція техногенних викидів. Згідно з описаним вище антропогенне переміщення твердих мас, а також антропогенні змінення природних вологообігу та біогенного кругообігу речовин навіть в межах конкретної фації (чи урочища) неминуче призводять до виникнення нового (додаткового до природного) вже «техногенного кругообігу речовин» не тільки в межах тієї фації (де здійснювалися зміни), а й у сусідніх з нею геосистемах навіть вищих рівнів.

Зазначений "техногенний кругообіг речовин" є одним із найспецифічніших і важкоконтрольованих виявлень антропогенного

впливу на природу, який різко підвищився в епоху науково-технічних революцій і характеризується наявністю діалектичного протиріччя.

З одного боку, людина опосередковано (шляхом впливу, наприклад, на інтенсивність гідросточку, денудації, інфільтрації і т. ін.) послаблює природні геохімічні процеси (зокрема, "небажані" процеси міграції хімічних елементів) в епігеосфері, не виходячи при цьому за межі хімічних реакцій, що існують в природі. З іншого ж боку, у процесі виробництва людина створює (у результаті перегрупування атомів окремих хімічних елементів) безліч нових хімічних з'єднань, більшість з яких не може утворитися в природних умовах. Частина таких речовин і матеріалів призначена для безпосереднього впливу на навколишнє природне середовище, наприклад, хімічні добрива, отрутохімікати та ін. Але більшість з них потрапляє в "техногенний кругообіг речовин" не навмисно, а у вигляді відходів виробництва, різноманітних покидів, використаних виробів тощо.

За масою речовини, залученої до "техногенного кругообігу", на першому місці серед хімічних елементів земної кори знаходиться вуглець, а далі ідуть кальцій, залізо, алюміній, хлор, натрій, сірка, азот, фосфор, калій, мідь, цинк та інші. Більшість з цих елементів "природно" концентрується у товщі планети і "виноситься" на її поверхню у результаті господарської діяльності людини, звідки вже потрапляє в атмосферу, ґрунт і гідросферу. Вказані хімічні елементи потрапляють у яруси епігеосфери також у результаті прямих викидів промислових газів, аерозолів, стічних вод, а також внаслідок розкладу, окислення, розмивання відходів, покидів та вже використаних виробів.

Отже, в атмосферу (забруднюючи її) крім газів потрапляють тверді та рідкі продукти спалювання горючих речовин і пил, що утворюється підприємствами цементової, вугільної, металургійної, абразивної, гіпсової, переробної та іншої промисловості, а також пиловими бурями.

Так, наприклад, в атмосферу Землі щорічно "викидається" не менше 10...15 мільярдів тон вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ), приблизно 200...300 мільйонів тон чадного газу ( $\text{CO}$ ), близько 300 мільйонів тон сірчаного ангідриду ( $\text{SO}_2$ ), майже по 50 мільйонів тон окислів азоту та вуглецеводних сумішей і ще безліч шкідливих газоподібних сумішей. Вказані промислові гази розвіюються по всій атмосфері (наприклад, деякі з них руйнують навіть озоновий шар), але "концентруються" переважно у нижньому трикілометровому шарі тропосфери, а тому (через підвищену рухомість цього шару) здатні поширюватися на відстані у кілька десятків тисяч кілометрів від місця їх викиду. Багато з них можуть вступати між собою у специфічні хімічні реакції з утворенням вторинних токсичних продуктів (наприклад, пероксиацетилнітрат – ЛАН, що є найнебезпечнішим із майже 600 токсичних компонентів Лос-Анджелеського смогу).

На відміну від промислових газів частинки промислового і природного пилу, дим, рідкі та тверді аерозолі мають масу більшу, ніж

маса молекул промислових газів, а тому забруднюють в основному нижні шари тропосфери завтовшки у кілька сотень метрів. Внаслідок цього вони здатні розповсюджуватись на відстань у сотні-тисячі кілометрів від місця їх викиду, хоча найдрібніші з таких частинок місяцями “плавають” у повітрі, а тому можуть досягнути будь-якого “куточка” епігеосфери.

“Очищення” атмосфери від забруднюючих її промислових газів, пилу, диму, рідких і твердих аерозолів відбувається внаслідок “випадіння” їх або “вимивання” атмосферними опадами, що неминуче призводить до забруднення шкідливими речовинами поверхонь наземних і водних ландшафтів, що спричиняє залучення цих забруднюючих речовин до великого і біогенного кругообігу речовин, пов’язаного з ланцюгами живлення організмів. Останнє спричиняє їх отруєння у процесах дихання та харчування.

Особливою проблемою в наш час є радіоактивне забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери внаслідок випробувань ядерної зброї (застосування боєприпасів із “збідненим” ураном) і аварій на ядерно-енергетичних реакторах та інших радіаційно небезпечних об’єктах. Частина радіонуклідів (при реалізації таких подій) “випадала” навколо місць їх викиду, а інша розповсюдилась по всій епігеосфері. Наприклад, продукти ядерного вибуху 7 березня 1955 року у штаті Невада (США) вже через 5 днів було виявлено у Ленінграді, а радіоактивне забруднення ландшафтів внаслідок Чорнобильської катастрофи поширилось на територію України, Росії та Білорусі. Особлива небезпека радіоактивного забруднення географічних ландшафтів зумовлюється дією таких чинників:

- високим рівнем “зовнішнього” іонізуючого опромінювання від радіонуклідів, що “знаходяться” в атмосфері або “забруднюють” наземні та водні ландшафти;
- довгостроковою високою активністю радіоактивних ізотопів (термін напіврозпаду стронцію 90 становить 28 років, цезію 137–30 років, йоду 131–8 діб);
- залученням радіонуклідів (що випали з атмосфери з пилом і атмосферними опадами на території наземних і водних ландшафтів) до техногенно-біогенного кругообігу речовин, який “охоплює” ланцюги живлення організмів, внаслідок чого виникає високий рівень “внутрішнього” опромінювання, що триває аж до повного “виведення” радіонуклідів з організму.

Дуже небезпечною є водна міграція речовин техногенних викидів. Більшість забруднюючих речовин техногенних викидів у навколишнє природне середовище “проходить” через водний цикл міграції, який охоплює такі ланцюги: випадіння забруднюючих атмосферу речовин з атмосферними опадами на поверхню наземних і водних ландшафтів; поверхневий стік та інфільтрація і ґрунтовий стік і побутовий каналізаційний стік і стік промислових стічних вод; русловий стік до

морів і океанів; циркуляція вод внутрішніх водоймищ і світового океану.

Звичайно, найбільш забрудненими шкідливими речовинами є промислові і побутові стоки, у водах яких містяться різноманітні кислоти, феноли, сірководень, аміак, а також ртуть, свинець, фтор, миш'як, кадмій та інші токсичні речовини.

Чинниками прямого забруднення річок та інших водоймищ є викиди водного транспорту та відходів сплаву деревини. Крім того, вони опосередковано забруднюються: водами поверхневого стоку із поверхні сільгоспугідь (забруднені головним чином добривами, отрутохімікатами та продуктами життєдіяльності сільгосптварин); водами поверхневого стоку з урбанізованих територій (забруднені головним чином промисловими і побутовими відходами та покидьками); ґрунтовими і підземними водами (які не повністю "очистились" в процесі інфільтрації). Таким чином, річки (та інші внутрішні водойми) стають природними колекторами, на дні русел яких у процесі транспортування води до внутрішніх морів і Світового океану "відкладається" частина забруднюючих речовин (наприклад, на дні річки Потомак у Вашингтоні шар відкладень покидьків і фекалій перевищує 3 м). У воді річок внаслідок впливу забруднюючих речовин відбувається трансформація природних водних ландшафтів (найбільше змінюються рельєф і склад біоти).

У річках відбувається також часткове "самоочищення" води: частина органічних забруднюючих речовин руйнується та мінералізується завдяки життєдіяльності водоростей та мікроорганізмів. На відміну від цього значно меншим є ефект "самоочищення" води в озерах і водосховищах, а тому ландшафти цих водоймищ інтенсивніше трансформуються під впливом мігруючих речовин техногенних викидів. Так, підвищення в них концентрації фосфору спричиняє бурний розвиток синьо-зелених водоростей та "цвітіння" водоймищ.

Кінцевим ланцюгом у водній міграції різноманітних техногенних викидів є Світовий океан. До нього "доходить" значна частина шкідливих речовин техногенних викидів з вод суходолу, приєднуючись до нафтопродуктів і промислових відходів, що скидають безпосередньо до океану. Все це зумовлює прогресуюче забруднення Світового океану, що дуже небезпечно, бо процес забруднення Світового океану (який є основним джерелом надходження кисню в епігеосферу, одним з джерел постачання харчової сировини для людства, незамінною транспортною комунікацією, стабілізатором теплового балансу в епігеосфері, „кухнею” погоди і т. ін.) в значній мірі є незворотнім.

Значну екологічну небезпеку створює і техногенне змінення теплового балансу. Основними техногенними чинниками зміни теплового балансу і температурного режиму в епігеосфері є:

- перетворення підстеляючої поверхні геосистеми головним чином шляхом зміни рослинного покриву та режиму зволоження (вирублення лісів, осушення боліт, створення водосховищ, облаштування штучних покриттів у містах, запилення поверхні снігу та льоду, утворення нафтової плівки на поверхні морів та океанів), що впливають на радіаційний і тепловий баланс через змінення коефіцієнта відбиття поверхні Землі та інтенсивності випаровування;

- техногенне тепло, яке надходить до атмосфери внаслідок виробництва енергії, становить 66% енергії, що міститься у використаному паливі. У розвинутих країнах густина теплового потоку, що надходить в атмосферу щодоби, сягає сотень тисяч кілоджоулів на квадратний сантиметр; збільшення концентрації вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) в атмосфері. Більшість вчених вважає це найважливішою причиною розвитку парникового ефекту, який спричинить глобальне підвищення температури в епігеосфері;

- збільшення кількості аерозолів в атмосфері, що, на думку провідних вчених, сприяє зростанню впливу парникового ефекту.

Існуючий в наш час рівень теплового забруднення епігеосфери та стала тенденція його зростання занепокоїло не тільки провідних вчених, але й всю людську спільноту. Тому, згідно з Кіотськими домовленостями, в першу чергу провідні розвинені країни зобов'язані скоротити споживання природного палива з метою різкого зменшення кількості викидів продуктів згоряння та забезпечення стабілізації теплового балансу і температурного режиму планети.

Отже, реалізація будь-якого з описаних напрямків антропогенного впливу на геосистеми неминуче призводить до зміни структури та внутрішніх і зовнішніх зв'язків природних ландшафтів, до порушення їх функціонування (зокрема, до забруднення їх компонентів), а в особливо тяжких випадках і до виникнення незворотних негативних змін у навколишньому природному середовищі (НПС), що спричиняють надзвичайні екологічні ситуації.

### **Антропогенні забруднення**

Згідно з п. А.2.11 ДСТУ 2156-93 (Безпека промислових підприємств), **“забруднення атмосферного повітря – це привнесення у повітря або утворення у ньому фізичних агентів, хімічних речовин чи організмів, що негативно впливають на життєдіяльність людини або завдають шкоди матеріальним цінностям і НПС”**.

**“Забруднення поверхневих і підземних вод – це привнесення у воду або утворення в ній фізичних, хімічних чи біологічних агентів, що негативно впливають на середовище проживання або завдають шкоду матеріальним цінностям і навколишньому природному середовищу”** (п. А.2.12 ДСТУ 2156-93).

**“Забруднення ґрунтового покриву – це привнесення або виникнення в ґрунті нових, звичайно не характерних для нього**



фізичних, хімічних чи біологічних агентів або перевищення в часі, що розглядається, середньо багаторічного рівня концентрації перелічених агентів” (п. А.2.13 ДСТУ 2156-93).

**“Порушення поверхні землі – це сукупність різноманітних видів змін природного стану земної поверхні внаслідок техногенної діяльності та несприятливих природних процесів і явищ”** (п. А.2.14 ДСТУ 2156-93).

Згідно із ст.11 Закону України “Про зону надзвичайної екологічної ситуації”, **“незворотні негативні зміни в навколишньому природному середовищі – це втрата, виснаження чи знищення окремих природних комплексів та ресурсів внаслідок надмірного забруднення навколишнього природного середовища, руйнівного впливу стихійних сил природи та інших чинників, що обмежують або виключають можливість життєдіяльності людини та провадження господарської діяльності в цих умовах”**.

При цьому як фізичні агенти (тобто фізичні антропогенні негативні чинники) можуть виступати:

- рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, вироби і матеріали, що переміщуються у просторі, конструкції і споруди, які руйнуються, гірські породи (матеріали), що обвалюються;

- підвищена запиленість та загазованість атмосферного повітря геосистем;

- підвищена або знижена температура поверхонь об’єктів і матеріалів гідросфери та літосфери геосистем;

- підвищена або знижена температура атмосферного повітря геосистем;

- підвищений рівень шуму в компонентах геосистем;

- підвищений рівень вібрацій в компонентах геосистем;

- підвищений рівень інфразвукових коливань у компонентах геосистем;

- підвищений рівень ультразвукових коливань в компонентах геосистем;

- підвищений або знижений барометричний тиск в атмосфері геосистем та його різке змінення;

- підвищена або знижена вологість атмосферного повітря геосистем;

- підвищена або знижена рухомість атмосферного повітря геосистем;

- підвищена або знижена іонізація атмосферного повітря геосистем;

- підвищений рівень іонізуючих випромінювань в компонентах геосистем;

- підвищений рівень статичної електрики в компонентах геосистем;

- підвищений рівень електромагнітних випромінювань в компонентах геосистем;
- підвищена напруженість електричного поля в компонентах геосистем;
- підвищена напруженість магнітного поля в компонентах геосистем;
- відсутність або нестача природного освітлення в компонентах геосистем;
- підвищена яскравість світла в компонентах геосистем;
- знижена контрастність об'єктів в компонентах геосистем;
- пряма та відбита блискіть в компонентах геосистем;
- підвищена пульсація світлового потоку в компонентах геосистем;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації в компонентах геосистем;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації в компонентах геосистем.

Хімічні агенти (тобто небезпечні хімічні елементи, з'єднання та речовини, які забруднюють конкретну геосистему) поділяються:

- за характером негативного впливу на організми – на токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, а також ті, що впливають на репродуктивну функцію;
- за шляхами проникнення в організм (наприклад, в організм людини - через органи дихання, кишковий тракт, шкірні покриви та слизові оболонки).

Біологічні агенти містять такі біологічні об'єкти (що не є "аборигенами" конкретної геосистеми):

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, реккетсії, спірохети, грибки і найпростіші);
- макроорганізми (рослини і тварини).

Синергетичний вплив хоча б кількох із зазначених фізичних, хімічних і біологічних агентів призводить до: втрати біологічного розмаїття; порушення кругообігу води; порушення кругообігу біогенних елементів; змінення потоків енергії у біосфері тощо.

Значну екологічну небезпеку являє собою і втрата біологічного розмаїття, яка відбувається внаслідок того, що людина, освоюючи нові території, позбавляє інші види організмів простору, який вони займали. Результатом є порушення внутрішньовидової та міжвидової взаємодії, скорочення кількості "екологічних ніш" біологічних видів і популяцій, порушення всієї організації їх життя.

Зруйнування екологічної ніші організму може призвести до змінення генетичної програми виду і сприятиме розпаду генома. Згідно з теорією біологічної регуляції середовища, кожний вид організмів у природних умовах здійснює певні функції з регулювання та стабілізації навколишнього природного середовища. Зникнення будь-якого з видів біоти знижує кореляцію спільнот організмів, внаслідок чого знижується

поріг переходу геосистеми до нестійкого стану. Тому збереження біологічного різноманіття організмів кожного з географічних ландшафтів пов'язане з охороною природно скорельованих спільнот організмів в таких обсягах, які забезпечують регулювання та сталість функціонування навколишнього природного середовища.

Порушення кругообігу води пов'язане з тим, що внаслідок зростання кількості населення і розвитку виробництва людство у великих масштабах перетворило природний рослинний покрив в агро-екосистеми, міські території, об'єкти інфраструктури. Це призвело до зменшення площ – в першу чергу лісів (на 30...50%) і степів, які виробляли первинну біомасу.

Згідно з сучасними оцінками, біота суходолу "виробляє" до 600 Гт первинної біомаси (яка майже на 90% складається з маси води, що входить до цієї первинної біомаси). Таким чином, біота, виробляючи біомасу, зв'язує до 540 Гт води, а з урахуванням транспірації – до 54 000 км<sup>3</sup> води. Така кількість води майже у п'ять разів перевищує її вміст в атмосфері та сумарний стік річок усього світу.

Вважається, що біота контролює кругообіг на 70%. Тому, деформуючи і руйнуючи природні ландшафти, людина внаслідок своєї господарської діяльності суттєво впливає на кругообіг води, що призвело до значної зміни гідрологічного режиму водозбірних басейнів. В результаті суттєво збільшився поверхневий стік (що спричиняє швидкий скид води та ерозійні процеси), а вологість повітря і ґрунтів зменшилась. Це сприяє зменшенню продуктивності, як порушених, так і природних екологічних систем.

Разом із зміненням потоків вологи на трансформованих ландшафтах змінюються і потоки твердого матеріалу та хімічних речовин. Особливо явно ці зміни проявляються на сільгоспугіддях: первинна продукція вирощується протягом року нерівномірно (тривалий термін рослинність відсутня); з полів водостоком вимиваються тверді частинки ґрунту, добрива та отрутохімікати (що спричинює замулення річок та інших водойм і сприяє їх хімічному забрудненню); частина хімічних елементів вилучається з урожаєм.

На кругообіг води і стан водних ландшафтів суттєво впливає будівництво гідроспоруд, що порушує природні екосистеми та знижує потенціал самоочищення річок, призводить до змілення малих річок, зниження кількості та погіршення якості ґрунтових вод.

Отже, деформація і зруйнування природних ландшафтів на великих територіях призвели до порушення кругообігу води, змінення водного балансу, посилення ерозійних процесів. Частина таких змін незворотна, а для призупинки інших необхідні значні кошти.

Значну екологічну небезпеку становить порушення кругообігу біогенних елементів. При "освоєнні" нових територій людина знищує біомасу природних геосистем (в першу чергу гине біомаса рослин). Наприклад, при будівництві об'єктів промисловості та інфраструктури, при містобудуванні і т. ін. знищена рослинність мінералізується, що

викликає загибель консументів різних рівнів (від самих великих тварин до мікроорганізмів). Це призводить до дуже тяжких наслідків: втрачається біологічне різноманіття порушених ландшафтів; в результаті мінералізації останків рослин та інших організмів в атмосферу надходять надлишки вуглекислого газу, аміаку, сірководню та інших забруднюючих хімічних з'єднань, а у поверхневій та підземній воді додатково надходять розчинні форми хімічних з'єднань, що містять азот, фосфор та інші елементи.

Не менш тяжкі наслідки трансформації природних ландшафтів у агроландшафти:

- зорювання земель сільгоспугідь прискорює окисні процеси у ґрунті, що призводить до прискореної мінералізації існуючих запасів гумусу, а, отже, додаткового забруднення атмосфери вуглекислим газом;

- збираючи врожай з полів, людина вилучає з існувавшого природного кругообігу біогенних речовин значну їх частину (десятки відсотків їх вихідної маси), що може призвести до зниження наступних урожаїв;

- з метою отримання високих і сталих урожаїв людина прагне замкнути розірваний кругообіг біогенних речовин у агроландшафті внесенням у ґрунт хімічних добрив (що врешті рещт призводить до хімічного забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери);

- вирощуючи сільгоспкультури, людина прямо чи опосередковано забруднює атмосферу парниковими газами (вуглекислий газ, метан, газоподібні сполуки азоту і т. ін.), а поверхневій та підземній воді – розчинними з'єднаннями азоту, фосфору, калію тощо.

Отже, деформація та зруйнування природних ландшафтів призводять до втрати біорізноманіття, що змінює потоки речовин і енергії та посилює розбалансованість геосистем і епігеосфери в цілому.

Надзвичайно небезпечним є і змінення потоків енергії у епігеосфері. Усі живі організми Землі (крім хемосинтезуючих) для свого існування споживають енергію сонячного випромінювання. Саме за рахунок сонячної енергії продуценти синтезують органічні речовини, які згодом переробляються консументами і редуцентами. Отже, людина (як один з консументів) споживає енергію сонячного випромінювання прямо (променева енергія) та опосередковано (енергія “законсервована”, наприклад, в продуктах харчування, в енергоносіях і т. ін.).

У біосфері склалося чітке і стійке розподілення органічних речовин, створюваних продуцентами, між організмами різних розмірів. Основну кількість первинної біомаси епігеосфери споживають організми з розмірами менше ніж 0,1 см (тобто в основному мікроорганізми). Значно меншу частину первинної біомаси споживають організми з розмірами від 0,1 до 1,0 см (в основному це дрібні тварини та комахи). Близько 1,0% первинної біомаси споживають крупні тварини (в тому

числі і людина). Крім того, людина споживає первинну біомасу опосередковано (наприклад, витрати деревини, енергоносіїв і т. ін.).

За оцінками американських екологів, біля 4,0% “чистої” первинної біомаси сучасна людина “споживає для харчування” і близько 39% – опосередковано (для задоволення своїх постійно зростаючих потреб). В той же час у процесі еволюції епігеосфери (внаслідок антропогенного впливу через трансформації і зруйнування природних геосистем) “виробництво” первинної біомаси скоротилось більше ніж на 12%. Саме це стало однією з причин трансформації процесів обміну енергією в епігеосфері. Іншою причиною порушення енергетичного балансу в ландшафтній оболонці Землі (а, отже, підвищення нестійкості навколишнього природного середовища) стало зростання використання енергоносіїв через невпинне збільшення обсягів виробництва (особливо в розвинутих країнах, енергоспоживання в яких перевищує середньосвітове на 2-3 порядки). Тому що додаткова енергія, отримувана людиною з енергоносіїв (у вигляді корисних копалин), врешті решт визначає високий рівень забруднення навколишнього природного середовища, то і стабілізація епігеосфери можлива тільки скороченням використання традиційних енергоносіїв.

Описані вище негаразди стали прямим наслідком інтенсивної господарської діяльності людського суспільства, заходи якої планувалися і здійснювалися з “шляхетною” метою – “покращення” властивостей природних ландшафтів (тобто підвищення їх економічного потенціалу шляхом інтенсивної експлуатації, “вижимання” з них максимуму виробничих ресурсів, заселення, забудови, розорювання кожного з їх шматочків тощо). В таких випадках, звичайно, і виникають стихійно (тобто без врахування основних закономірностей та вимог екологічної безпеки) антропогенно трансформовані ландшафти, в яких тимчасовий економічний ефект досягається за рахунок погіршення середовища перебування людей.

Істинно ж “шляхетною” метою повинно бути створення “культурних ландшафтів”, тобто раціонально антропогенно трансформованих природних ландшафтів, в яких структура, внутрішні та зовнішні взаємозв'язки цілеспрямовано змінені на науковому підґрунті в інтересах суспільства.

### **1.2.12. Оптимізація структури і функцій ландшафтів**

#### ***Культурний ландшафт***

“Культурному ландшафту” притаманні такі основні якості:

- висока продуктивність та економічна ефективність;
- оптимальне екологічне середовище для життя та діяльності людей.
- На підставі цих критеріїв основними завданнями при створенні “культурного ландшафту” є такі:

- забезпечення максимальної продуктивності відновлюваних природних ресурсів, в першу чергу, біогенних;
- ефективне використання відновлюваних, невичерпних джерел енергії, які не забруднюють навколишнє природне середовище;
- запобігання виникненню небажаних стихійних процесів як природного, так і техногенного походження (наприклад, змив, ерозія, заболочування ґрунту, повінь, змілення річок, селі, забруднення води, повітря, ґрунту і т. ін.);
- оптимізація санітарно-гігієнічних умов природного середовища (включаючи біогеохімічну ситуацію та причини виникнення природних вогнищ інфекційних захворювань);
- забезпечення найкращих природних умов для виховання та культурного розвитку людини, а також для наукового дослідження природних комплексів;
- забезпечення оптимального функціонування трансформованої геосистеми.

Виконання зазначених завдань слід здійснювати, враховуючи необхідність підтримувати нормальне функціонування “культурного ландшафту” та всіх його складових частин і не допускаючи надмірних “навантажень”.

### ***Принципи оптимізації структури та функцій ландшафтів***

Основний принцип оптимізації навколишнього природного середовища – використання та оптимізація потенційних можливостей і тенденцій розвитку, притаманних самій природі. “Культурний (тобто оптимізований через антропогенний вплив) ландшафт” залишається природним комплексом і тому розвивається згідно з природними законами. Отже, кожному природному ландшафту має відповідати своя модифікація “культурного ландшафту”, створена в результаті науково обґрунтованого впливу тільки “необхідних” антропогенних чинників.

Тому основними напрямками в оптимізації геосистем є такі:

- повна консервація існуючого ландшафту (урочища, фації) з метою збереження їх природного (спонтанного) режиму функціонування шляхом повного вилучення конкретного ландшафту з господарського кругообігу. Цей напрямок доцільно і, навіть, необхідно реалізовувати тільки в окремих конкретних “науково цінних” ландшафтах з метою збереження “еталонів геосистем”: для вивчення закономірностей їх побудови та розвитку; для збереження генофонду рослин, тварин і дроб’янок, притаманних цим ландшафтам; для збереження водоохоронних, ґрунтозахисних та інших властивостей вказаних ландшафтів;
- суворо регламентоване, переважно екстенсивне використання (у поєднанні із заходами, спрямованими на підтримання природної рівноваги) конкретних ландшафтів. При реалізації цього напрямку рекомендується впроваджувати способи господарювання, які

мінімально порушують природні зовнішні та внутрішні зв'язки компонентів конкретного ландшафту (наприклад, регульоване лісокористування з вирубками в межах річного приросту, окультурені пасовиська і т. ін., тобто збереження ландшафту і піклування про нього). Мінімальні, не меліоративні заходи з догляду за ландшафтом при додержанні суворих норм господарського використання природних ресурсів, що суттєво сприяє підвищенню потенціалу ландшафту, збільшенню приросту і покращенню якості біомаси, підтриманню сталого водостоку і збереженню якості води у річках і водоймах, покращенню санітарно-гігієнічних та естетичних властивостей ландшафту. Такі ландшафти можна віднести до категорії “культурних ландшафтів”, хоча запропоновані заходи не передбачають проведення “докорінного перетворення” ландшафтів;

- активний антропогенний вплив на ландшафти трансформаційними методами. Реалізація цього напрямку передбачає інтенсивне господарське використання модифікованого природного ландшафту у поєднанні з глибоким меліоративним впливом, різноманітними природоохоронними заходами, а також антропогенним спеціалізованим підтриманням рівноваги у ландшафті.

Таким чином, при організації “культурних ландшафтів” на базі непорушених і слабко порушених природних ландшафтів основну увагу слід приділяти проведенню профілактичних заходів, спрямованих на запобігання виникненню небажаних наслідків майбутнього господарського “освоєння” цих геосистем (наприклад, обов'язкове збереження окремих ділянок лісу з метою підтримання існуючого водного балансу та протидії можливій ерозії, дефляції і т. ін.).

В численних випадках, коли “культурні ландшафти” будуть створюватися на місці сильно порушених господарською діяльністю геосистем, необхідно розробляти комплекс “лікувальних заходів”, спрямованих на ліквідацію або суттєве послаблення попереднього стихійного антропогенного впливу (наприклад, створення зелених зон навколо міста, рекультивація ділянок земної поверхні, зайнятих “відвалами” гірних порід, “закріплення” зсувонебезпечних ділянок земної поверхні, заходи щодо відновлення порушеної рівноваги в “джерелах” формування руйнівних процесів (селів, обвалів і т. ін.) тощо).

Одним із головних завдань оптимізації ландшафту є створення якомога стійкої його модифікації. Така стійкість до господарського антропогенного впливу створюваних “культурних ландшафтів” (тобто їх здатність зберігати стабільність свого балансу (водного, енергетичного і т. ін.) і здатність до самовідновлення) може бути досягнута шляхом забезпечення створення в них цілої системи різноманітних, пов'язаних між собою біоценозів. В наш час це завдання вирішують:

- “організацією” території “культурного ландшафту”;

- регулюванням його природних функцій (тобто процесів взаємодії компонентів ландшафту).

### ***„Організація” території ландшафту***

Організація території “культурного ландшафту” - це науково обґрунтоване розміщення його площі з різноманітним господарським або іншим (виробничим, селітебним, рекреаційним, природоохоронним, комунальним, комунікаційним і т.ін.) функціональним призначенням та режимом використання в межах ландшафту з урахуванням його морфології. Мета організації території ландшафту – знайти найкраще “застосування” кожному його урочищу (кожній фації) або знайти для кожного “виду застосування” найбільш “придатне” урочище (або фацію).

З практичної точки зору, урочища і фації конкретного ландшафту є сільськогосподарськими, рекреаційними, мисливськими і т.ін. угіддями. Тому організація території конкретного ландшафту передбачає вирішення таких завдань: створення оптимального набору угідь різноманітного призначення; визначення їх раціонального розміщення, форми та розмірів, а також режимів використання, необхідних заходів з їх меліорації та природоохоронних заходів.

Конкретні шляхи організації території даного ландшафту залежать від: природної структури цього ландшафту; “соціального замовлення”; “наслідків” залишених діяльністю попередніх поколінь людей.

Найперший принцип організації території полягає в тому, що всі заходи організації повинні бути суворо диференційованими за типами і видами ландшафтів, тобто з урахуванням зональних і азональних особливостей, а також індивідуальної специфіки кожного ландшафту. Господарські навантаження на ландшафти слід регулювати згідно з їх внутрішньою структурою та стійкістю до впливу зовнішніх чинників (наприклад, не можна допускати вирубки лісів у високогір'ях і середньогір'ях з їх високим гравітаційним потенціалом. У низкогір'ях допускаються тільки вибіркові, регламентовані вирубки. При цьому лісові угіддя, як правило, слід замінювати не зораними ділянками, а луками). Взагалі, перш ніж приступити до організації “культурного ландшафту”, слід розробити ландшафтно-географічний прогноз з метою детального вивчення потенціалу існуючого природного ландшафту в цілому та потенціалу кожного з його урочищ і фацій, а також “передбачення” можливих негативних наслідків наступного його антропогенного перетворення.

При виборі остаточного рішення щодо наступної трансформації конкретного існуючого природного ландшафту у “культурний ландшафт” слід керуватися не тільки розрахунками його майбутньої економічної ефективності, але й результатами ландшафтно-географічного прогнозу. З кількох можливих варіантів такого рішення рекомендується обирати той, який на перший погляд є менш економічно вигідним, але є більш раціональним для збереження



природної рівноваги в майбутньому “культурному ландшафті”. Саме такий вибір забезпечить високий рівень “економічної віддачі” конкретного антропогенно трансформованого ландшафту в майбутньому [8].

Основними принципами організації території майбутнього “культурного ландшафту” повинні бути такі:

1. “Культурний ландшафт” не повинен бути одноманітним. Саме різноманітність внутрішньої побудови (мозаїчність) трансформованого ландшафту є передумовою його майбутньої стійкості та відповідає екологічним і естетичним вимогам, хоча і не завжди відповідає найближчим економічним інтересам.

2. У “культурному ландшафті” не повинно бути різного роду антропогенних пустошей, звалищ, “покинутих” кар’єрів та інших “незручних” земель. Всі вони мають бути рекультивованими.

3. З усіх можливих видів використання земель перевагу слід віддавати рослинному покриву земної поверхні, враховуючи його особливі функції (як продуцента) у ландшафті. Хоча найкращі угіддя необхідно використовувати для виробництва сільськогосподарської продукції, завжди слід прагнути максимально можливо збільшити площі, засаджені деревами, використовуючи для цього рекультивовані землі та частину малопродуктивних сільськогосподарських угідь.

4. У деяких ландшафтах, для того, щоб підтримати природну рівновагу, доцільно екстенсивно та “пристосовно” використовувати земельні ділянки, бо, наприклад, природні фітоценози повніше використовують сонячну енергію і воду, ніж культурні рослини, та при певних умовах можуть бути економічно ефективнішими. При ефективному “догляді за ландшафтом” підтримання у спонтанному стані лісових, болотних та інших природних геосистем може дати чималу економічну вигоду і в той же час буде відповідати завданням охорони природи. Так, наприклад, правильне використання лісового господарства може дати додатково щорічно значну кількість тваринного м’яса, горіхів, ягід, дикоростучих плодів, грибів тощо. Болота можуть дати значну кількість болотних ягід, м’яса дичини. Вказане у поєднанні з водоохоронним значенням лісів і боліт та їх роллю, як місць мешкання різноманітних біологічних видів і спільнот, у багатьох випадках робить збереження природних лісів і боліт економічно ефективнішим, ніж їх антропогенна трансформація.

5. У деяких проектах щодо організації території ландшафту необхідно передбачати повне вилучення із сфери господарського використання цілих комплексів ландшафтів, урочищ і фацій для створення заповідників, заказників, національних і природних парків та інших природних об’єктів, які підлягають особливій охороні.

6. Розробка раціональної плануючої структури „культурного ландшафту” повинна супроводжуватися його зовнішнім благоустроєм, підтриманням існуючих або формуванням нових високих естетичних якостей. Це завдання виконують рекультивацією порушених

локальних геосистем та їх озелененням, науково обґрунтованим розташуванням різноманітних угідь, а також впровадженням заходів „ландшафтної архітектури” (наприклад, утворенням вздовж дороги лісових смуг, вилученням із цієї зони повітряних ліній електропередачі та зв'язку і т. ін.). Розташування штучних споруд, їх розміри та архітектурний стиль, а також придорожнє оформлення повинні покращувати естетичні якості створюваного ландшафту.

7. Найважливішою умовою науково обґрунтованої організації території ландшафту є врахування „горизонтальних зв'язків” між його морфологічними геосистемами. Так, взаємне розташування промислових підприємств сельбищних і зелених зон, водоймищ і т. ін. повинно узгоджуватись з переважаючими напрямками вітру, а також поверхневого і підземного стоків. Для запобігання виникненню вторинних гравітогенних процесів і втрати ґрунтових часток важливо забезпечити необхідну площу лісів і не тільки вздовж водостоків та яруг, але й особливо на водорозділах і схилах, незалежно від цінності цих земельних ділянок для інших видів господарського використання.

8. Раціональне розташування угідь, правильний режим їх використання та охорони необхідно сполучати із заходами щодо підвищення, потенціалу ландшафту, наприклад, шляхом проведення різноманітних видів меліорації.

### ***Регулювання процесів функціонування ландшафту***

Саме безперервне підтримання і регулювання природних процесів у бажаному напрямку та необхідному рівні відрізняє „культурний ландшафт” від просто порушеного. При формуванні „культурного ландшафту” важливо отримати не короточасні локальні позитивні результати, а довгочасні та стійкі позитивні зміни природних функцій на значних площах. Для отримання найбільшого господарського ефекту в наш час використовують три „основних природних джерела” для впливу на геосистеми (рослинний покрив, водний стік і „хімізація”), які відносно легко піддаються регулюванню, тісно пов'язані з усіма функціональними ланками геосистем, дозволяючи впливати на них.

Функції рослинного покриву добре відомі і є постійно діючим стабілізуючим чинником. Рослинний покрив – це практично єдиний чинник, що перешкоджає як техногенному, так і природному „виносу” хімічних елементів, а тому сприяє посиленню їх внутрішньоландшафтного кругообігу. Розвинутий рослинний покрив посилює й інтенсивність внутрішньоландшафтного вологообігу (що підвищує виробництво біомаси) та одночасно знижує інтенсивність гравітагенних процесів. Підстиляюча поверхня, утворена розвинутим рослинним покривом, позитивно впливає на мезо- і мікроклімат, на кисневий режим у ландшафті тощо. Таким чином, висока інтенсивність фотосинтезу та розвинутий зелений рослинний покрив є одним із найважливіших показників „культурного ландшафту”.

Значення вологообігу у ландшафті переоцінити неможливо. Шляхом проведення меліорацій, тобто заходів з регулювання стоку, здійснюється вплив на гравігенний переніс твердого матеріалу, на випаровування, на водну міграцію хімічних елементів, на ґрунтоутворення, на функціонування біоти та на біологічну продуктивність ландшафту. Але при проведенні заходів водної меліорації (тобто заходів з осушення або зрошення) необхідно старанно враховувати структурні та динамічні особливості кожної з конкретних геосистем, щоб запобігти виникненню небажаних наслідків. Тому водну меліорацію слід розглядати не як однобічно осушувальну або зрошувальну, а як процес двобічного регулювання водного режиму геосистем. В умовах нестійкого зволоження раціональним є проведення заходів щодо скорочення поверхневого стоку – це зумовить підвищення біологічної продуктивності геосистем.

„Хімізація” – це спрямований вплив на геохімічний кругообіг (тобто на міграцію хімічних елементів у системі „ґрунт – рослинність”, а через неї і на біологічну продуктивність геосистем) із застосуванням хімічних добрив, вапнування, гіпсування. До „хімізації” відносять також вплив на біоценози з використанням пестицидів і гербіцидів, що потребує особливої обережності через небезпеку виникнення небажаних побічних наслідків.

### **1.2.13. Структурно-функціональна побудова організму і потреби людини**

**Організм людини** являє собою цілісну, складну і дуже динамічну систему (яка складається з величезної кількості клітин), здатну до саморозвитку, саморегуляції і самовідтворення. В організмі людини окремі клітини існують не ізольовано, а утворюють біологічні тканини, органи та фізіологічні системи органів.

**Біологічна тканина** є матеріальною основою забезпечення життєдіяльності організму і являє собою систему клітин і неклітинних структур, пов'язаних між собою загальною функцією, будовою та походженням. В організмі людини виділяють такі основні типи біологічних тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову, нервову, кров, жирову, репродуктивну та ін.

**Орган** (як структурна одиниця організму людини, наприклад, серце, печінка, вухо, око і т. ін.) має певну форму і являє собою комплекс біологічних тканин, пов'язаних загальною функцією, структурою та розвитком. Кожен орган виконує притаманну саме йому функцію, конче необхідну для підтримання життєдіяльності всього організму людини. Органи в організмі людини існують не ізольовано, а, як правило, об'єднані у так звані фізіологічні системи.

**Фізіологічні системи органів** – це сукупності органів і тканин організму людини, які анатомічно і функціонально взаємопов'язані та мають спільне походження. За цими ознаками до фізіологічних систем

відносять системи: руху та опору; кровообігу; дихання; травлення; нервову; сечостатеву та ін. Для виконання спільної функції фізіологічні системи поєднуються у функціональні системи.

**Функціональна система** – це сукупність органів і тканин, які належать до різних анатома–фізіологічних систем та утворень, але забезпечують певну форму діяльності організму людини. Саме функціональні системи підтримують сприятливі умови для здійснення обмінних процесів і забезпечення сталості параметрів внутрішнього середовища організму людини. При цьому до складу будь-якої функціональної системи обов'язково входить нервова система, яка регулює та об'єднує роботу всіх складових конкретної функціональної системи.

**Організм людини** (як біологічну систему) утворюють об'єднані в єдине ціле системи органів і тканин, які регулюються спільною для них нервовою системою з метою належного виконання основних властивостей живого організму: обмін речовинами і енергією; переміщення у просторі; здатність реагувати на зовнішні впливи; саморегулювання; розвиток; спадковість; мінливість; пристосовуваність.

**Потреби людини** щодо забезпечення сталого функціонування організму в навколишньому природному середовищі (НПС) прийнято поділяти на: біологічні, соціально-психологічні, економічні потреби, а також потреби у діяльності та просторовому комфорті..

**Біологічні потреби** зумовлені тим, що для забезпечення сталого функціонування організму людини на конкретній ділянці епігеосфери необхідно забезпечити постійне надходження до організму з НПС певного асортименту і кількості природних ресурсів у вигляді харчів, високоякісних повітря і води, тепла тощо.

Встановлено, що середньодобові нормативні значення потреб людини на 1 кг маси організму становлять: в енергетичному рівні харчів – 145 кДж; у кисні повітря – 7,2 л; у питній воді – 27 мл тощо. Збіднення асортименту, погіршення якості, зменшення кількості природних ресурсів, що надходять з НПС до організму людини, призводить до виникнення екологічного дефіциту і часткового голодування.

Для запобігання цим негативним явищам:

- раціон харчування людей повинен включати:
- тваринних білків – 100...125 г при легкій праці (200 г – при важкій); вуглеводів – 500 г (700...1000 г); жирів та інших ліпідів – 100 г (115...165 г);
- допустимий рівень забруднення хімічними, фізичними і біологічними агентами повітря, води, харчів та інших природних ресурсів, що використовуються у процесі життєдіяльності, повинен узгоджуватись з пристосувальними можливостями організму людини;
- будь-які види життєдіяльності повинні здійснюватися в умовах теплового комфорту (який найлегше досягається: при величині

тепловіддачі 40...75 Вт/м<sup>2</sup>; температурі повітря оточуючого середовища 18...25°C та його відносній вологості 40...60%; швидкості руху повітря не більше ніж 0,2 м/с і величині коефіцієнта термоізоляції одягу 0,14...0,18 градхм<sup>2</sup>/Вт).

**Потреби у діяльності та просторовому комфорті** зумовлені тим, що для забезпечення нормального фізіологічного стану пересічної людини необхідним є певний рівень діяльності, рухової активності та сприйняття пов'язаного з ними потоку інформації, а також певний просторовий мінімум: 250 м<sup>2</sup> сельбищної зони (житлові, службові і виробничі приміщення, дорожньо-транспортна мережа, інженерні комунікації тощо); 750 м<sup>2</sup> лісів або зелених насаджень; 2800 м<sup>2</sup> сільськогосподарських угідь, 3200 м<sup>2</sup> пасовищ.

**Соціально-психологічні потреби** людей включають потреби: у визначенні свого статусу; у створенні сім'ї; в оволодінні основами поведінки і культури; у надбанні навичок праці; у виборі життєвих можливостей та засобів отримання коштів і послуг; естетичні та інтелектуальні; у похвалі та заохоченні; у громадському визнанні та соціальному престижі.

**Економічні потреби** проявляються у матеріальному забезпеченні біологічних та соціальних потреб, які поділяються на первинні (життєво необхідні) і вторинні (зовсім життєво не необхідні, які бажано скорочувати з метою економії ресурсів і зменшення забруднення НПС).

Підсумовуючи викладене вище, приходимо до висновку, що саме деструктивні природні процеси, і особливо, нераціональна (не узгоджена з екологічними законами) діяльність людства, є джерелами негативних екологічних чинників, вплив яких створює екологічну небезпеку і зумовлює вид екологічної ситуації на окремих ділянках епігеосфери. Саме внаслідок впливу вказаних чинників відбувається небажана (в основному антропогенна) трансформація природних ландшафтів, яка зводиться до:

- забруднення ґрунтів, повітря, вод, рослинного покриву, змінення газового складу атмосфери і т. ін.;
- спрощення структури природних ландшафтів (зменшення числа ярусів рослинного покриву, зменшення числа видів біоти, спрощення структури трофічних зв'язків, знеліснення, зпустинення, деградація ґрунтів тощо), тобто до прогресуючої тенденції заміни природних ландшафтів техногенними;
- суттєвого погіршення стану здоров'я населення, збіднення і навіть втрати генофонду біоти.

Усунення цих вад сучасних геосистем може бути досягнуто широким впровадженням у практику описаних вище напрямків „організації” території ландшафтів і регулювання процесів їх функціонування як підґрунтя для розробки конкретних заходів щодо антропогенної трансформації слабкозмінених і антропогенних

ландшафтів у „культурні ландшафти” (а також „збереження” умовно незмінених ландшафтів).

Саме з метою стимулювання і підтримки вказаних заходів щодо оптимізації ландшафтів в Україні впроваджено державне регулювання, нагляд і контроль у сфері екологічної безпеки.

## **Розділ 2. МІЖНАРОДНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ. ЗАКОНОДАВЧА ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА**

Основними функціональними заходами щодо забезпечення державного регулювання, нагляду і контролю у сфері екологічної безпеки є:

- міжнародне екологічне співробітництво;
- створення правової бази з питань забезпечення екологічної безпеки;
- державна стандартизація;
- екологічна експертиза;
- державний контроль і нагляд;
- ліцензування окремих видів діяльності;
- декларування екологічної безпеки;
- екологічне страхування;
- екологічний моніторинг.

### **2.1. Міжнародне екологічне співробітництво України**

Міжнародне екологічне співробітництво України базується на основних положеннях міжнародного екологічного права і міжнародної екологічної політики, основних положеннях вітчизняного екологічного права та ратифікованих Україною міжнародних договорах і зобов'язаннях.

На думку фахівців, міжнародне екологічне право започаткувала Декларація (лат. – офіційне проголошення), прийнята Стокгольмською (1972 року) Конференцією з питань оточуючого людину середовища (конференція – лат. – збори, нарада представників наукових організацій для обговорення певних питань). Саме 21-й принцип цієї Декларації визначив право країн на використання природних ресурсів та їх відповідальність, а також стимулював створення Програми ООН з питань стану оточуючого середовища (ЮНЕП). Були прийняті також „Декларації принципів використання морського дна і дна океану та відповідних мінеральних ресурсів, що знаходяться за межами національних юрисдикцій” (1970 р.) і XI Конвенція про морське право (1972 р.), пакет документів з космічного права, домовленості про режим діяльності в Антарктиді. У 1986 році була прийнята Генеральна резолюція ООН з додатком у вигляді Декларації „Про право на розвиток”.

Наступною віхою розвитку міжнародного екологічного права стала прийнята у 1989 році Резолюція Генеральної Асамблеї ООН № 43/58, яка проголосила: „Зміна клімату повина стати загальним піклуванням людства”. У розвиток цього положення Рада Організації Економічного Співтовариства і Розвитку (ПРООН) розробила Рекомендації з ключовим принципом „Забруднювач платить”, що дало поштовх для

впровадження в практику принципів перестороги (наприклад, введення „мораторію на комерційний промисел китів (з уточненням 1990 р.)”, створення умов щодо забезпечення і розповсюдження екологічної інформації і т. ін.).

Важливою складовою міжнародного екологічного права стали розробка і впровадження процедури оцінки впливу на оточуюче середовище (ОВОС) згідно з прийнятим у 1987 р. Документом ЮНЕП „Цілі та принципи ОВОС”.

З ініціативи ООН на Всесвітньому екологічному форумі (лат. – широкі представницькі збори) в Ріо-де-Жанейро (1992 р.) головна увага була спрямована на запобігання можливої екологічної катастрофи. Там були прийняті: „Програма дій на XXI сторіччя”, „Заява про принципи у відношенні лісів”, „Конвенція (лат. – договір) про зміни клімату”, „Конвенція про біологічне різноманіття” та низка інших міжнародних угод. Визначним внеском у розвиток міжнародного екологічного права стали підписання та ратифікація (більшістю країн) Кіотських Протоколів (1996 р), виконання яких забезпечить різке зменшення викидів діоксиду вуглецю і парникових газів та значне скорочення витрат вуглецеводневого палива.

Україна є підписантом майже 100 найважливіших міжнародних конвенцій, протоколів, угод з питань охорони навколишнього природного середовища, наприклад:

- договору про заборону випробування ядерної зброї в атмосфері, космічному просторі й під водою (Москва, 1972 р.), Конвенції про заборону розробки, виробництва та накопичення засобів біологічної і токсичної зброї, їх знищення (Лондон, Москва, Вашингтон, 1972 р.), Конвенції про заборону військового та іншого ворожого використання засобів впливу на навколишнє середовище (Женева, 1976 р.), Конвенції про ядерну безпеку (Відень, 1994 р.);

- Конвенції про запобігання забруднення моря скидами відходів та інших матеріалів (Лондон, 1972 р.), Конвенції про захист Чорного моря від забруднення (Бухарест, 1992 р.), Конвенції про охорону навколишнього середовища басейну річки Дунай (Софія, 1994 р.);

- Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великій відстані (Женева, 1979 р.) і низки додаткових протоколів до неї (1979 - 1994 р.р.);

- Конвенції про охорону озонового шару (Відень, 1985 р.), Монреальського протоколу про речовини, що руйнують озоновий шар (Монреаль, 1987 р.);

- Конвенції про оперативне оповіщення у випадку ядерної аварії (Відень, 1986 р.), Конвенції про допомогу у випадку ядерної аварії чи ядерної ситуації (Відень, 1986 р.) і багатьох інших.

Становлення енвайроменталізму (світового руху з охорони НПС), як сучасної міжнародної екологічної політики, фахівці пов'язують з утворенням у 1968 році „Римського клубу”. Саме за замовленням



„Римського клубу” група вчених Массачусетського технологічного інституту виконала прогнозне дослідження за темою „Межі росту” і створила стандартну, оптимістичну і песимістичну моделі подальшого розвитку сучасної цивілізації. Аналіз цих моделей показав, що до 2030 року прогнозується поступове загострення екологічної кризи з виходом на глобальну катастрофічну ситуацію.

Стурбованість такими прогнозами спонукала світову спільноту (після прийняття у 1992 році на форумі в Ріо-де-Жанейро „Програми дій на ХХІ сторіччя”) сконцентрувати всю міжнародну екологічну діяльність на створенні дійових передумов для впровадження в життя стратегії сталого розвитку. Так, після конференції в Ріо була створена Комісія ООН із сталого розвитку, яка почала надавати допомогу країнам у створенні Національних програм дій з охорони оточуючого середовища (НПДООС). Вже в 1993 році під патронажем цієї Комісії у Швейцарії було проведено першу Конференцію міністрів з проблем довкілля за темою „Оточуюче середовище для Європи”. Україна бере активну участь у проведенні міжнародних екологічних самітів (зустрічей), конференцій, симпозіумів (нарад фахівців однієї або кількох країн з певних наукових питань) різного рівня.

Зокрема, 21–23 травня 2003 р. у Києві була проведена V Всеєвропейська конференція міністрів навколишнього середовища „Довкілля для Європи”. На цій конференції прийнято і підписано: „Протокол про стратегічну екологічну оцінку” (33 країни), „Протокол про реєстри викидів та перенесення забруднювачів” (34 країни), „Протокол про цивільну відповідальність та компенсацію за шкоду, завдану транскордонним впливом промислових аварій на транскордонні води” (22 країни), документ „Екологічні партнерства в регіоні ЄЕК ООН: екологічна стратегія для країн Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії, а також ухвалено „Водну ініціативу ЄС для країн Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії” і документ „Довкілля, вода та безпека в Центральній Азії”. Прийнято також „Конвенцію про захист довкілля та сталий розвиток Карпат” і „Заяву з енергоефективності”. Підсумковим документом Київської конференції стала Міністерська декларація, в якій закладено всі ухвалені рішення. Цей документ визначатиме екологічну політику в регіоні ЄБК ООН на наступні 10 років.

## **2.2. Законодавча база України з питань забезпечення екологічної безпеки**

Початком екологічного правотворення в Україні слід вважати прийняття 16 червня 1990 року „Декларації про державний суверенітет України”, у спеціальному розділі „Екологічна безпека” якої знайшло відображення широке коло питань з охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів.

Конституція України проголошує, що „людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека є найвищою соціальною цінністю”. „Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди”(ст.50 Конституції). Конституція встановлює також право кожної людини на інформацію про стан довкілля, якість продуктів харчування, предметів побуту і т. ін. У статті 16 Конституції України зазначено, що обов'язком держави є забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, збереження генофонду українського народу. Проведення державної політики з охорони природного середовища, забезпечення екологічної безпеки та раціонального природокористування є обов'язком уряду України (ст.ст.116, 119 Конституції України). Статтею 66 Конституції України встановлено, що обов'язком кожної людини є: не заподіювати шкоди навколишньому природному середовищу та (або) відшкодувати завдані НПС збитки.

Основні напрямки державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки затверджені Постановою Верховної Ради України 5 березня 1998 року.

**Закон України „Про охорону навколишнього середовища”** (від 25.06.91 р. №1264-XII) складається з 16 розділів і 72 статей. В преамбулі закону проголошується: „Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – є невід'ємною умовою сталого економічного та соціального розвитку України. З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої та неживої природи оточуючого середовища, на захист життя і здоров'я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, на досягнення гармонійної взаємодії суспільства та природи, на охорону, раціональне використання і відновлення природних ресурсів”.

В положеннях ст.1 Закону підкреслюється, що завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища(НПС) є :

- регулювання відносин у сфері охорони, використання та відновлення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки;
- попередження і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на НПС;
- збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій і природних об'єктів, пов'язаних з історично-культурною спадщиною.

Розділ II Закону присвячений екологічним правам і обов'язкам громадян. У ст.9 Закону, зокрема, підкреслено, що кожний громадянин України має право на: „безпечне для його життя і здоров'я НПС; здійснення загального та спеціального використання природних ресурсів; отримання (у встановленому порядку) повної та достовірної інформації про стан НПС і його вплив на здоров'я населення; компенсація шкоди, завданої його здоров'ю та майну внаслідок негативного впливу на НПС” тощо.

Згідно з вимогами ст.12 Закону, кожний громадянин (зокрема, з метою забезпечення екологічної безпеки) зобов'язаний :

- оберігати природу, охороняти, раціонально використовувати її багатства ;
- здійснювати свою діяльність з додержанням вимог економічної безпеки, інших екологічних нормативів і лімітів використання природних ресурсів;
- не порушувати екологічні права та законні інтереси інших суб'єктів;
- вносити плату за спеціальне використання природних ресурсів і штрафи за екологічні правопорушення;
- компенсувати шкоду, причинену забрудненням або іншим негативним впливом на оточуюче природне середовище.

Розділи III і IV Закону присвячені викладенню переліку повноважень центральних і місцевих органів виконавчої влади, Верховної Ради України, органів місцевого самоврядування у сфері охорони навколишнього природного середовища і, зокрема, повноважень щодо забезпечення екологічної безпеки. Наприклад, Верховна Рада України визначає: повноваження місцевих рад; порядок і діяльність органів управління у сфері охорони НПС, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки; встановлює правовий режим зон надзвичайної екологічної ситуації і статус потерпілих громадян (див. п. п. „г” і „д” ст.13 Закону). Місцеві ради: забезпечують реалізацію екологічної політики України; затверджують екологічні програми та фонди для їх фінансування; організовують вивчення оточуючого середовища; дають згоду на розміщення на своїй території підприємств, установ та організацій; припиняють господарську діяльність підприємств, установ та організацій у разі порушення ними законодавства про охорону ОПС. Кабінет Міністрів України та місцеві органи виконавчої влади: здійснюють заходи державної екологічної політики; забезпечують розробку заходів щодо охорони екологічних систем; координують діяльність галузевих міністерств, державних комітетів та їх місцевих підрозділів щодо охорони ОПС, забезпечення екологічної безпеки, раціонального використання природних ресурсів; встановлюють і реалізують порядок розробки та затвердження екологічних нормативів, лімітів природних ресурсів, викидів і скидів забруднюючих речовин в ОПС та плати за них; організовують

проведення державної екологічної експертизи; організують ліквідацію екологічних наслідків аварій, інших небезпечних явищ; забезпечують систематичне та оперативне інформування населення, підприємств, установ і організацій про стан навколишнього природного середовища.

Згідно з положеннями ст.20 Закону, до компетенції спеціально уповноваженого органу державного управління у сфері охорони навколишнього природного середовища та його місцевих підрозділів входять, зокрема:

- здійснення комплексного управління у сфері охорони НПС;
- державний контроль за використанням і охороною земель, надр, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, лісів та іншої рослинності, тваринного світу, морського середовища і природних ресурсів, територіальних вод, континентального шельфу і виключної (морської) економічної зони України, а також за дотриманням норм екологічної безпеки;
- організація моніторингу навколишнього природного середовища, створення і забезпечення роботи екологічної інформаційної системи України;
- затвердження нормативів і правил, участь у розробці стандартів щодо регулювання використання природних ресурсів та охорони навколишнього природного середовища від забруднення та інших шкідливих впливів;
- здійснення державної екологічної експертизи;
- видавання дозволів на поховання (складування) промислових, побутових та інших відходів, викиди шкідливих речовин у навколишнє природне середовище, на спеціальне використання природних ресурсів;
- керівництво заповідною справою, ведення Червоної книги України, здійснення міжнародного співробітництва та ін.

Розділ V Закону присвячено організації та здійсненню спостереження, прогнозування, обліку та інформування у сфері охорони навколишнього природного середовища, а розділ VI – організації та здійсненню екологічної експертизи.

Наступними складовими Закону України „Про охорону навколишнього природного середовища” є такі:

- Розділ VII. Стандартизація і нормування у сфері охорони навколишнього природного середовища.
- Розділ VIII. Контроль і нагляд у сфері охорони навколишнього природного середовища.
- Розділ IX. Регулювання використання природних ресурсів (загальне і спеціальне використання природних ресурсів (ПР); ПР загальнодержавного і місцевого значення, дотримання екологічних вимог при використанні ПР).

- Розділ X. Економічний механізм забезпечення охорони навколишнього природного середовища (економічні заходи щодо забезпечення охорони НПС, фінансування заходів з охорони НПС; плата за спеціальне використання ПР, плата за забруднення НПС, плата за погіршення якості ПР, фонди охорони НПС, стимулювання у системі охорони НПС, екологічне страхування).

- Розділ XI. Заходи щодо забезпечення екологічної безпеки (визначення екологічної безпеки; екологічні вимоги до розміщення, проектування, будівництва, реконструкції, введення в дію та експлуатацію підприємств, споруд та інших об'єктів; охорона НПС при застосуванні засобів захисту рослин, мінеральних добрив, нафти і нафтопродуктів, токсичних хімічних речовин та інших препаратів; охорона НПС від неконтрольованого та шкідливого біологічного впливу; охорона НПС від акустичного, електромагнітного, іонізуючого та іншого шкідливого впливу фізичних чинників і радіоактивного забруднення; охорона НПС від забруднення виробничими, побутовими та іншими відходами; екологічна безпека транспортних засобів; додержання вимог екологічної безпеки при проведенні наукових досліджень, впровадженні відкриттів, винаходів, застосуванні нової техніки, імпортного обладнання, технологій і систем; вимоги екологічної безпеки відносно військових, оборонних об'єктів і військової діяльності; екологічні вимоги щодо розташування і розвитку населених пунктів).

- Розділ XII. Природні території та об'єкти, що підлягають особливій охороні (система природних територій та об'єктів, які підлягають особливій охороні; природно-заповідний фонд України; курортні та лікувально-оздоровчі зони; рекреаційні зони; охорона рідкісних тварин і рослин і тих, що знаходяться під загрозою зникнення).

- Розділ XIII. Надзвичайні екологічні ситуації (зони надзвичайних екологічних ситуацій; попередження аварій і ліквідація їх шкідливих екологічних наслідків).

- Розділ XIV. Розв'язання суперечок у сфері охорони навколишнього природного середовища.

- Розділ XV. Відповідальність за порушення законодавства про охорону НПС.

- Розділ XVI. Міжнародні відносини України у сфері охорони навколишнього природного середовища.

**Закон України «Про охорону атмосферного повітря»** (від 16.10.91 р. №2707- XII) складається з 10 розділів і 46 статей.

У преамбулі Закону записано, що «атмосферне повітря є одним із основних життєвоважливих елементів навколишнього природного середовища. Цей закон спрямований на збереження сприятливого стану атмосферного повітря, його відновлення і покращення для

забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини, а також попередження шкідливого впливу на навколишнє природне середовище».

Згідно з положеннями ст.1 Закону, основним завданням є «регулювання відносин у сфері захисту атмосферного повітря з метою збереження, покращення та відновлення стану атмосферного повітря, попередження і зниження шкідливого хімічного, фізичного, біологічного та іншого впливу на атмосферне повітря, забезпечення раціонального використання атмосферного повітря для виробничих потреб, а також зміцнення правопорядку і законності у цій сфері».

Розділ II Закону присвячений питанням стандартизації і нормування у сфері охорони атмосферного повітря (завдання стандартизації і нормування у сфері охорони атмосферного повітря; стандарти у сфері охорони атмосферного повітря; нормативи у сфері охорони атмосферного повітря; нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря; нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами в атмосферне повітря та шкідливого впливу фізичних і біологічних чинників на нього; граничні нормативи утворення забруднюючих речовин, які відводяться в атмосферне повітря при експлуатації технологічного та іншого обладнання; нормативи використання атмосферного повітря, як сировини основного виробничого призначення; нормативи вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах пересувних джерел та шкідливого впливу їх фізичних чинників).

У розділі III Закону висвітлюються заходи щодо охорони атмосферного повітря (обов'язки підприємств, установ та організацій щодо охорони атмосферного повітря, регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами; обмеження, тимчасова заборона або припинення викидів забруднюючих речовин та шкідливого впливу фізичних і біологічних чинників на нього; регулювання рівнів шкідливого впливу фізичних і біологічних чинників на атмосферне повітря; регулювання шкідливих впливів на атмосферне повітря при відсутності нормативів; заходи щодо охорони атмосферного повітря при аварійних ситуаціях і несприятливих метеорологічних умовах; регулювання діяльності, яка впливає на погоду та клімат; заходи щодо попередження та зменшення забруднення атмосферного повітря транспортними та іншими пересувними засобами та установками і шкідливого впливу їх фізичних чинників; виконання вимог щодо охорони атмосферного повітря при застосуванні засобів захисту рослин, мінеральних добрив та інших препаратів; виконання вимог щодо охорони атмосферного повітря при видобуванні корисних копалин і проведенні вибухових робіт; виконання вимог щодо охорони атмосферного повітря від забруднення виробничими побутовими та іншими відходами; попередження впливу шуму).

Розділ IV Закону присвячений додержанню вимог щодо охорони атмосферного повітря при проектуванні, будівництві та реконструкції промислових об'єктів (виконання вимог щодо охорони атмосферного повітря при розташуванні та розвитку міст та інших населених пунктів; санітарно-захисні зони; узгодження місць забудови, проектів будівництва і реконструкції підприємств, які впливають на стан атмосферного повітря; умови розташування, проектування, будівництва, реконструкції і введення в експлуатацію підприємств, споруд та інших об'єктів, які впливають на стан атмосферного повітря; екологічна експертиза; додержання вимог щодо охорони атмосферного повітря при використанні відкриттів, винаходів, корисних моделей, промислових зразків, раціоналізаторських пропозицій, застосуванні нової техніки, імпортного обладнання, технології систем).

У розділі V Закону висвітлюються питання регулювання відносин у сфері використання атмосферного повітря (використання атмосферного повітря як сировини основного виробничого призначення; обов'язки підприємств, установ і організацій, діяльність яких пов'язана з використанням атмосферного повітря як сировини; обмеження, тимчасова заборона використання атмосферного повітря як сировини).

Розділ VI Закону описує економічний механізм забезпечення охорони атмосферного повітря (організаційно-економічні заходи щодо забезпечення охорони та використання атмосферного повітря; порядок встановлення лімітів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та рівнів шкідливого впливу фізичних і біологічних чинників на нього; порядок визначення нормативів плати і стягнення платежів за забруднення атмосферного повітря та за інші шкідливі впливи на нього; плата за використання атмосферного повітря як сировини; розподілення платежів за забруднення атмосферного повітря, інші шкідливі впливи на нього і за використання атмосферного повітря як сировини).

У розділі VII Закону описані основні принципи організації контролю у сфері охорони атмосферного повітря (контроль у сфері охорони атмосферного повітря; державний контроль у сфері охорони атмосферного повітря; виробничий контроль у сфері охорони атмосферного повітря; громадський контроль у сфері охорони атмосферного повітря).

Розділ VIII Закону присвячений питанням організації державного обліку та моніторингу у сфері охорони атмосферного повітря.

Розділ IX Закону описує різноманітні види правопорушень у сфері охорони атмосферного повітря та відповідальність за них.

Розділ X Закону присвячений питанням участі України у міжнародній співпраці у сфері охорони атмосферного повітря.

**«Водний кодекс України»** (6.06.95) складається з 6 розділів і 112 статей та регулює правовідносини у сфері водокористування, встановлює статус загального і спеціального водокористування.

Загальне водокористування здійснюється громадянами для забору води з водних об'єктів без застосування споруд або технічних пристроїв, купання, плавання на човнах, аматорського і спортивного риболовства.

Спеціальне водокористування – це забір води з водних об'єктів із застосуванням споруд і технічних засобів або скид в них стічних вод. Пріоритетом спеціального водокористування є задоволення питних, господарсько-побутових, лікувальних, оздоровчих та інших потреб населення. Спеціальним водокористуванням забезпечуються також промислові, транспортно-енергетичні та інші потреби суспільства.

Для централізованого водопостачання населення використовуються водні об'єкти, якість води яких відповідає нормативам екологічної безпеки водокористування. Для цього організації, які здійснюють централізоване водопостачання, постійно контролюють якість води у об'єкті водозабору та у водопроводі.

У документах «Водного кодексу України» визначені права і обов'язки громадян у галузі використання, охорони і відтворення водних об'єктів України (зокрема, підкреслено право на безоплатне отримання інформації про якість питної води), а також порядок державного управління і контролю в галузі використання водних ресурсів, охорони і відтворення водних ресурсів, порядок розглядання суперечок, юридична відповідальність і міжнародні відносини у цій галузі.

**“Земельний кодекс України”** (05.5.94) регулює правовідносини у сфері землекористування. Так, права і обов'язки власників землі та землекористувачів у галузі використання, охорони і відтворення земель викладено у главі 6 “Земельного кодексу України”. Зокрема, основними обов'язками землекористувачів є:

- ефективно використовувати землю, підвищувати її родючість, застосовувати природоохоронні технології виробництва, не допускати погіршення екологічної безпеки на території внаслідок своєї господарської діяльності;
- здійснювати комплекс заходів щодо охорони земель;
- дотримуватися режиму санітарних зон, а також територій, що особливо охороняються і т. ін.

В його положеннях також визначаються склад земель (7 категорій) і повноваження органів державної влади та місцевого самоврядування.

**“Кодекс України про надра”** (27.07.04) складається з 9 розділів і регулює правовідносини у сфері використання надр. Згідно зі ст.34



“Кодексу України про надра”, користувачі надр зобов’язані забезпечувати:

- використання надр відповідно до цілей, для яких їх надано;
- повноту геологічного вивчення, раціональне, комплексне використання та охорону надр;
- охорону атмосферного повітря, земель, лісів, вод, об’єктів природно-заповідного фонду, а також будівель і споруд від шкідливого впливу робіт, пов’язаних з користуванням надрами;
- безпечне ведення робіт, пов’язаних з користуванням надрами;
- приведення земельних ділянок, порушених при користуванні надрами, до стану, придатного для подальшого їх використання у суспільному виробництві.

В положеннях кодексу також визначені порядок організації державного контролю і нагляду та юридична відповідальність за порушення.

**“Лісовий кодекс України”** (21.01.94) складається з 10 розділів і 103 статей та регулює правовідносини у сфері лісокористування. Згідно з положеннями розділу II «Права та обов’язки лісокористувачів», лісокористувачі зобов’язані, зокрема:

- забезпечувати відтворення, охорону, захист і підвищення продуктивності лісових насаджень та посилення їх корисних властивостей, підвищення родючості ґрунтів, виконувати інші вимоги законодавства щодо ведення лісового господарства й використання лісових ресурсів;
- вести лісове господарство, здійснювати спеціальне використання лісових ресурсів і користуватися земельними ділянками лісового фонду способами, які б забезпечували збереження оздоровчих властивостей лісів, а також створювали сприятливі умови для їх охорони, захисту, використання та відтворення;
- забезпечувати охорону рідкісних видів рослин і тварин, рослинних угруповань відповідно до природоохоронного законодавства.

В положеннях кодексу також визначені система та повноваження органів державного управління і контролю в цій галузі, основні вимоги щодо організації лісового господарства, поділ лісів на групи, юридична відповідальність і міжнародні відносини.

**Закон України „Про тваринний світ”** (3.03.93) складається з 7 розділів і 59 статей і регулює правовідносини у сфері використання об’єктів тваринного світу. Стаття 26 Закону України “Про тваринний світ” зобов’язує користувачів об’єктами тваринного світу (які займаються мисливським і рибним господарством), зокрема:

- додержуватись встановлених правил, норм, лімітів і строків використання об’єктів тваринного світу;

- використовувати тваринний світ способами, що не допускають порушення цілісності природних угруповань і забезпечують збереження тварин, яких забороняється використовувати;
- здійснювати комплексні заходи, спрямовані на відтворення, в тому числі штучне, диких тварин, збереження й поліпшення середовища їх перебування.

В законі також визначені положення щодо державного управління в цій галузі, порядок здійснення моніторингу, державного обліку і контролю, міжнародного співробітництва.

**Закон України “Про відходи”** (5.03.98) складається з 10 розділів і 46 статей. Він визначає правові та економічні засади діяльності, пов’язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням і захороненням, а також відверненням негативного впливу відходів на навколишнє середовище та здоров’я людини на території України.

Зокрема, у ст.14 Закону описані права громадян України у сфері поводження з відходами (всі люди мають право на безпечні для їх життя і здоров’я умови при здійсненні операцій з відходами). Ст.17 Закону визначає обов’язки підприємств, установ та організацій у сфері поводження з відходами. У ст.29 Закону описано порядок організації і проведення моніторингу місць утворення, зберігання та видалення відходів. Ст.27 Закону присвячена заходам щодо обмеження та запобігання негативного впливу відходів.

**Закон України “Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань”** складається з 6 розділів і 24 статей. Цей закон спрямований на забезпечення захисту життя, здоров’я і майна людей від негативного впливу іонізуючих випромінювань, спричинених практичною діяльністю, а також у випадках радіаційних аварій, шляхом виконання запобіжних і рятувальних заходів та відшкодування збитків.

Зокрема, ст.3 Закону проголошує: “Кожна людина, яка проживає або тимчасово знаходиться на території України, має право на захист від впливу іонізуючих випромінювань”. Це право забезпечується здійсненням комплексу заходів щодо попередження впливу іонізуючих випромінювань на організм людини більшого, ніж встановлені дозові межі опромінювання, компенсації за перевищення встановлених дозових меж опромінення і відшкодування збитків, спричинених внаслідок впливу іонізуючих випромінювань.

Розділ II Закону “Основні дозові межі опромінювання та рівні втручання” присвячений висвітленню питань про основні дозові межі опромінення населення і персоналу, про порядок залучення осіб до ліквідації радіаційних аварій та їх наслідків, про рівні втручання у випадку радіаційних аварій. Так, у ст.5 Закону записано, що основна

дозова межа особистого опромінювання населення не повинна перевищувати одного мілізіверта ( $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ бер}$ ) ефективної дози опромінювання за рік". Згідно зі ст.8 Закону "заходи з укриття людей застосовуються, якщо протягом перших десяти діб очікувана сукупна ефективна доза опромінювання може перевищити 5 мЗв. Тимчасова евакуація людей здійснюється у випадку, якщо протягом не більше ніж одного тижня ефективна доза опромінювання може досягнути рівня 50 мЗв. Іодна профілактика застосовується у випадку, якщо очікувана поглинута доза опромінення щитовидної залози від накопиченого у ній радіоактивного іоду може перевищити 50 мГр ( $1 \text{ мГр} = 0,1 \text{ рад}$ )".

Інші розділи Закону присвячені висвітленню питань "Забезпечення захисту людини від впливу іонізуючих випромінювань" (розділ III), "Компенсації і відшкодування збитків" (розділ IV), "Міжнародного співробітництва у сфері захисту людини від впливу іонізуючих випромінювань" (розділ V).

**Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя"** (24.02.94 №4004-XII) складається з 7 розділів і 51 статті. Цей закон регулює громадські відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя, визначає відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій і громадян, встановлює порядок організації державної санітарно-епідемічної служби і здійснення державного санітарно-епідемічного нагляду в Україні.

Розділ II Закону декларує права і обов'язки громадян, підприємств, установ і організацій щодо забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя. Зокрема, у ст.4 записано, що "громадяни мають право на:

- безпечні для здоров'я і життя продукти харчування, питну воду, умови праці, навчання, виховання, побуту, відпочинку та природне середовище;
- відшкодування збитків, завданих їх здоров'ю внаслідок порушення підприємствами, установами, організаціями, громадянами санітарного законодавства;
- достовірну та своєчасну інформацію про стан свого здоров'я, здоров'я населення, а також про існуючі та можливі чинники ризику для здоров'я".

Згідно зі ст.5 Закону громадяни зобов'язані:

- турбуватися про своє здоров'я, здоров'я та гігієнічне виховання своїх дітей, не спричиняти шкоди здоров'ю інших громадян;
- брати участь у проведенні санітарних і протиепідемічних заходів;
- проходити обов'язкові медичні огляди і робити щеплення в передбачених законом випадках;

- виконувати розпорядження і вказівки посадових осіб державної санітарно-епідемічної служби при здійсненні ними санітарно-епідемічного нагляду.

Розділ III Закону присвячений висвітленню вимог щодо забезпечення санітарно-епідемічного благополуччя населення. Зокрема, ст.9 Закону проголошує: “Гігієнічній регламентації підлягає будь-який небезпечний чинник фізичної, хімічної, біологічної природи, який може діяти у середовищі життєдіяльності людини...” У державному реєстрі небезпечних чинників наводяться назви небезпечних речовин і чинників, дані про їх призначення, властивості, методи індикації, біологічний вплив, ступінь небезпеки для здоров'я людини, характер поведінки в оточуючому середовищі, виробництво, гігієнічні регламенти застосування. Використання у виробництві та побуті виробів і речовин (які є носіями небезпечних чинників) допускається лише за наявності сертифікату, який засвідчує його державну реєстрацію”.

Крім того, у цьому розділі висвітлені питання щодо державної санітарно-епідемічної експертизи та її об'єктів, а також вимоги безпеки для життя і здоров'я населення при проектуванні, будівництві та виготовленні нових засобів виробництва і технологій, при ввезенні продукції з-за кордону та її реалізації, а також вимоги до продовольчої сировини, продуктів харчування (включаючи їх транспортування, зберігання і реалізацію), вимоги до господарсько-питного водопостачання та місць водокористування, вимоги до атмосферного повітря в населених пунктах, у виробничих та інших приміщеннях, вимоги до умов виховання та навчання, вимоги до житлових і виробничих приміщень, територій, засобів виробництва і технологій, заходи щодо забезпечення радіаційної безпеки, захист від шкідливого впливу іонізуючих випромінювань та інших фізичних чинників, заходи щодо застосування і знешкодження хімічних речовин і матеріалів, біологічних засобів тощо.

Інші розділи Закону присвячені питанням організації і забезпечення державної санітарно-епідеміологічної служби (розділ IV), державного санітарно-епідеміологічного нагляду (розділ V), відповідальності за порушення санітарного законодавства (розділ VI), міжнародних відносин у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя (розділ VII).

**Закон України “Про пестициди і агрохімікати” (02.03.95)** складається з 7 розділів і 24 статей. Цей закон регулює правові відносини, пов'язані з державною реєстрацією, виробництвом, закупівлею, транспортуванням, зберіганням, реалізацією та безпечним для здоров'я людини і навколишнього природного середовища застосуванням пестицидів і агрохімікатів: визначає права та обов'язки підприємств, установ, організацій і громадян, а також повноваження органів державної виконавчої влади та посадових осіб у цій сфері.

У статті 1 Закону наведені такі визначення основних термінів:

- пестициди – це токсичні речовини, їх з'єднання або суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів (внаслідок діяльності яких уражаються рослини, тварини, люди і спричиняються матеріальні збитки), а також гризунів, бур'янів, “забруднюючих” дерев, кущів і риб;

- агрохімікати – це органічні, мінеральні та бактеріальні добрива, хімічні меліоранти, регулятори росту рослин та інші речовини, які застосовуються для підвищення родючості ґрунтів, врожайності сільськогосподарських культур і покращення якості рослинної продукції.

Стаття 4 Закону визначає такі основні вимоги до пестицидів і агрохімікатів:

- висока біологічна ефективність відносно цільового призначення;
- безпечність для здоров'я людей і навколишнього природного середовища при умові дотримання регламентів їх застосування.

**Закон України “Про екологічну експертизу”** (09.02.1996) складається з 9 розділів і 51 статті. У цьому Законі наведено визначення терміну “екологічна експертиза”, сформульовані завдання законодавства про екологічну експертизу і мета екологічної експертизи – “...запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на стан НПС та здоров'я людей, а також оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях та об'єктах”.

У ст.1 Закону наведено таке визначення: “Екологічна експертиза – це вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколоґо-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно вплинути або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, і спрямована на підготовку висновків про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки”.

Основними завданнями екологічної експертизи (ЕЕ) є:

- визначення ступеня екологічного ризику і безпеки запланованої діяльності;
- організація комплексної, науково обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи;
- встановлення відповідності об'єкта експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарних норм, будівельних норм і правил;

- оцінка впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища, здоров'я людей і якість природних ресурсів;
- оцінка ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища і здоров'я людей;
- підготовка об'єктивних, всебічно обґрунтованих висновків екологічної експертизи”(ст.5 Закону).

Згідно з положеннями ст.7 Закону “...об'єктами екологічної експертизи є проекти законодавчих та інших нормативно-правових актів, передпроектні, проектні матеріали, документація по впровадженню нової техніки, технологій, матеріалів, речовин, продукції, реалізація яких може призвести до порушення екологічних нормативів, негативного впливу на стан навколишнього природного середовища, створення загрози здоров'ю людей. Екологічній експертизі можуть підлягати екологічні ситуації, що склалися в окремих населених пунктах і районах, а також діючі об'єкти та комплекси, що мають значний негативний вплив на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей...”.

В інших статтях і розділах Закону визначені загальні вимоги щодо проведення екологічної експертизи, її суб'єкти, форми екологічної експертизи (державна ЕЕ та її об'єкти, громадська ЕЕ, інші види ЕЕ), особливості державного регулювання та управління в галузі екологічної експертизи тощо.

### **2.3. Державна стандартизація**

Державна стандартизація з питань забезпечення екологічної безпеки проводиться на правових засадах описаних вище законодавчих актів і є підґрунтям для проведення екологічної експертизи, державного контролю і нагляду у сфері екологічної безпеки, ліцензування окремих видів діяльності, декларування безпеки промислових підприємств, сертифікації і т.ін. Державна стандартизація проводиться для встановлення вимог, норм, правил, інших обмежувальних характеристик з метою забезпечення:

- безпеки продукції, матеріалів, робіт і послуг для навколишнього природного середовища, життя і здоров'я людей;
- якості продукції, матеріалів, робіт і послуг, відповідно до рівня розвитку науки, техніки і технологій;
- єдності принципів вимірювання;
- екологічної безпеки об'єктів господарювання з урахуванням ризику виникнення техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій (в першу чергу, надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру).

“Екологічна стандартизація і нормування проводяться з метою встановлення комплексу обов’язкових норм, правил, вимог щодо охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки” (ст.31 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”).

Згідно з вимогами ст.32 Закону “екологічні стандарти у сфері охорони навколишнього природного середовища обов’язкові для виконання і визначають: поняття і терміни; режим використання і охорони природних ресурсів; методи контролю за станом навколишнього природного середовища; вимоги щодо попередження шкідливого впливу забруднення навколишнього природного середовища на здоров’я людей; інші питання, пов’язані з охороною навколишнього природного середовища і використанням природних ресурсів”.

Система екологічних нормативів включає:

- нормативи екологічної безпеки (гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у НПС; гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного та інших видів шкідливого фізичного впливу на НПС; гранично допустимий вміст шкідливих речовин у продуктах харчування);
- гранично допустимі викиди і скиди у НПС забруднюючих хімічних речовин; гранично допустимі рівні шкідливого впливу фізичних і біологічних чинників...” (ст.33 Закону).

Формою нормування антропогенних впливів на навколишнє природне середовище є екологічне нормування, яке являє собою комплекс заходів для встановлення лімітів, в межах яких допускається зміна НПС. Екологічне нормування проводиться щодо всіх небезпечних речовин (встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) кожної з них) і всіх небезпечних фізичних впливів (встановлюють гранично допустимі рівні (ГДР) такого впливу). ГДК (або ГДР) – це максимальна концентрація конкретної шкідливої речовини (або максимальний рівень конкретного виду фізичного впливу) в НПС, при якій (або якому) ще не спостерігається прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на стан здоров’я людини. Згідно з визначенням Всесвітньої організації охорони здоров’я (ВООЗ) “здоров’я – це стан повного фізичного, психічного і соціального благополуччя, а не просто відсутність захворювань або нездужання”. Отже, екологічне нормування сприяє забезпеченню і підтриманню екологічної безпеки як процесу забезпечення захищеності життєво важливих інтересів особистості, людського суспільства, природи і держави від реальних і потенційних загроз, які створюються антропогенним або природним впливом на навколишнє природне середовище.

При цьому основними видами нормативно-правових документів є державні стандарти України, державні будівельні норми, санітарні норми та правила, нормативи безпеки, методики і т. ін.

Так, Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” стимулював створення цілої низки нормативно-правових документів. Прикладами вказаних документів є такі.

“Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів” (затверджені наказом Міністерства охорони здоров’я України від 19.06.1996 р. №173), в яких викладені основні вимоги до проектування і будівництва населених пунктів.

Державні будівельні норми – ДБН А2,2-1-95 “Склад і зміст матеріалів оцінки впливу на оточуюче середовище (ОВОС) при проектуванні та будівництві підприємств, будівель і споруд (Основні положення проектування)”. Згідно з вимогами цього документа, в матеріалах ОВОС повинні обов’язково відображатися результати аналізу впливу пріоритетних і специфічних забруднюючих речовин (що містяться у викидах об’єктів, які проектується) на повітряне середовище, мікроклімат, водне середовище, ґрунти, рослинний і тваринний світ, заповідні об’єкти, оточуюче соціальне середовище, оточуюче техногенне середовище, а також конкретні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища та екологічної безпеки.

Закон України “Про охорону атмосферного повітря” стимулював розробку єдиних для України нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря, до яких належать, наприклад, гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, фізичного і біологічного впливу на атмосферне повітря.

**Якість атмосферного повітря** – це сукупність його властивостей, яка визначає ступінь впливу фізичних, хімічних і біологічних чинників на людей, рослинний та тваринний світ, а також матеріали, конструкції і оточуюче середовище в цілому. Якість атмосферного повітря може вважатися задовільною, якщо вміст домішок в ньому не перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК). ГДК – це максимальна концентрація домішки в атмосферному повітрі, віднесена до певного терміну осереднення, яка при періодичному впливі або на протязі всього життя людини не завдає їй і оточуючому середовищу прямого або опосередкованого негативного впливу, в тому числі і віддалених негативних наслідків. При цьому під прямим впливом розуміють завдання організму людини тимчасового подразнюючого впливу, який викликає підвищення відчуття запаху, кашель, головний біль. При накопиченні в організмі шкідливих речовин зверх певної дози можуть виникнути патологічні зміни окремих органів або організму в цілому. Під опосередкованим впливом розуміють такі зміни в оточуючому середовищі, які погіршують звичайні умови проживання: уражаються зелені насадження, збільшується число туманних днів і т. ін.

Для оцінки якості атмосферного повітря встановлено дві категорії ГДК: максимальна разова (ГДК м.р.) і середньодобова (ГДК с.д.).



**ГДК м.р.** – основна характеристика шкідливої речовини, яка встановлена для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття запаху, світлова чутливість, біоелектрична активність головного мозку) при короткочасному впливі атмосферних домішок. За цим нормативом оцінюються речовини, які мають запах, або ті, які впливають на інші органи чуття людини.

**ГДК с.д.** – характеристика встановлена для попередження загально-токсичного, канцерогенного, мутагенного та іншого впливу на організм людини. За цим нормативом оцінюються речовини, які мають властивість тимчасово або постійно накопичуватися в організмі людини.

У табл. 2.1 наведено ГДК найпоширеніших забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць.

Таблиця 2.1

ГДК найпоширеніших забруднюючих речовин

Назви забруднюючих речовин	ГДК м.р., мг/м <sup>3</sup>	ГДК с.д., мг/м <sup>3</sup>
Азоту діоксид NO <sub>2</sub>	0,085	0,04
Азоту оксид NO	0,4	0,06
Ангідрид сірчаний	0,5	0,05
Аміак	0,2	0,04
Бенз(а)пирен	-	0,000000001
Тверді та рідкі аерозолі, що “зависають у повітрі”	0,5	0,15
Пара свинцю та його з'єднань	-	0,0003
Вуглецю оксид (чадний газ)	3,0	1,0
Вугільна зола ТЕС	0,05	0,02
Формальдегід	0,035	0,003
Хлор	0,1	0,03
Нітробензол	0,008	0,005
Сірчаний газ	0,5	0,05
Сірководень	0,005	0,005
Пил бавовни	0,5	0,04
Пил нетоксичний	0,5	0,15
Сажа	0,15	0,05
Пара сірчаної кислоти	0,3	1,0
Пара фтороводню	0,02	0,005
Фенол	-	0,003
Пара ртуті	-	0,0003
Гексахлоран	0,03	0,003
Метафос	0,001	-
Солі нікелю	-	0,0002
Двоокис селену	-	0,00005
Двоокис телуру	-	0,00001
Трихлорметан (хлороформ)	-	0,03

Закінчення табл.2.1

Назви забруднюючих речовин	ГДК м.р., мг/м <sup>3</sup>	ГДК с.д., мг/м <sup>3</sup>
Хром (шестивалентний)	0,0015	0,0015
Хлорид заліза	-	0,004
Фосфорний ангідрид	0,15	0,05
Пара оцтової кислоти	0,2	0,06
Оксид міді (хлорид міді)	-	0,002
Ацетон	0,35	0,35
Нафталін	0,003	0,003
Пеніцилін	0,05	0,002

*Примітка:* Гранично допустима концентрація (ГДК) – це максимальна концентрація якоїсь речовини у повітрі, воді, їжі, що не шкодить здоров'ю людини, не знижує її самопочуття та працездатність.

Для зон санітарної охорони, курортів, місць розташування крупних санаторіїв і будинків відпочинку, а також для зон відпочинку міст ГДК встановлено на 20% меншим, ніж для житлових районів.

Вплив речовин, для яких ще не встановлені ГДК, оцінюють за орієнтовним безпечним рівнем впливу забруднюючої речовини (ОБРР). ОБРР – тимчасовий гігієнічний норматив для забруднюючої речовини, який встановлюється розрахунковим методом з метою забезпечення нормально адекватного проектування промислових об'єктів.

Встановлено також тимчасові ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі для дерев і кущів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

## ГДК для дерев і кущів

Назви забруднюючих речовин	ГДК м.р., мг/м <sup>3</sup>	ГДК л.с.д., мг/м <sup>3</sup>
Азоту оксид (у перерахунку на NO <sub>2</sub> )	0,04	0,02
Аміак	0,1	0,04
Бензол	0,1	0,05
Метанол	0,2	0,1
Пара сірчаної кислоти (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,1	0,03
Сірчаний ангідрид	0,3	0,02
Сірководень	0,008	0,08
Тверді аерозолі (пил)	0,2	0,05
Циклогексан	0,2	0,2
Формальдегід	0,2	0,003
Фтористі з'єднання (у перерахунку на фтор)	0,02	0,005

Для кожного підприємства, яке проектується або вже діє (як джерело забруднення), встановлюють нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Значення величини ГДВ встановлюють таким чином, щоб

викиди шкідливих речовин від даного джерела забруднення разом з іншими джерелами не створили приземну концентрацію –  $C_{\text{шк}}$ , що перевищує ГДК, за межами санітарно-захисної зони підприємства:

$$C_{\text{шк}} + C_{\text{ф}} \leq \text{ГДВ}, \quad (2.1)$$

де  $C_{\text{шк}}$  – концентрація конкретної шкідливої речовини у приземному шарі атмосфери за межами санітарно-захисної зони (від підприємства-забруднювача при додержанні встановленого для нього норматива ГДВ), мг/м<sup>3</sup>;  $C_{\text{ф}}$  – фонові концентрації цієї ж шкідливої речовини у приземному шарі атмосфери за межами санітарно-захисної зони, мг/м<sup>3</sup>.

**Негативний акустичний вплив** реалізується через вплив техногенного шуму на живі організми. Шум являє собою неупорядковані акустичні коливання, які досить часто перемішані з періодичними акустичними коливаннями. Основними характеристиками шуму, які визначають якісні особливості сприйняття його органами слуху людини, є інтенсивність і спектральний склад шуму.

Залежно від частоти акустичних коливань вони поділяються на:

- інфразвукові коливання (акустичні коливання з частотою меншою, ніж 16 Гц). Вони не сприймаються органами слуху людини, але підвищений рівень інфразвукових коливань є небезпечним фізичним агентом. Деякі організми їх реєструють і навіть використовують для обміну інформацією в НПС);

- звукові коливання (акустичні коливання на частотах від 16 Гц до 20000 Гц добре сприймаються органами слуху людини і використовуються нею для забезпечення обміну інформацією);

- ультразвукові коливання (акустичні коливання з частотою понад 20000 Гц). Вони не сприймаються органами слуху людини, але підвищений рівень ультразвукових коливань є небезпечним фізичним агентом. Деякі організми здатні не тільки сприймати ультразвукові коливання, а й використовувати їх для обміну інформацією в НПС. Іноді виділяють ще й гіперзвукові коливання (акустичні коливання з частотою в межах від  $2 \cdot 10^5$  Гц).

Найважливішими характеристиками акустичних коливань є також гучність звуку (яка залежить від амплітуди звукових коливань) та інтенсивність (сила) звуку  $I_{\text{зв}}$  (яка характеризується потужністю звукових коливань, що припадає на одиницю площі і вимірюється у Вт/м<sup>2</sup>).

Акустичний вплив на НПС і об'єкти в ньому оцінюється відносною інтенсивністю звукових коливань –  $L_p = 10 \lg \cdot (I_{\text{зв}}/I_0)$ , дБ (де  $I_0$  – стандартний поріг чутливості, якому відповідає пороговий стандартний звуковий тиск  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Санітарні норми України при визначенні допустимого рівня звуку на території житлової забудови враховують специфіку приміщень (житлові будинки, лікарні, гуртожитки і т. ін.), а також час доби. Наприклад, для житлових будинків середній допустимий рівень інтенсивності звуку ( $L_{Aекв}$ ) удень складає 55 дБ, вночі – 45 дБ, а максимально допустимий рівень ( $L_{Amax}$ ) – 70 і 60 дБ відповідно. Для територій, що “прилягають” до санаторіїв і лікарень, значення допустимого шумового впливу на 10 дБ нижче, а для готелів і гуртожитків на 5 дБ вище вказаних у санітарних нормах значень. Регламентуються також умови житлової забудови в зонах впливу аеропортів з підвищеним шумовим фоном тощо.

Більш “сильний” шум (на транспортних магістралях 85...92 дБ, за 200 м від залізниці – 60 дБ, за 100 м від злітно-посадкової смуги аеропортів – 110 дБ, у багатоповерхових житлових будинках (з їх ліфтами, вентиляторами, насосами, телевізорами, магнітофонами) до 95 дБ негативно впливає на органи слуху людини та її нервову систему. Постійний вплив “сильного” шуму знижує працездатність людини, може призвести до виникнення глухоти, неврозів та інших захворювань. В той же час “абсолютна тиша” пригнічує людину. Тому збереження здоров'я людини, підтримання її високої працездатності досягається тільки при суворому дотриманні вимог описаних вище санітарних норм.

“Сильний” шум також негативно впливає на живі організми епігеосфери.

**Негативний вплив вібрації**, тобто механічних коливань матеріальних систем (які пов'язані з акустичними інфразвуковими коливаннями) можуть погіршити стан здоров'я людей, призвести до виникнення цілої низки захворювань.

Численні природні явища (урагани, передштормові явища на морі; явища, що передують виникненню землетрусів, виверження вулканів тощо) можуть стати “природними генераторами” інфразвукових коливань, що поширюються на величезні відстані та здатні спричинити вібрацію, як правило, незначної потужності.

Техногенними генераторами інфразвукових коливань і, отже, джерелами пов'язаного з ними підвищеного рівня вібрації можуть стати компресорні станції, вентилятори, вібротрансмісори, кондиціонери, градирні, турбіни електростанцій, реактивні двигуни, транспортні засоби і т. ін.

Підвищений рівень вібрації негативно впливає на стан здоров'я людей, спричиняючи відчуття пришвидшеного коливання внутрішніх органів, відчуття болю, синдром морської хвороби, а також відчуття тривоги і страху, утруднюють інтелектуальну діяльність. Постійний вплив підвищеного рівня вібрацій може спричинити захворювання на вібраційну хворобу, а раптове різке підвищення рівня вібрації – розрив внутрішніх органів.

Для попередження виникнення цих негативних наслідків санітарними нормами України передбачено регламентацію (тобто нормування) безпечного рівня вібрації у житлових приміщеннях за показниками віброшвидкості, віброприскорення і віброзміщення (у дБ) в межах діапазону частот вібрації від 2 Гц до 63 Гц з урахуванням часу доби, характеру вібрації та її тривалості.

Підвищений рівень вібрації негативно впливає також на всі види живих організмів та інші об'єкти епігеосфери.

**Негативний вплив підвищеного рівня магнітного поля, електричного поля, електромагнітного поля та електромагнітного випромінювання** можуть призвести до погіршення стану здоров'я людини і навіть до її загибелі.

Так, наприклад, встановлено, що організм людини є дуже чутливим до зміцнення напруженості магнітного поля. Так звані "магнітні бурі", що виникають у періоди сонячної активності, викликають серйозні порушення у функціонуванні серцево-судинної системи й створюють небезпеку для життя і здоров'я людей.

В той же час штучні магнітні поля (які створюються постійним електричним струмом) характеризуються напруженістю магнітного поля ( $H_{\text{пост}}$ , А/м), величина якої значно перевищує величину  $H$  під час "магнітних бур" (наприклад, у процесі контактного зварювання  $I \approx 1000\text{А}$ , а  $H_{\text{пост}} = 10000\text{ А/м}$ ).

Для запобігання ураженню людей надто високим рівнем магнітного поля в Україні встановлено нормативну величину напруженості постійного магнітного поля поблизу від установок і ліній електропередачі постійного струму (на протязі робочого дня) –  $H_{\text{норм}} = 800\text{ А/м}$ . Гранично допустимий рівень напруженості магнітного поля  $\text{ГДР}_H$  не встановлено.

Підвищена величина електричного струму створює також електростатичне поле. Електростатичне поле високої напруженості ( $E_{\text{ест}}$ , В/м) негативно впливає на організм людини, що спричиняє цілу низку захворювань (зокрема, розлад нервової системи) і навіть загибель. Для попередження такого негативного впливу в Україні встановлено нормативну величину напруженості електричного поля (на протязі робочого дня) –  $E_{\text{пост}} = 20\text{ кВ/м}$ , а також гранично допустимий рівень напруженості електростатичного поля –  $\text{ГДР-}E_{\text{пост}} = 60\text{ кВ/м}$ .

Підвищений рівень напруженості електростатичного поля згубно впливає на живі організми в епігеосфері.

Джерелом електромагнітного поля є змінний електричний струм. Електромагнітне поле характеризується його напруженістю ( $E_{\text{пост}}$ , В/м) і густиною потоку потужності (або інтенсивністю електромагнітного випромінювання) –  $P_{\text{зм}}$ , Вт/м<sup>2</sup>. Створювані ним хвилі (що випромінюються і поширюються разом з електромагнітним полем) характеризуються частотою коливань (Гц).

Саме за величиною частоти коливань електромагнітних хвиль електромагнітні поля поділяються: на електромагнітні поля промислової частоти і електромагнітні поля радіочастот.

Кількість природних джерел електромагнітного поля дуже обмежена (наприклад, блискавка). В той же час техногенних джерел електромагнітного поля безліч.

Так, наприклад, джерелами електромагнітного поля промислової частоти (50, 60 Гц) є: лінії електропередач змінного струму з напругою 330, 500, 750, 1150 кВ; відкриті розподільчі пристрої і електроустановки змінного струму. При цьому на частоті 50 Гц небезпечними вважаються випромінювання електромагнітного поля з напруженістю більше ніж 400 кВ/м ( $E_{\text{змін}} > 400$  кВ/м).

Тому для забезпечення захисту населення від негативного впливу електромагнітного поля (яке генерують повітряні лінії електропередач змінного струму) з обох боків електротраси встановлюються санітарно-захисні зони шириною: 20 м (при  $E_{\text{змін}} = 330$  кВ/м); 30 м ( $E_{\text{змін}} = 500$  кВ/м); 40 м ( $E_{\text{змін}} = 750$  кВ/м); 55 м ( $E_{\text{змін}} = 1150$  кВ/м). Вказані санітарно-захисні зони забезпечують захист живих організмів (особливо рослин) епігеосфери.

Техногенними джерелами електромагнітного випромінювання утворюються три зони впливу електромагнітного поля: ближня зона (зона індукції); проміжна зона (зона інтерференції); дальня зона (хвильова зона).

Зона індукції простягається від джерела випромінювання на відстань  $R \leq \lambda/2\pi$ , де  $\lambda$  – довжина хвилі випромінювання, м. Зона інтерференції знаходиться у межах від  $\lambda/2\pi$  до  $2\pi\lambda$ . Хвильова зона починається від  $R \geq 2\pi\lambda$ . З віддаленням від джерела випромінювання інтенсивність впливу електромагнітного поля згасає.

У зоні індукції, де електричне (E) і магнітне (H) поля існують незалежно одне від іншого, величина E зменшується обернено пропорційно кубу відстані від джерела випромінювання, а величина H – обернено пропорційно квадрату відстані. Це й же закон зберігається і в зоні інтерференції.

На відміну від цього у хвильовій зоні, де співвідношення між електричною і магнітною складовими електромагнітного поля визначається як  $E = 377 H$ , напруженість електричного поля зменшується обернено пропорційно відстані від джерела випромінювання. Інтенсивність електромагнітного випромінювання характеризується густиною потоку енергії випромінювання, тобто кількістю енергії, що припадає на одиницю поверхні – П, Вт/м<sup>2</sup>.

Для техногенного джерела електромагнітного поля інтенсивність електромагнітного випромінювання визначається співвідношенням

$$П = P \cdot Q / 4\pi R^2, \quad (2.2)$$

де P – потужність джерела випромінювання, Вт;

Q – коефіцієнт підсилення антен джерела;

R – відстань між антеною і точкою спостереження, м.

Вплив електромагнітного випромінювання на населення залежить від потужності джерела випромінювання та його частоти, що і відображено у табл. 2.3, де наведено гранично допустимі рівні впливу електромагнітних випромінювань для населених пунктів.

Таблиця 2.3

Гранично допустимі рівні впливу електромагнітних випромінювань для населених пунктів

Діапазон електромагнітних хвиль	Довжина хвилі, м	Частота, Гц	Гранично допустимі рівні	
			За напруженістю електромагнітного поля, В/м	За густиною випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>
Електричний струм промислової частоти		50	1000	не нормується
Довгі радіохвилі	>1000	<10 <sup>5</sup>	не нормується	не нормується
Середні хвилі	1000...100	10 <sup>5</sup> ...1,5·10 <sup>6</sup>	10	не нормується
Короткі хвилі	100...10	6·10 <sup>6</sup> ...3·10 <sup>7</sup>	4	не нормується
Ультракороткі хвилі	10...1	3·10 <sup>7</sup> ...3·10 <sup>8</sup>	2	не нормується
Надчастотні радіохвилі при безперервному режимі генерації	0,1...0,001	3·10 <sup>9</sup> ...3·10 <sup>10</sup>	не нормується	0,01 або 0,1 мВт/см <sup>2</sup>
Надчастотні радіохвилі при імпульсному режимі генерації	1...0,001	3·10 <sup>9</sup> ...3·10 <sup>10</sup>	не нормується	0,05

Для захисту населення від впливу електромагнітного поля високої частоти радіостанції, телецентри, ретранслятори та інші джерела радіохвильового випромінювання потужністю більше 100 кВт повинні розташовуватися за межами населених пунктів. Якщо джерела радіохвильового випромінювання розташовані в межах населених пунктів, то навколо них в обов'язковому порядку повинна бути створена санітарно-захисна зона (СЗЗ), яка складається із зони

суворого режиму і зони обмеженого використання. На зовнішній межі зони суворого режиму напруженість електромагнітного поля не повинна перевищувати 20 В/м, а на зовнішній межі зони обмеженого використання – 2 В/м. У межах СЗЗ не допускається житлова забудова. Розміри СЗЗ визначаються розрахунковим методом, на підставі сумарної потужності генераторів передавачів, висоти та коефіцієнта підсилення антенних пристроїв, рельєфу місцевості. Розрахункові розміри СЗЗ складають від кількох сот метрів до 1...2 км.

**Норми радіаційної безпеки України – НРБУ-97.** У цьому документі визначені категорії осіб, що зазнають опромінювання:

- категорія А (персонал) – це особи, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання;
- категорія Б (персонал) – це особи, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами іонізуючого випромінювання, але у зв'язку з розташуванням робочих місць у приміщеннях і на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть одержувати додаткове опромінювання;
- категорія В – все населення.

В документі наведено також ліміти доз опромінювання на протязі року для осіб вказаних категорій (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Ліміти доз опромінювання

Ліміти доз опромінювання, мЗв/год	Категорії осіб, які зазнають опромінювання		
	А	Б	В
Ліміт ефективної дози	20	2	1
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінювання:			
• для кришталика ока	150	15	15
• для шкіри	500	50	50
• для кистей рук і стоп ніг	500	50	-

*Примітка.* Зіверт (Зв) – одиниця вимірювання ефективної та еквівалентної дози опромінювання (1 Зв = 1 Дж/кг = 100 бер).

При опромінюванні людей від джерел радіоактивного випромінювання у дозах до 1 Гр підвищується ймовірність розвитку онкологічних захворювань і з'явлення генетичних дефектів. Ці наслідки значно віддалені у часі від моменту опромінювання. У разі впливу великих доз опромінювання негативні наслідки проявляються швидко у формі гострої променевої хвороби першого, другого, третього або четвертого ступеню.

За характером впливу на живі організми радіоактивне опромінювання поділяється на зовнішнє і внутрішнє. Зовнішнє опромінювання здійснюється від джерел, що знаходяться поза



межами організмів, завдяки впливу  $\beta$ -частинок,  $\gamma$ -квантів і нейтронів, які мають високу проникну здатність. При внутрішньому опромінюванні джерелом є радіоактивні речовини, що потрапили всередину організму з їжею або з повітрям. При цьому ураження “здійснюють” не тільки  $\beta$ -частинки,  $\gamma$ -кванти і нейтрони, але й  $\alpha$ -частинки, яким притаманний найбільш руйнівний вплив.

Існуючі джерела радіоактивного опромінення мають природне походження або створені людиною. На не забруднених радіоактивними речовинами ландшафтах основну дозу опромінення люди одержують від природних джерел (космічні випромінювання, випромінювання від радіонуклідів літосфери, випромінювання від радону і т. ін.), які створюють так званий природний радіаційний фон.

Середньорічна індивідуальна еквівалентна доза від впливу природного радіаційного фону для жителів нашої планети складає близько 2 мЗв. Для населення України, за даними Міністерства охорони здоров'я, цей показник складає 4,46 мЗв і має тенденцію до зростання. Так, для жителів міста Харкова у 1962 році він становив – 1,83 мЗв, у 1982 році – 4 мЗв (зростання в основному через випадіння з опадами довгоживучих радіонуклідів, що потрапили в атмосферу внаслідок випробування ядерної зброї), а в 1992 році – вже 6,1 мЗв (таке зростання зумовлено, мабуть, наслідками Чорнобильської катастрофи, хоча в наш час природний радіаційний фон у Харкові складає 14...20 мкР/год).

Дуже небезпечним природним джерелом внутрішнього опромінювання є газ радон (радон-222 і радон-220, що є продуктами розпаду радіоактивного елемента Радіа-226), який у 7,5 разів важче, ніж повітря, не має ні запаху, ні кольору. Він виділяється з гірних порід і через ґрунт потрапляє на нижні поверхи будівель, в тому числі житлових, і накопичується у ванних кімнатах, особливо при користуванні душем. За даними досліджень, проведених у 18 обласних центрах України, об'ємна активність радону-222 на перших поверхах багатоквартирних будинків складала в середньому  $48 \text{ Бк/м}^3$  (1 Бк (бекерель) – одиниця вимірювання активності джерел іонізуючого випромінювання), на поверхах вище першого –  $22 \text{ Бк/м}^3$ , а у одноповерхових будівлях і спорудах –  $92 \text{ Бк/м}^3$ . В той же час, за діючими в Україні нормативами гранично допустима об'ємна активність радону – 222 у приміщенні будівель не повинна перевищувати  $50 \text{ Бк/м}^3$ . Тому в проектах дитячих дошкільних закладів і шкіл повинні обов'язково передбачатися протирадонові заходи (зокрема, провітрювання підвальних приміщень).

Вплив численних антропогенних джерел радіоактивного опромінювання призводить до зростання індивідуальних і колективних доз опромінювання. За оцінками міжнародних організацій, в наш час основну дозу радіоактивного опромінювання середньостатистична людина отримує під час медичних процедур: від 300 – 900 осіб з 1000 жителів проходять рентгенологічне обстеження, усі щорічно проходять

флюорографію тощо. Норми діагностичного опромінювання в Україні, спрямовані на те, щоб індивідуальна доза опромінювання від таких джерел не перевищувала 1 мЗв на рік.

Додатковий вплив інших техногенних джерел іонізуючого опромінювання персоналу і населення в Україні обмежується річними лімітами доз опромінювання, встановленими НРБУ – 97 і Законом України “Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань” (на рівнях 20 мЗв і 1,0 мЗв на рік відповідно).

**Якість води** (згідно з вимогами Водного кодексу України) – це характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретного виду використання. Показники якості води поділяються на:

- фізичні (температура води, запах, прозорість, кольоровість, вміст „завислих” частинок);
- бактеріологічні (характеризують забрудненість води патогенними організмами);
- гідробіологічні (характеризують сапробність води (тобто насиченість її органічними речовинами), будову і різноманітність організмів у воді, функціональні характеристики водоймища);
- хімічні (до них відносять: розчинений кисень; хімічне споживання кисню (ХСК); біохімічне споживання кисню (БСК); водневий показник (рН); вміст у воді азоту, фосфору, а також семи головних іонів К, Na, Ca, Mg, Cl, So<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>; вміст у воді небезпечних хімічних речовин).

Зокрема, нормативно-правовими документами України встановлено гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у питній воді (табл. 2.5) та у воді водоймищ санітарно-побутового використання (табл. 2.6).

Таблиця 2.5

Гранично допустимі концентрації хімічних речовин у питній воді

Речовина	ГДК, мг/л
Нітрити	0
Нітрати	45
Сульфати	500
Фосфати	1
Хлориди	100
Фториди	0,75
Ціаніди	0
Залізо	0,5
Мідь	0,1
Хром-4	0,01
Хром (загальний)	0,5
Миш'як (загальний)	0,05
Фосфорорганічні отруюючі хімікати	0,03
Ефіророзчинні речовини	0,1

Закінчення табл. 2.5

Речовина	ГДК, мг/л
Нафтопродукти	0,1...0,3
Ацетати	45
Форміати	45
2,4-діхлорфенолоцтова кислота	1
Феноли	0,001

Таблиця 2.6

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водоймищ санітарно-побутового використання

Речовини	ГДК, мг/л
Мідь, цинк, нікель	0,1
Аміак	2,0
Хлор активний	0,0
Капролактам	1,0
Тетраетилсвинець	0,0
Свинець	0,1
Бензол	0,5
Анілін	0,1
Гексахлорбензол	0,05
Нітрати(за азотом)	10,0
Кобальт <sup>-60</sup>	10 <sup>-8</sup> кл/л
Ванадій <sup>-48</sup>	8·10 <sup>-9</sup> кл/л
Стронцій <sup>-90</sup>	3·10 <sup>-11</sup> кл/л
Залізо	0,5
Нафта(багатосірчиста)	0,1
Нафта(інша)	0,3
Фенол	0,001
Сірководень	1,0
ДДТ(пестицид)	0,2
СПАР(синтетичні поверхневоактивні речовини)	0,5

Негативному впливу забруднення ґрунту запобігає Земельний Кодекс України, нормативно-правовими документами якого встановлено гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у ґрунті (табл. 2.7)

Таблиця 2.7

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у ґрунті

Речовина	ГДК, мг/кг
Бензопірен	0,002
Свинець	20
Хром	0,05
Ртуть	2,1

Закінчення табл. 2.7

Речовина	ГДК, мг/кг
Бензол, толуол	0,3
Нітрати	13
Мідь	3
Нікель	4
Цинк	23
Марганець	1500
Ванадій	150
Кобальт	5
Кадмій	1
Сірководень	0,4
Фтор	10
Хлорофос	0,5
Карбофос	2
Хлорамін	2
Метафос	0,1
Гексахлоран	1
Бромфос, метилстирол	0,4
Поліхлорпілен	0,5
Гетерофос	0,005
Атразин	0,01
Кальтин, лідан	1
Сірка	160

#### 2.4. Екологічна експертиза

“Екологічна експертиза” – це вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколого-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно вплинути або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, і спрямована на підготовку висновків про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки (ст.1 Закону України “Про екологічну експертизу”).

Отже, екологічна експертиза (ЕЕ) – це екологічне дослідження, аналіз та оцінка результатів існуючої господарської та іншої діяльності, яка негативно впливає на НПС. Тому саме екологічна експертиза спрямована на запобігання з'явленню нових джерел обмеження і ліквідацію існуючих джерел негативного впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я людей.

Законодавством України передбачено існування державної ЕЕ, громадської ЕЕ і додаткової незалежної ЕЕ, яка може проводитися за ініціативою зацікавлених осіб та організацій, а також за рішенням місцевих органів влади.

Державній ЕЕ обов'язково підлягають всі проекти господарської та іншої діяльності, а також діючі об'єкти різноманітного призначення, які можуть завдавати шкідливого впливу на навколишнє природне середовище і стан здоров'я людей, наприклад:

- проекти генеральних планів населених пунктів, промислових вузлів, схеми районного планування;
- техніко-економічні обґрунтування (ТЕО) і розрахунки (ТЕР), проекти на будівництво і реконструкцію, розширення, технічне переозброєння підприємств та інших об'єктів, які можуть негативно вплинути на стан НПС;
- діючі підприємства та комплекси, які становлять небезпеку для навколишнього природного середовища, тощо.

Основними завданнями екологічної експертизи є такі:

- перевірка відповідності господарської або іншої діяльності вимогам природоохоронного законодавства;
- визначення достатності та обґрунтованості, передбачених проектом заходів з охорони НПС.

Реалізація проекту, що підлягає екологічній експертизі, без позитивного рішення державної ЕЕ забороняється і не може бути профінансована.

## **2.5. Декларування екологічної безпеки**

З метою одержання позитивного рішення розробник проекту повинен подати у спеціально уповноважений центральний орган з питань державної ЕЕ комплект обґрунтованої документації, одним з основних розділів якої є "Оцінка впливу на навколишнє природне середовище (ОВ на НПС)". Термін "ОВ на НПС" означає діяльність, спрямовану на виявлення і прогнозування очікуваного впливу на НПС, на здоров'я та добробут людей у разі впровадження вказаних вище проектів, а також на наступну інтерпретацію і передачу отриманої інформації. Цей термін вперше згадується в опублікованій у 1975 році роботі Міжнародного наукового комітету з НПС під назвою "Оцінка впливу на навколишнє природне середовище (ОВ на НПС): принципи і процедури". Цей документ впроваджений в практику в Україні.

Згідно з вимогами вказаного документа в матеріалах, поданих на розгляд державної екологічної експертизи, слід висвітлити такі питання:

- опис змісту та призначення проекту (діючого підприємства або території);
- місце реалізації проекту та його екологічні параметри;

- оцінка усіх видів впливу (у разі реалізації проекту) на навколишнє природне середовище;
- вплив проекту на добробут населення;
- вплив проекту на флору і фауну;
- вплив проекту на взаємозв'язок між компонентами навколишнього природного середовища;
- вплив проекту на пам'ятники культури та ін.;
- аналіз достатності заходів, що передбачені проектом, щодо усунення шкідливих впливів на НПС;
- загальний висновок про доцільність реалізації проекту.

При цьому вказані вище питання деталізуються за часом і масштабом. Так, за часом встановлені такі інтервали: у період будівництва, після завершення будівництва, через кілька десятиріч експлуатації об'єкта. Передбачають також три види просторових масштабів впливу на НПС: території безпосереднього впливу території безпосереднього сусідства, більш великі території (в окремих випадках цілі континенти і навіть вся епігеосфера).

Таким чином, розділ "Оцінка впливу на навколишнє природне середовище" є, по суті, своєрідним декларуванням екологічної безпеки.

До комплексу обґрунтовуючої документації обов'язково додаються матеріали організованих завчасно "громадських слухань" та інших видів громадського обговорювання матеріалів проекту.

У разі позитивного рішення державної екологічної експертизи оформлюється "Екологічний паспорт підприємства" (об'єкта, території). Сучасний екологічний паспорт (розробляється згідно з вимогами ГОСТ 17.0.004-90) – це нормативно-технічний документ, який містить у собі дані щодо використання конкретним підприємством первинних і вторинних ресурсів і виявленого впливу виробництва на НПС. В екологічному паспорті відображаються відомості щодо впливу на НПС усіх елементів підприємства, які подаються за схемою:

- відомості про застосовані на підприємстві технології;
- кількісні та якісні характеристики використовуваних ресурсів, сировини, палива, енергії та інші (тобто всього, що підприємство споживає);
- кількісні характеристики продукції, що виробляється;
- кількісні та якісні характеристики викидів, скидів, відходів, а також забруднюючих хімічних речовин та забруднюючих фізичних і біологічних агентів.

## **2.6. Державний контроль і нагляд**

Згідно з вимогами ст.34 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища", основним завданням контролю у сфері екологічної безпеки є забезпечення дотримання

вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища усіма державними органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами і організаціями, незалежно від форм власності та підпорядкування, а також громадянами. В Україні функціонує державний і громадський контроль стану екологічної безпеки.

Державний контроль здійснюється спеціально уповноваженим контрольним органом виконавчої влади з питань охорони НПС (та його місцевими підрозділами), органами місцевого самоврядування та іншими спеціально уповноваженими органами. Державному контролю підлягають питання забезпечення екологічної безпеки в процесі використання і охорони: земель; поверхневих і підземних вод; атмосферного повітря; лісів та іншої рослинності; тваринного світу; морського середовища і природних ресурсів територіальних вод, континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони України; природних територій і об'єктів, що підлягають особливій охороні (див. ст.35 Закону).

Громадський контроль стану екологічної безпеки здійснюють громадські інспектори охорони НПС відповідно з вимогами спеціального положення.

Державний нагляд за дотриманням вимог законодавства з питань забезпечення екологічної безпеки здійснюють Генеральний прокурор України та підпорядковані йому органи прокуратури.

## **2.7. Ліцензування окремих видів діяльності**

Ліцензування окремих видів діяльності здійснюється з метою проведення єдиної державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки.

Дозвіл (ліцензія) на здійснення конкретного виду діяльності видає пошукачам спеціально уповноважений з питань охорони навколишнього природного середовища центральний орган державної виконавчої влади (та його підрозділи) за наявності комплексу відповідної обґрунтовуючої документації (зокрема, позитивного рішення державної екологічної експертизи). Цей же орган видає ліцензії на спеціальне використання природних ресурсів загальнодержавного значення. Ліцензії на спеціальне використання природних ресурсів місцевого значення видають органи місцевого самоврядування (див. ст.15 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища").

## **2.8. Екологічне страхування**

Згідно з вимогами ст.49 Закону "Про охорону навколишнього природного середовища", в Україні здійснюється "добровільне і

обов'язкове державне (та інші види) страхування громадян та їх майна, майна і доходів підприємств, установ і організацій на випадок збитку, спричиненого внаслідок забруднення навколишнього природного середовища і погіршення якості природних ресурсів". Порядок здійснення екологічного страхування встановлюється законодавством України.

## **2.9. Екологічний моніторинг**

### **2.9.1. Загальні положення**

**Екологічний моніторинг** (від лат. monitor – остерігаючий, той, що спостерігає, попереджує) – це система спостереження у просторі (тобто в масштабах епігеосфери чи геосистем регіонального або місцевого рівня) та у реальному часі і контролю за станом навколишнього природного середовища, яка дозволяє виявити змінення стану біосфери під впливом людської діяльності з метою розробки і впровадження ефективних заходів щодо охорони природи і забезпечення раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки.

Основними напрямками діяльності при здійсненні екологічного моніторингу є:

- спостереження за негативними екологічними чинниками, які впливають на стан навколишнього природного середовища, і за станом НПС;
- оцінка фактичного стану НПС;
- прогнозування майбутнього стану НПС (що може виникнути внаслідок впливу негативних екологічних чинників) та оцінка цього стану.

Таким чином, екологічний моніторинг – це система спостережень, оцінки і прогнозування стану навколишнього природного середовища, яка функціонує з метою організації керування якістю НПС шляхом розробки і впровадження ефективних природоохоронних заходів. Отже, екологічний моніторинг являє собою багатоцільову інформаційну систему, основними завданнями якої є:

- спостереження за станом НПС;
- оцінка і прогнозування її стану;
- визначення ступеня антропогенного впливу на навколишнє природне середовище;
- виявлення негативних екологічних чинників такого впливу.

Таким чином, інформаційна система екологічного моніторингу щодо антропогенного змінення стану НПС є складовою частиною системи управління якістю НПС через гармонізацію взаємодії людського суспільства з навколишнім природним середовищем. Саме тому інформація про фактичний стан НПС і тенденції його змінення повинна бути покладеною в основу розробки заходів щодо охорони



природи, а також враховуватись при плануванні розвитку економіки. В свою чергу, результати оцінки існуючого та прогнозованого стану навколишнього природного середовища дозволяють уточнити вимоги до організаційної структури і функціонування системи спостереження за фактичним станом НПС.

Описане вище реалізується у вигляді систем глобального (тобто в межах конкретної держави) і локального (тобто в межах конкретного ландшафту, урочища, фації) екологічного моніторингу. Так, наприклад, в Україні створена система Державного моніторингу навколишнього природного середовища «з метою забезпечення збору, обробки, збереження і аналізу інформації про стан НПС, прогнозування його змін і розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних управлінських рішень» щодо запобігання негативним змінам довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки (ст.22 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»).

Згідно з «Положенням про державну систему моніторингу довкілля» (затверджено Постановою КМУ від 30.03.98 р. № 391), вказана система є відкритою інформаційною системою, пріоритетами функціонування якої є: «захист життєво важливих інтересів людини і суспільства; збереження екосистем; відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання виникненню надзвичайних екологічних ситуацій». В наш час до складу Державної системи моніторингу довкілля України входять: підсистема медико-гігієнічного моніторингу; підсистема моніторингу водного басейну; підсистема моніторингу повітряного басейну; підсистема моніторингу геологічного середовища; підсистема моніторингу ґрунтів.

**Головним завданням медико-гігієнічного моніторингу** є здобування інформації для розробки ефективних практичних заходів у галузі охорони навколишнього природного середовища, спрямованих на запобігання впливу негативних екологічних чинників на здоров'я населення. Зараз чисельність населення України становить майже 47 млн. осіб, тобто близько 0,06% жителів планети. В той же час в Україні видобувається майже 5% світового обсягу мінеральних ресурсів. Саме внаслідок таких величезних обсягів видобування та функціонування багатовідходних технологій щорічна кількість забруднень, що припадає на 1 кв.км площі держави, у 6,5 разів більша, ніж у США, і в 3,2 рази більша, ніж у державах Євросоюзу.

**З метою запобігання шкідливого впливу хімічних, фізичних і біологічних негативних чинників на здоров'я людей в Україні впроваджено гігієнічне нормування**, яким встановлюються:

- гранично допустимі концентрації (ГДК) для хімічних речовин і сполук (в атмосферному повітрі населених пунктів – понад 500, у воді водоймищ – більше 1000, у ґрунтах – більше 30, у повітрі виробничих приміщень – більше 1500, у харчових продуктах – понад 100);

- гранично допустимі рівні (ГДР) негативних фізичних чинників (близько 100);
- допустимі дози (ДД) інших інгредієнтів у компонентах НПС (понад 50).

**Надзвичайна важливість здійснення моніторингу водного басейну** зумовлена тим, що:

- об'єкти гідросфери є складовими частинами епігеосфери, які тісно пов'язані з іншими її компонентами і процесами (наприклад, процесами кругообігу речовин, енергії та інформації, що забезпечують підтримання стаціонарного стану біосфери, та ін.);
- водний басейн є джерелом питної води для людей і тварин, а гідравлічні потоки є засобом підтримання життєдіяльності рослин і мікроорганізмів.

В той же час основними джерелами антропогенного тиску на водний басейн (що катастрофічно погіршують якість поверхневих і підземних вод, води річок, озер, водосховищ, морів і навіть Світового океану) є:

- безпосередні скиди в нього стічних вод (які в наш час становлять близько 5% обсягу всього водного стоку і «поставляють» у водний басейн додатково до 20% шкідливих речовин);
- надходження великої кількості забруднювачів з дощовими і ґрунтовими водами.

Отже структура і функціонування сучасної підсистеми моніторингу водного басейну повинні забезпечити здобування інформації, необхідної для:

- вирішення стратегічних екологічних завдань з реалізації ресурсоохоронної політики;
- впровадження екологічно обґрунтованих господарських рішень з покращення якості води;
- вирішення проблем регіонального і районного водокористування;
- оптимізації розміщення підприємств забруднювачів;
- виявлення першочергових водоохоронних завдань і виключення кризових явищ;
- розробки ефективних практичних заходів у сфері забезпечення екологічно безпечного водокористування.

Основним завданням моніторингу повітряного басейну є здобування інформації (шляхом збирання, обробки і узагальнення даних про параметри атмосферного повітря) з метою: визначення небезпечних рівнів забруднення і виявлення «критичних» об'єктів щодо забруднення повітряного басейну; відпрацювання стратегії і тактики щодо ефективного управління якістю повітряного басейну; розробки і здійснення практичних заходів, спрямованих на «оздоровлення» атмосферного повітря.

Безпосередні викиди у повітряний басейн України в наш час поділяють на стаціонарні та рухомі джерела забруднень. Аналіз результатів моніторингу повітряного басейну свідчить про те, що в структурі забруднень від стаціонарних джерел найбільша частка припадає на підприємства енергетики (32%), металургії (27%), вугільної (23%), нафтогазової (5%), харчової (3%), хімічної і нафтохімічної промисловості та будівельної галузі (2%). Зараз контроль стаціонарних джерел здебільшого спрямовується на виявлення наявності та концентрації 39 видів забруднюючих речовин (в тому числі і важких металів), а основна увага зосереджується на реєстрації найбільш розповсюджених забруднень пилом, діоксидами сірки, вуглецю, азоту тощо. Налагоджується також контроль за рівнями забруднення атмосферного повітря фізичними і біологічними агентами. За останні п'ять років викиди від стаціонарних джерел скоротилися майже на 45%.

На відміну від цього викиди від рухомих джерел постійно зростають, а їх кількість досягла 25% загального обсягу забруднень атмосферного повітря. Майже половина з них – це оксиди вуглецю, 32% – вуглеводні, а 18% – оксиди азоту та інші.

**Надзвичайна важливість організації і проведення моніторингу геологічного середовища України** зумовлена тим, що його сучасний стан формувалася в основному залежно від характеру та інтенсивності інженерно-господарської діяльності суспільства. Це підтверджується на прикладі територій України, пов'язаних з галузями гірничодобувної, хімічної, переробної промисловості, а також об'єктами меліорації, інтенсивного ведення сільського господарства, промислового і житлового будівництва. Надмірний техногенний вплив в цих районах (корінна зміна режимів стоку і дренажу, інтенсивна розробка родовищ, численні заходи меліорації, забруднення хімічними, фізичними і біологічними агентами) за останні 20–30 років призвели до підвищення еколого-геологічного напруження і погрожують вичерпністю їх екологічної ємності.

Так, наприклад, лише через нераціональне ведення тільки поливних меліорацій більше ніж 500000 гектарів сільськогосподарських угідь втратило свою продуктивність. Інтенсивне відкачування шахтних вод призвело до формування депресивних зон-ліюк у водоносних горизонтах, які використовуються для господарсько-питного водоспоживання. Через надмірне поверхневе забруднення суттєво погіршилась якість підземних вод. Створення штучних водоймищ і збільшення водного стоку малих річок зумовило розвиток підтоплення значних територій (у Донбасі – понад 30%, а у Поліссі – майже 70%). Виникла небезпека підвищеного забруднення поверхневих і підземних вод внаслідок фільтрації з місць зберігання хімічних добрив і засобів захисту сільськогосподарських рослин, з відстійників, накопичувачів шлаків і твердих відходів, а також при виникненні аварійних ситуацій на об'єктах промисловості та

енергетики. В Україні виявлено більше, ніж 70 видів проявів різних згубних для НПС та самого існування людей небезпечних геологічних процесів. Більше ніж 320 міст України (з 429 міст) потребують інженерного захисту, бо підтоплені, знаходяться під гравітаційним впливом, розташовані на просадочних ґрунтах. У районах інтенсивної господарської діяльності виявлено понад 2500 зсувів ґрунту, близько 3000 проявів карстових процесів.

Враховуючи викладене, основними ланками створюваної підсистеми моніторингу геологічного середовища (особливо в районах розміщення об'єктів з високим аварійним ризиком та високим рівнем впливу на літосферу, наприклад, АЕС), згідно з дослідженнями Є.П. Буравльова повинні бути:

- геохімічна ланка – зумовлена надходженням до повітряного і водного середовища стабільних і нестабільних радіоактивних елементів, для яких геологічне середовище по закінченні міграції стає довгостроковим «депо»;

- гідрогеологічна ланка – необхідна для оцінки змін режиму підземних вод у зоні впливу АЕС, а також витікання з комунікацій, вплив інфільтрації;

- інженерно-геологічна ланка – потрібна для виявлення локальних змін водно-фізичних і фізико-механічних властивостей ґрунтів основи з оцінкою стану масиву порід і процесів, які протікають у межах тепло- і вологоперенесення;

- геофізична ланка – необхідна для оцінки змін теплових, електричних, радіаційних та інших фізичних полів і їх зв'язку з процесами, які відбуваються у геологічному середовищі;

- інженерно-сейсмологічна ланка – необхідна для узагальнення впливу напруженого стану масиву порід, пов'язаного з навантаженням об'єктів АЕС сейсмічними чинниками та довгостроковими процесами із змінами геологічного середовища;

- гідрогеологічна ланка – обумовлена впливом зарегульованості поверхневого стоку, конструкцією ставків-охолоджувачів, змінами тепло- і водоперенесення в зонах забудови та перепланування місцевості;

- ландшафтна ланка – необхідна для виявлення зміни основних поверхневих форм рельєфу та їх стійкості при взаємодії з об'єктами АЕС у межах їх впливу.

Саме такий склад підсистеми моніторингу геологічного середовища, на думку Є.П. Буравльова, дозволить отримати весь обсяг інформації, необхідної для розробки ефективних практичних заходів з підтримання сталого стану геологічного середовища та запобігання проявленню небезпечних геологічних процесів у районах розташування об'єктів з високим аварійним ризиком.

**Надзвичайна важливість сучасної організації моніторингу ґрунтів України** зумовлена стійкою тенденцією погіршення стану

ґрунтового покриву внаслідок надмірної інтенсифікації землеробства, постійного зростання ступеню забруднення ґрунтів тощо. Так, за останні три десятиріччя в Україні було виявлено: зростання на 25% площ ерозованих земель; зменшення в середньому 0,3% вмісту гумусу; збільшення гідролітичної кислотності чорноземів; затоплення великих площ заплавних земель, де в ряді місць спостерігається підйом ґрунтових вод.

Актуальність удосконалення структури і функціонування підсистем моніторингу ґрунтів визначається:

- необхідністю підтримання ґрунтів у стані здатності до регуляції циклів біофільних елементів;
- важливістю контролю за процесами ґрунтоутворення з метою запобігання негативним явищам (дегуміфікації, ерозії, переущільненню, підтопленню, засоленню і т. ін.);
- необхідністю підвищення родючості ґрунтів шляхом застосування сучасних методів меліорації та хімізації.

При цьому особливу увагу слід приділяти саме агроекологічному моніторингу, як єдиній підсистемі контролю, діагностики і прогнозування агроекологічного стану освоєння під сільськогосподарське виробництво ландшафтів і прилеглого природного середовища з метою розробки управлінських рішень, спрямованих на запобігання розвитку негативних явищ та підвищення біопродуктивності земельних угідь. Кінцевою метою агроекономічного моніторингу є створення збалансованих, екологічно безпечних і високопродуктивних агроландшафтів на основі відтворення родючості ґрунтів, впровадження адаптованого землеробства, меліорації земель без порушення при цьому важливих біосферних функцій ґрунтового покриву.

Тому в наш час основними завданнями агроекологічного моніторингу є такі:

- впровадження науково обґрунтованої мережі пунктів спостереження за еколого- та ресурсовідновлювальними функціями агроландшафтів;
- постійне здобування, обробка та накопичення інформації за регламентованим набором показників, що характеризують агроекономічний стан земельних ресурсів;
- аналіз і оцінка інформації щодо діагностики і прогнозу змін агроекологічного стану земель на найближчу і віддалену перспективу;
- імітаційне моделювання і розробка оптимізованих управлінських рішень у вигляді нормативних актів, технологій, проектів та ін. щодо напрямків і способів використання земель та їх трансформації, способів відвернення кризових екологічних і економічно-господарських ситуацій тощо.

## 2.9.2. Методи і засоби спостереження

Згідно з класичними уявленнями, навколишнє середовище нашої планети сформувалося з літосфери, гідросфери і атмосфери (як абіотичних компонентів НПС), еволюція яких привела до виникнення стаціонарного стану вказаних компонентів, що стало підґрунтям для розвитку і формування „живої” компоненти біосфери. З’явлення людини та екологічно нераціональна господарська діяльність суспільства неминуче призвели до порушення стаціонарного стану відносин між компонентами НПС, а, отже, і до його змінення. В наш час надмірні антропогенні навантаження на навколишнє природне середовище загрожують виникненням згубних для життя людей трансформацій біосфери.

Тому основним завданням блоків „Спостереження за фактичним станом НПС” кожної з підсистем Державної системи моніторингу довкілля стали:

- виявлення та ідентифікація „забруднюючих” атмосферу, гідросферу і літосферу хімічних, фізичних і біологічних агентів, а також джерел забруднення;
- визначення концентрацій, рівнів і доз вказаного „забруднення” на конкретних ділянках епігеосфери;
- виявлення форми, геометричних розмірів, просторового розташування і тенденцій поширення таких „зон забруднення” у просторі та часі;
- виявлення якісних і кількісних параметрів негативних змін у компонентах НПС на ділянках біосфери, що опинилися під впливом „зон забруднення”.

Зазначені вище компоненти навколишнього природного середовища складаються з хімічних речовин і хімічних з’єднань та пов’язані між собою кругообігами речовин (що можуть знаходитись в агрегатному стані твердої речовини, рідини або газу) і енергій (у формі механічних коливань, електромагнітних випромінювань тощо) природного і (або) антропогенного походження. Так, наприклад, ґрунти – це трифазні система, складовими якої є: тверді речовини геологічних порід; рідини, тобто ґрунтові води з розчиненими в них мінеральними та органічними речовинами; гази атмосферного повітря і ті, що виділяються редуцентами. Природні води являють собою рідину, забруднену розчиненими в ній мінеральними і органічними речовинами та твердими і газовими нерозчинними домішками. В свою чергу, атмосферне повітря являє собою трифазну систему, складовими якої є механічна суміш „вихідних газів чистого повітря”, забруднена „шкідливими” газами, рідкими і твердими аерозолями.

Отже, об’єктами спостереження (контролю) за фактичним станом НПС можуть бути гомогенні (однорідні, ті, що виявляють однакові властивості) або гетерогенні (неоднорідні, ті, що складаються з різних за складом і властивостями частин) системи. Наприклад,

досліджуване атмосферне повітря є гомогенною системою, якщо воно забруднене газоподібними антропогенними домішками, які мають дисперсність менше 0,01 мкм. У випадку ж, коли атмосферне повітря забруднене антропогенними (або природними) димом чи аерозолями (з дисперсністю від 0,01 до 1 мкм), його відносять до гетерогенних систем. Гетерогенною системою є і атмосферне повітря, забруднене пилом, твердими і рідкими частинками дисперсністю більше ніж 1 мкм. У свою чергу, гомогенними системами є: розчинені у воді солі, луги, кислоти, добрива, радіонукліди та інше (з дисперсністю менше 0,01 мкм); розчинені у воді продукти відмирання грибів, бактерій, водоростей, а також радіоколоїди, феноли, альдегіди, спирти, пестициди та інші (з дисперсністю від 0,01 до 0,1 мкм); розчинені в ґрунтовій воді хімічні речовини, а також сорбовані (тобто поглинуті) ґрунтами солі, луги, кислоти, радіонукліди та інше (з дисперсністю менше 0,1 мкм). В той же час прикладами гетерогенних систем є: нерозчинні у воді складові ґрунту, гумусові речовини та інше (з дисперсністю від 0,1 до 1,0 мкм), а також завислі у воді нерозчинні пестициди, суспензії, емульсії і піни, частки ґрунту, піску та інші (з дисперсністю більше 1 мкм); ґрунти, забруднені: шламами (мулами і порошками, що випадають в осаді) і пульпами (тобто сумішами твердих частинок, завислих у рідині) з дисперсністю від 0,1 до 1 мкм; ґрунти, забруднені пилом (з дисперсністю від 0,1 до  $10^3$  мкм) антропогенного та природного походження; ґрунти, забруднені твердими відходами, подрібненими породами і хімічними речовинами (з дисперсністю більше  $10^3$  мкм) антропогенного походження.

Найпоширеніші в наш час методи спостереження (контролю) за станом навколишнього природного середовища поділяються на: контактні та дистанційні методи контролю, а також методи біотестування (тобто біологічні та біохімічні методи контролю).

**Контактні методи спостереження** реалізують переважно аналіз зразків речовини або вимірювання параметрів механічних коливань і електромагнітних випромінювань безпосередньо у зонах можливого антропогенного забруднення. Ці методи дозволяють визначити наявність як окремих хімічних елементів і хімічних з'єднань, так і цілі групи хімічних елементів у зразках, що аналізуються. Розрізняють якісний і кількісний аналізи. Мета якісного аналізу – визначити, які саме хімічні елементи чи їх сполуки (коливання, випромінювання) „містяться” у зоні можливого забруднення. Кількісний аналіз дає можливість визначення концентрації окремих хімічних елементів і сполук у відібраних зразках (або величини відповідних параметрів коливань чи випромінювань).

**У наш час існує ціла низка автоматизованих систем спеціальних контрольних приладів для здійснення кількісного і якісного аналізів атмосферного повітря на конкретній (обмеженій за розмірами) ділянці зони можливого забруднення.**

Так, наприклад, сучасні автоматизовані системи контролю забруднення повітря (АСКЗП) здатні вирішувати такі завдання:

- автоматизоване спостереження та реєстрація концентрацій забруднюючих речовин;
- аналіз отриманої інформації з метою визначення фактичного стану забруднення повітряного басейну;
- прийняття екстрених заходів щодо протидії забрудненню;
- прогнозування можливого рівня забруднення;
- уточнення і перевірка розрахунків розсіювання шкідливих домішок;
- розробка рекомендацій щодо покращення стану НПС.

АСКЗП розрахована на вимірювання концентрацій у повітрі однієї або кількох одночасно з таких хімічних сполук:  $\text{SO}_2$ ;  $\text{CO}$ ;  $\text{NO}_x$ ;  $\text{O}_3$ ;  $\text{C}_m\text{H}_n$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{NH}_3$ . Вона дозволяє також визначити: концентрацію у повітрі завислих частинок; вологість і температуру повітря; напрямок і швидкість вітру.

АСКЗП може функціонувати на рівні підприємства-забруднювача, міста, регіону і держави, для чого до її складу входять центральна станція (з потужним електронно-обчислювальним комплексом) і периферійні станції у місцях розташування джерел забруднення. Частота реєстрації результатів вимірювання від трьох разів на добу до 60 разів на годину.

В Україні спостереження за рівнем забруднення атмосфери здійснюється з використанням постів спостереження, розташованих у павільйонах або на спеціально обладнаних автомобілях. Встановлено три категорії постів спостереження: стаціонарні, маршрутні, пересувні (підфакельні).

Стаціонарний пост призначений для безперервної реєстрації вмісту забруднюючих речовин або регулярного відбору проб повітря для наступного аналізу. Для виявлення довгострокових змін вмісту в повітрі основних і найпоширеніших забруднюючих речовин виділяють опорні стаціонарні пости.

Маршрутний пост призначений для регулярного відбору проб повітря у фіксованій точці місцевості при спостереженнях, які проводяться за допомогою спеціального обладнання автомобіля-лабораторії.

Пересувний (підфакельний) пост призначений для відбору проб повітря під димовим факелом з метою виявлення зони впливу даного джерела забруднення. Спостереження проводяться з використанням автомобіля-лабораторії. Підфакельні пости переміщуються згідно зі зміною напрямку факелу (під впливом вітру) і „зупиняються для здійснення вимірювань” на відстанях у 0,5; 1; 2; 3 і 10 км від межі санітарно-захисної зони (або джерела забруднення) з підвітряного боку.



Стационарні та маршрутні пости розміщуються у місцях, які вибирають на основі попереднього аналізу забруднення атмосфери, як правило, у центральній частині населеного пункту, у житлових мікрорайонах, з різними типами забудови на територіях, що прилягають до транспортних магістралей з найбільшою інтенсивністю руху. Їх розміщують у межах круга радіусом 0,5...2 км від низьких джерел забруднення і радіусом 2...3 км від високих джерел. Мінімальна кількість постів спостереження (за критерієм мінімальних витрат при заданій похибці вимірювань) залежить від чисельності населення у населеному пункті: при чисельності населення до 50000 осіб – 1 пост; до 100000 осіб – 2 пости; 100000-200000 осіб 2-3 пости; 200000-500000 осіб – 3-5 постів; більше 500000 осіб – 5-10 постів; більше 1000000 осіб – 10-20 стаціонарних і маршрутних постів. При цьому стаціонарні пости розміщуються на відстані 0,5-1,0 км один від іншого.

Безперервний контроль вмісту шкідливих речовин в атмосферному повітрі району розташування поста здійснюється з використанням газоаналізаторів типу УГ-2, ТХ-2 та інших, принцип роботи яких базується на лінійноколористичному методі аналізу. Його суттєвість полягає в тому, що при „прокачуванні” атмосферного повітря через індикаторні трубки таких газоаналізаторів змінюється пофарблення індикаторного порошку поглинача. При цьому довжина пофарбленого шару цього поглинача пропорційна концентрації досліджуваної шкідливої речовини у повітрі. Газоаналізатор типу УГ-2 дозволяє визначити наявність і концентрацію 16 різних газів і парів. Термохімічні аналізатори типу ТХ-2 застосовуються для аналізу наявності та концентрації горючих компонентів газових сумішок. З їх допомогою можна визначити концентрацію більше ніж 100 назв горючих газів парів та їх сумішей.

Для відбору проб повітря (з метою наступного дослідження у стаціонарній лабораторії) найчастіше використовують електроаспіратори, до складу яких входять:

- ротаційний насос з електроприводом (тривалість роботи якого «управляється» за допомогою реле часу;
- ротаметрів (тобто посудин, поглиначів і фільтрів) для зберігання проб забрудненого повітря;
- регулюючих вентилів тощо.

Встановлено такі режими відбору проб атмосферного повітря: разовий, тривалістю 20...30 хвилин і дискретний, при якому в один ротаметр через однакові проміжки часу протягом доби відбирають проби атмосферного повітря у місці розташування поста спостереження.

**Контроль контактними методами якості води річок, озер, водосховищ, ставків та ін.** з метою виявлення наявності та значень основних параметрів забруднення водою фізичними,

хімічними, біологічними агентами здійснюють лабораторії обласних центрів з гідрометеорології шляхом відбору проб води у спеціально визначених пунктах. Пункти контролю якості води водойм і водотоків України за призначенням поділяють на чотири категорії.

Пункти контролю якості води першої категорії призначають: у районах міст з населенням понад 1 млн жителів; у місцях нересту і зимівлі особливо цінних видів промислових організмів; у регіонах повторних аварійних скидів забруднюючих речовин у середовище з високою концентрацією водних організмів; у регіонах організованого скиду стічних вод, де спостерігається високий рівень забруднення води.

Пункти контролю якості води другої категорії призначають: у районах міст із населенням від 0,5 до 1 млн жителів; у місцях нересту і зимівлі особливо цінних видів промислових організмів; на важливих для рибного господарства ділянках річок; у місцях організованого скиду дренажних стічних вод зрошувальних територій та промислових стічних вод; у місцях перетинання річками державного кордону України; у регіонах із середнім забрудненням води.

Пункти контролю якості води третьої категорії призначають: у регіонах міст із населенням менше ніж 0,5 млн жителів; на замикаючих ділянках великих і середніх річок; у гирлах забруднених приток великих річок і водойм; у районах організованого скиду стічних вод, де спостерігається високий рівень забруднення води.

Пункти контролю четвертої категорії призначають на незабруднених ділянках водойм і водотоків, а також на водоймах і водотоках, що знаходяться на території державних заповідників і природних національних парків.

Для кожного з пунктів контролю складається перелік показників якості поверхневих вод і призначається періодичність їх контролю.

**Зараз в Україні продовжується робота з формування служби моніторингу ґрунтів**, яка буде проводити контроль якості ґрунтів контактними методами шляхом взяття і наступного лабораторного аналізу проб ґрунтів на 2700 постійних пунктах контролю. Пункти контролю повинні проводити контроль динаміки основних ґрунтоутворювальних процесів як у природних умовах, так і в умовах антропогенного навантаження. Ці пункти контролю розміщують у лісах, заповідниках, на еталонних природних об'єктах з високим рівнем використання ґрунтів, а також у звичайних агрогосподарствах.

**Дистанційні методи спостереження за станом довкілля.** Поряд з цілеспрямованими роботами з реєстрації в компонентах довкілля конкретних видів забруднювачів та їх джерел (що здійснюються контактними методами контролю) дуже актуальним є спостереження за потоками цих забруднювачів і викликаними цими потоками змінами навколишнього природного середовища. Таке спостереження реалізується дистанційними методами контролю, засоби якого розміщуються (переважно) на літаках і супутниках Землі.

Перевагами дистанційних методів контролю є: достатня чутливість систем і приладів, що реалізують дистанційні методи контролю, яка дозволяє здійснювати одночасний контроль на великих ділянках епігеосфери; швидкість аналізу отриманих результатів; можливість селективної реєстрації окремих скупчень локальних забруднень та їх координатної прив'язки; можливість реєстрації змін стану довкілля; виявлення ізоляцій концентрацій та інших параметрів забруднень тощо.

**Дистанційні методи контролю стану атмосферного повітря** здійснюються з використанням комплектів спеціального обладнання носіїв, в яких реалізуються:

- методи резонансного комбінованого розсіювання або ділярної абсорбції;
- методи лазерної абсорбції, радіометрії та спектроскопії сонячного випромінювання тощо.

**Дистанційні методи контролю за станом водного басейну** можуть реалізовуватися у пасивному і активному режимах. Пасивні методи (наприклад, для реєстрації нафтових забруднень поверхні моря) потребують наявності на борту носія систем і приладів, що фіксують теплове випромінювання від забруднених ділянок морської поверхні. Активні методи базуються на радіолокаційному зондуванні товщ води (наприклад, зондування в ультрафіолетовому діапазоні дозволяє виявляти форму, геометричні розміри і просторове розташування скупчень локальних гетерогенних забруднень) у природних водоймах і водостоках.

**Для дистанційного контролю стану ґрунтів** застосовується багатозональна кінозйомка, яка передбачає «фотографування» однієї й тієї ж ділянки поверхні кінокамерами, чутливими до різних піддіапазонів спектру. Результат кінозйомки у кожному із піддіапазонів «відбиває» суворо визначені прикмети і властивості ґрунтового покриву. Застосовуються також фотоелектронна і радіолокаційна зйомка земної поверхні.

Отже, бортовий апаратурний комплекс носія повинен включати в собі різноманітні системи і прилади для дистанційного контролю стану довкілля. Тому, наприклад, на національному космічному апараті СІЧ-1м встановлені:

- багатозональні сканувальні пристрої МСУ-Е і МСУ-М. Перший здійснює зйомку земної поверхні смугою 48 км (із роздільною здатністю 34 м×24 м) у спектральних інтервалах 0,5...0,7 мкм, 0,7...0,8 мкм і 0,8...1,0 мкм. Другий – смугою 1900 км (із роздільною здатністю 34 м×24 м) – у спектральних інтервалах 0,46...0,61 мкм, 0,54...0,73 мкм, 0,66...0,89 мкм, 0,76...1,1 мкм;
- радіолокатор бічного огляду (РЛБО) зі смугою охоплення 450 км (із роздільною здатністю на місцевості 1300...2500 м);

- НВЧ-радіометр зі смугою охоплення 550 км і роздільною здатністю 2500 м.

**Біологічні та біохімічні методи контролю за станом довкілля.** В сучасних системах і приладах, що реалізують контактні та дистанційні методи контролю за станом довкілля, широке застосування знайшли хімічні, фізико-хімічні та фізичні методи аналізу забруднюючих речовин і енергій. В наш час найбільш поширеним серед хімічних є титриметричний (об'ємний) і гравіметричний методи аналізу забруднюючих хімічних елементів та їх сполук. Фізико-хімічні методи дозволяють за результатами хімічних реакцій визначати фізичні характеристики (оптичну густину, електропровідність, окисновідновний потенціал), які залежать від вмісту конкретних забруднюючих речовин у компонентах НПС. Найпоширенішими серед фізико-хімічних є фотометричні, хроматографічні і електрохімічні методи аналізу. Сучасні фізичні методи включають спектральний аналіз, полуменеву фотометрію, мас-спектрометрію, метод ядерного магнітного резонансу, радіометричні методи аналізу, рентгеноспектральний аналіз, люмінесцентний аналіз тощо.

Отже, в процесі функціонування вказаних систем і приладів об'єктом дослідження є речовини, механічні коливання та електромагнітні випромінювання, що забруднюють компоненти НПС.

На відміну від цього основу біологічних і біохімічних методів дослідження становлять реакції рослин, тварин і мікроорганізмів на дію певного негативного антропогенного чинника. Це відкриває широкі можливості для дослідження негативних змін у живих організмах на різних рівнях: зміни активності ферментів, зміни проникності мембран та інших органел клітини, зміни окремих органів і систем у цілому і, навіть, негативні зміни в популяціях і екосистемах. При цьому тест-об'єктами стають конкретні живі організми, що дає змогу використовувати результати досліджень для визначення динаміки зміни стану конкретних ділянок НПС. Наприклад, для визначення стану поверхневих природних вод використовують численні методи біотестування, при реалізації яких зокрема вивчають: зміну статичного стану пиявки медичної на динамічний; виживання та плодючість дафнії магна; біолюмінесценцію окремих видів бактерій тощо.

### **2.9.3. Оцінка впливу на довкілля**

Оцінювання - це діяльність, комплекс процедур і прийомів щодо отримання оцінки. Згідно зі словником Ожегова, оцінка – це думка оцінювача про цінність, рівень або значення кого-небудь чи чого-небудь, тобто об'єкта оцінювання.

Під оцінкою антропогенного впливу на навколишнє природне середовище звичайно розуміють діяльність, спрямовану на визначення результатів «вторгнення» в біогеофізичне середовище антропогенних хімічних, фізичних і біологічних агентів та пов'язаний з

цим вплив з боку суспільства на стан НПС, здоров'я та благополуччя людей.

Найбільш розповсюдженим методом оцінки стану навколишнього природного середовища як в Україні, так і за кордоном є порівняння вмісту різних забруднюючих речовин (механічних коливань, електромагнітних полів і випромінювань тощо) в компонентах ландшафтів з гранично допустимими концентраціями цих речовин (гранично допустимими рівнями коливань і випромінювань), встановленими діючими нормативно-правовими документами. ГДК, в свою чергу, лежать в основі розрахунків гранично допустимих викидів і скидів, величини яких на практиці повинні забезпечити дотримання екологічних нормативів.

Оцінюють не тільки фактично існуючий, але і прогнозований стан НПС.

#### **2.9.4. Прогнозування можливих наслідків антропогенного впливу**

Однією з найважливіших стадій екологічного моніторингу є саме прогнозування можливих наслідків антропогенного впливу на довкілля та розробка (на основі цього прогнозу) ефективних природоохоронних заходів.

**Географічний прогноз** (від гр. prognosis – передбачення) – це наукова розробка уявлень про природні географічні системи майбутнього, про їх корисні властивості та різноманітні змінні стани, у тому числі зумовлені непередбачуваними результатами діяльності людини. Прогноз – це науково обґрунтоване передбачення, що дає випереджаючу інформацію про розвиток певних явищ і процесів у майбутньому. Тому необхідно «передбачати» (якомога точніше і на можливо більший термін) екологічні наслідки антропогенного впливу на НПС.

Необхідними етапами прогнозування можливих екологічних наслідків антропогенного впливу є такі :

- побудова моделі досліджуваного екологічного процесу;
- формулювання обмежень, характерні для досліджуваного процесу в термінах побудови моделі;
- формулювання мети дослідження;
- інтерпретація моделі до реального екологічного процесу.

**Модель** – це імітація того чи іншого екологічного процесу, явища, яка дозволяє робити прогнози. Під терміном «моделювання» розуміють вивчення екологічних процесів за допомогою лабораторних, натурних і математичних моделей.

Вихідна модель досліджуваного екологічного процесу може бути вербальною (опис словами) або графічною, що описує фізичні процеси досліджуваного процесу графіками. Така модель є

неформалізованою. Для подальшого дослідження екологічного процесу необхідно таку фізичну модель формалізувати, тобто створити математичну модель (яка описує екологічний процес за допомогою математичних формул), а вже останню перетворити в інформаційну комп'ютерну модель. Для здійснення прогнозу саме інформаційну комп'ютерну модель і слід досліджувати замість реального екологічного процесу.

Враховуючи викладене, роботу щодо створення моделі, «адекватної майбутньому розвитку реального екологічного процесу», необхідно «поділити» на такі етапи:

- продуціювання гіпотез щодо структури можливих форм функціональних зв'язків у досліджуваному екологічному процесі;
- складання вербальної (або графічної) фізичної моделі цього процесу;
- складання варіантів математичної моделі вказаного процесу;
- створення інформаційної комп'ютерної моделі досліджуваного екологічного процесу на основі його математичної моделі;
- реалізація інформаційної моделі на комп'ютері та дослідження отриманих результатів;
- аналіз можливих причин невідповідності одержаних результатів і ефектів реального екологічного процесу, що спостерігається;
- корегування гіпотез і складання нових варіантів фізичної, математичної та інформаційної моделей.

Слід розуміти, що створення «точної» моделі неможливо. Але, не маючи можливості розрахувати і передбачити детальну поведінку екологічних процесів, все ж можна прогнозувати деякі «середні» характеристики екологічних процесів з точністю, що збігається з існуючою реальністю.

## **Розділ 3. ДЕРЖАВНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ**

### **3.1. Державна політика щодо екологічної безпеки**

Після прийняття на Всесвітньому екологічному форумі у Ріо-де-Жанейро (1992 р.) “Програми дій на ХХІ сторіччя” вся міжнародна діяльність сконцентрувалася на створенні передумов для втілення в життя принципів сталого розвитку. Це зумовило необхідність обов’язкової реалізації у сфері екологічної політики більшості держав (особливо в Європі) таких основних принципів, як сталий розвиток, забезпечення екологічної безпеки, “забруднювач платить”, обов’язкове право громадськості на інформацію, на участь у прийнятті рішень з питань охорони навколишнього природного середовища.

Основою для формування сьогоднішньої екологічної політики України став прийнятий Верховною Радою (5.03.98) Документ “Основні напрямки державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки”, який складається з восьми розділів.

У першому розділі документа викладені основні відомості щодо сучасного екологічного стану довкілля, стану охорони і використання окремих видів природних ресурсів окремими галузями господарювання, визначені основні економічні механізми, за допомогою яких безпосередньо здійснюється природокористування та регіональна екологічна політика.

У другому і третьому розділах визначені основні пріоритети охорони НПС і раціонального використання природних ресурсів, а також стратегія і тактика розвитку виробничого і природно-ресурсного потенціалу.

Розділ четвертий документа присвячено висвітленню основних заходів щодо збалансованого використання та відновлення основних видів ПР (водних, земельних, корисних копалин, рослинного і тваринного світу, атмосферного повітря і т. ін.).

У п’ятому і шостому розділах визначені основні етапи і механізми реалізації програми дій у галузі охорони НПС, раціонального ПР і у сфері подальшого вдосконалення екологічного законодавства.

Сьомий розділ документа присвячено висвітленню механізму застосування норм і вимог екологічної експертизи, а восьмий – удосконаленню міжнародної співпраці щодо забезпечення екологічної безпеки.

Сучасна екологічна політика України реалізується у сферах нагляду, координації, планування, екологічного контролю, обліку, прогнозування, стандартизації і нормування, видачі ліцензій та лімітів на природокористування, ведення державних природно-ресурсних кадастрів, Червоної книги тощо.

При цьому основними напрямками реалізації державної екологічної політики України (що дозволяє ефективно вирішувати зазначені завдання) є організація і проведення:

- державного екологічного моніторингу;
- державної екологічної експертизи;
- державної екологічної стандартизації і нормування;
- державного регулювання у сфері забезпечення санітарної безпеки і санітарного та епідеміологічного благополуччя населення;
- державного регулювання у сфері забезпечення екологічного інформування населення і залучення громадськості до участі у прийнятті рішень з питань охорони навколишнього природного середовища.

Оскільки основними причинами виникнення екологічної небезпеки довготермінового характеру є забруднення НПС фізичними, хімічними, біологічними агентами, іншими чинниками порушення ландшафтів, а також наслідки надзвичайних ситуацій, то в Україні реалізуються основні напрямки подолання цих негараздів:

- компенсаційний (розробка і впровадження заходів щодо відшкодування збитків втрат, а також виплати за несприятливі умови проживання населення);
- превентивний (розробка і впровадження заходів наслідків імовірних НС, а також заходів щодо мінімізації впливу вже існуючих джерел небезпеки).

### 3.2. Управління екологічною безпекою в Україні

У преамбулі Закону України “Про охорону навколишнього середовища” записано:

**“...Забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід’ємна умова сталого економічного і соціального розвитку України.** З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, на захист життя і здоров’я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, на охорону, раціональне використання і відновлення природних ресурсів”.

**“Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу є обов’язком держави”** (ст.6 Конституції України).

Саме така екологічна політика забезпечує реалізацію гарантованого ст.50 Конституції України права кожного “...на безпечне для життя і здоров’я навколишнє середовище...”.



**Основними організаційними принципами забезпечення екологічної безпеки в Україні (згідно з положеннями ст.3 Закону) є:**

- пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів, лімітів, використання природних ресурсів (ПР) при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;
- гарантування екологічної безпечності середовища для життя і здоров'я людей;
- упереджувальний характер заходів з охорони навколишнього природного середовища (НПС);
- екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень з питань охорони НПС, використання і відновлення відновлюваних природних ресурсів (ПР), широкого впровадження новітніх технологій;
- збереження просторового і видового різноманіття та цілісності природних об'єктів і комплексів;
- науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних і соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану НПС;
- обов'язковість екологічної експертизи;
- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан НПС, формування у населення екологічного світогляду;
- науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на НПС;
- стягнення плати за забруднення НПС і погіршення якості ПР, компенсація збитків, спричинених порушенням вимог законодавства;
- вирішення питань охорони НПС і використання ПР з урахуванням антропогенної порушеності територій, синергетичного впливу чинників, які негативно впливають на екологічну обстановку;
- поєднання заходів стимулювання і відповідальності у справі охорони НПС;
- вирішення проблем охорони НПС на основі широкого міждержавного співробітництва.

Згідно з положеннями ст.16 Закону: **“Управління охороною НПС (зокрема, екологічною безпекою) являє собою здійснення у цій галузі функцій спостереження, дослідження, екологічної експертизи, контролю, прогнозування, програмування, інформування та іншої виконавчо-розпорядчої діяльності”.**

Метою управління у сфері екологічної безпеки (ЕБ) є реалізація законодавства, контроль за додержанням вимог ЕБ, забезпечення проведення ефективних комплексів заходів з охорони НПС, раціонального використання ПР, досягнення узгодженості дій державних і громадських організацій у сфері охорони НПС.

В Україні передбачено державне і громадське управління екологічною безпекою.

Державне управління ЕБ здійснюють Кабінет Міністрів України (КМУ), Рада Міністрів Автономної Республіки Крим (РМАРК), обласні державні адміністрації міст Києва і Севастополя, виконавчі органи місцевого самоврядування.

**Спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань охорони навколишнього природного середовища, екологічної безпеки, а також гідрометеорологічної діяльності є Міністерство охорони навколишнього природного середовища України (Міністерство природи України).**

**Згідно з “Положенням про Міністерство охорони навколишнього природного середовища України” основними завданнями Мінприроди України є:**

- забезпечення реалізації державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення та охорони природних ресурсів (земля, поверхневі води, атмосферне повітря, ліси, тваринний і рослинний світ, природні ресурси територіальних вод, континентального шельфу і виключної (морської) економічної зони України), проведення моніторингу навколишнього природного середовища, поводження з відходами, небезпечними хімічними речовинами, пестицидами та агрохімікатами, екологічної та в межах своєї компетенції радіаційної безпеки, а також гідрометеорологічної діяльності;

- здійснення комплексного управління та регулювання у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів (крім надр), забезпечення екологічної та в межах своєї компетенції радіаційної безпеки;

- здійснення державного контролю за додержанням вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів (крім надр), екологічну та в межах своєї компетенції радіаційну безпеку, поводження з відходами.

Згідно з положеннями ст.6 Закону з метою проведення ефективної і цілеспрямованої діяльності України щодо організації і координування заходів з охорони навколишнього природного середовища, забезпечення екологічної безпеки, раціонального використання і відтворення природних ресурсів **на перспективу розробляються державні, міжнародні, міждержавні, регіональні, місцеві та інші територіальні екологічні програми”.**

Тому Мінприроди України:

- розробляє і реалізує загальнодержавні та інші програми з охорони НПС, забезпечення екологічної безпеки, з відтворення та охорони ПР, а також гідрометеорологічної діяльності, сприяє розробленню регіональних програм і координує їх виконання;

- координує діяльність центральних і місцевих органів виконавчої влади у сфері охорони НПС, відтворення та охорони ПР, забезпечення екологічної безпеки;
- здійснює державний контроль за додержанням нормативів, правил, норм, лімітів, квот у сфері використання та охорони ПР, вимог екологічної безпеки;
- організовує та здійснює державну екологічну експертизу.

Відповідно до вимог ст.7 Закону “Підвищення екологічної культури суспільства і професійної підготовки фахівців забезпечується загальною обов’язковою комплексною освітою та вихованням у сфері охорони НПС, в тому числі у дошкільних дитячих закладах, в системі загальної середньої, професійної і вищої освіти, підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів. Екологічні знання є обов’язковою кваліфікаційною вимогою для усіх посадових осіб, діяльність яких пов’язана з використанням ПР і призводить до впливу на НПС”.

В Україні проводяться (див. ст.8 Закону) систематичні комплексні наукові дослідження НПС і ПР з метою розробки наукових основ їх охорони і раціонального використання, забезпечення екологічної безпеки, координацію яких здійснюють Академія Наук України і відповідні міністерства.

Тому Мінприроди України:

- сприяє екологічній освіті та екологічному вихованню громадян, здійснює співробітництво з природоохоронними об’єднаннями громадян, затверджує положення про громадський контроль у сфері охорони НПС;

- реалізує єдину науково-технічну політику у сфері охорони НПС, відтворення та охорони ПР, забезпечення екологічної безпеки, бере участь у формуванні національної системи науково-технічної інформації, виступає державним замовником науково-дослідних робіт з питань, що належать до його компетенції;

- для розгляду наукових рекомендацій утворює науково-технічну раду, до роботи в якій залучаються провідні вчені, фахівці-практики, представники заінтересованих центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування:

- організовує в межах своїх повноважень проведення моніторингу навколишнього природного середовища (Постановою КМУ № 391 1998 р. як суб’єкти проведення екологічного моніторингу, крім Мінприроди України, визначені: МНС, Міністерство охорони здоров’я, Міністерство агрополітики, Міністерство будівництва та архітектури, держкомітет водного господарства, держкомітет земельних ресурсів, держкомітет лісового господарства);

- забезпечує збереження біологічного та ландшафтного різноманіття, ведення Червоної книги та Зеленої книги України,

забезпечує ведення державного кадастру рослинного і тваринного світу, бере участь у веденні державного водного кадастру;

- здійснює міжнародне співробітництво у сфері охорони НПС, раціонального використання ПР, забезпечення екологічної безпеки тощо.

Постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2001 року № 1520 у складі Мінприроди України утворено Державну екологічну інспекцію. Держекоінспекція є урядовим органом державного управління, який діє у складі Мінприроди і йому підпорядковується.

**Основними завданнями Держекоінспекції є:**

- участь у межах своєї компетенції у реалізації державної політики у сфері охорони НПС, раціонального використання ПР, поводження з відходами, небезпечними хімічними речовинами, пестицидами та агрохімікатами, екологічної та радіаційної безпеки;

- здійснення державного контролю за додержанням вимог законодавства про охорону НПС, раціональне використання ПР (крім надр і лісів), екологічну та в межах своєї компетенції радіаційну безпеку, поводження з відходами.

Начальник Держекоінспекції за посадою є Головним державним інспектором України з охорони НПС, а його перший заступник і заступник – відповідно першим заступником і заступником Головного державного інспектора України з охорони НПС. Начальники структурних підрозділів Держекоінспекції та їх заступники за посадою є старшими державними інспекторами України з охорони НПС, головні та провідні спеціалісти – державними інспекторами України з охорони НПС.

Мінприроди України і Держекоінспекція для виконання покладених на них завдань в установленому порядку утворюють територіальні органи:

- республіканський комітет з питань екології та природних ресурсів і структурний підрозділ Держекоінспекції;

- в областях і містах Києві та Севастополі – державні управління з питань екології та природних ресурсів і структурні підрозділи Держекоінспекції;

- в містах і районах областей – відповідні структурні підрозділи при виконавчих органах місцевого самоврядування.

Згідно з вимогами “Типового положення про службу охорони навколишнього природного середовища (ОНПС)” на підприємствах створюється вища ОНПС, основними завданнями якої є:

- здійснення комплексного управління природно-охоронною діяльністю підприємства, розробка і проведення єдиної технічної політики у сфері охорони природи і раціонального використання природних ресурсів, координація діяльності підрозділів, відділів і служб;

- здійснення контролю за використанням і охороною поверхневих і підземних вод та атмосферного повітря в охоронній зоні підприємства, за впровадженням у виробництво маловідходних технологічних процесів, безстічних систем водозабезпечення, систем збору, зберігання, класифікації, знешкодження, переробки та очищення газоподібних, рідких та твердих виробничих відходів (що забезпечує різке скорочення викидів (скидів) шкідливих речовин в НПС), за екологічністю транспорту тощо.

Начальник служби ОНПС підпорядковується безпосередньо заступнику головного інженера з питань охорони праці та екології.

До складу служби входять:

- головний підрозділ ОНПС, тобто відділи (бюро, групи, окремі фахівці) з питань охорони водного басейну, охорони атмосферного повітря, утилізації відходів;
- лабораторія промислової санітарії та охорони природи, оснащена спеціальним обладнанням і контрольно-вимірвальними приладами для постійного спостереження за станом забрудненості повітря, води, ґрунту у санітарно-захисній зоні підприємства.

### 3.3. Гармонійний розвиток в Україні

Оснoву розвитку людського суспільства становить система з трьох груп чинників НПС: природних, виробничих, соціальних. Тому мета забезпечення сталого процвітання людства може бути досягнута шляхом успішного вирішування таких груп конкретних завдань :

- екологічних (тобто забезпечення здоров'я і сталого продовження людського роду як біологічного виду);
- соціальних (тобто забезпечення духовного розвитку людини);
- економічних (тобто забезпечення виробництва предметів добробуту і послуг достатніх для вирішення екологічних і соціальних завдань).

Матеріальною базою для вирішення завдань щодо забезпечення людства предметами і послугами матеріального добробуту, поліпшення біологічного здоров'я і духовного розвитку людей є ресурси, енергія та інформація навколишнього природного середовища. Саме тому В.І. Вернадським була висунута ідея «розумного» перетворення існуючого НПС у ноосферу.

На сучасному етапі ідея ноосфери трансформувалася в ідею гармонізації взаємодії суспільства і природи з метою забезпечення сталого гармонійного розвитку. На думку Г.О. Білявського і Л.І. Бутченко, гармонійний – це такий розвиток (у системі «Суспільство – Природа»), який не виводить глобальну цивілізацію за межі господарської ємності біосфери, не викликає у біосфері процесів руйнування, деградації і виникнення непридатних для життя людини умов. Єдиним засобом збереження придатного для життя людини довкілля в глобальних масштабах є відновлення угруповань

природної біоти не в межах мізерних площ заповідників, а на великих територіях земної поверхні. Відновлення природних екосистем в обсязі, який потрібен для повноцінного регулювання навколишнього природного середовища і збереження цих екосистем на рівні, не нижчому від критичного, – головна мета перехідного періоду до збалансованого екологічно-безпечного розвитку.

Пакет офіційних документів щодо стратегії переходу України до гармонійного розвитку визначає такі основні завдання у сфері забезпечення екологічної безпеки:

- всебічний розвиток екологічної освіти;
- гарантування екологічної безпеки ядерних об'єктів і радіаційного захисту населення та довкілля, зведення до мінімуму негативного впливу наслідків аварії на Чорнобильській АЕС;
- удосконалення екологічного законодавства;
- поліпшення екологічного стану річок України, зокрема басейну р. Дніпро, та якості питної води;
- стабілізація та поліпшення екологічного стану в містах і промислових центрах, особливо Донецько-Придніпровського району;
- будівництво нових і реконструкція діючих потужностей очисних споруд промислових газів, стічних і каналізаційних вод;
- запобігання забрудненню Чорного та Азовського морів і поліпшення їх екологічного стану; формування збалансованої системи природокористування та екологізації технологій у промисловості, енергетиці, будівництві, сільському господарстві та на транспорті;
- збереження біологічного та ландшафтного розмаїття, розвиток природозаповідної справи.

При цьому розробку і впровадження конкретних заходів щодо забезпечення екологічної безпеки слід здійснювати у суворій відповідності вимогам законів екології (див. розділ 1.8) і таких законів природокористування:

1. Закон обмеженості (вичерпності) природних ресурсів – “Всі природні ресурси (і природні умови) планети Земля обмежені, а тому для людини не існує невичерпних ПР”.

2. Закон обмеженості енергоспоживання – “Енергетику тропосфери не можна збурювати більше ніж на тисячні частини енергії сонячного випромінювання, що поглинається атмосферою і земною поверхнею” (тобто на величину, що не перевищує потужності сонячного випромінювання, яка витрачається на здійснення фотосинтезу в епігеосфері). Для здійснення фотосинтезу щомиті в епігеосфері “витрачається”  $10^{11}$  кВт потужності сонячного випромінювання в той час, як атмосферою і земною поверхнею поглинається близько  $10^{14}$  кВт. Такі “витрати” ( $10^{-3}$  або 0,1%) енергії сонячного випромінювання на здійснення фотосинтезу вже стали “звичними” для біосфери Землі в ході її еволюції і не порушують сталих функціональних зв'язків у компонентах епігеосфери. В наш час світове

енергоспоживання перевищує  $10^{10}$  кВт, тобто щільно наблизилось до межі, перевищення якої загрожує виникненням екологічної кризи.

3. Закон основного обміну – “Екологічні системи ”працюють” з ефективністю не більше ніж 30% (тобто їх коефіцієнт корисної дії (ККД) не перевищує 0,3), інша частина енергії витрачається на здійснення обміну речовинами та енергіями з НПС”. В таких геосистемах внутрішній обмін речовинами та інформацією перевищує зовнішній обмін, а енергетичні процеси спрямовані від входу до виходу.

4. Закон зростання наукоємкості економічного суспільного розвитку – “Для постіндустріального суспільства повинні бути характерними найвища значимість адекватної інформації та наукоємні галузі господарства”.

5. Закон обмеження зростання енерговитрат на людину – “Для послаблення загрози виникнення екологічної кризи необхідно переходити на нові, менш енерговитратні технології”.

6. Закон м'якого управління природними процесами – “Управління повинно бути системним і враховувати вимоги законів екології”.

7. Закон максимуму – “На даній конкретній ділянці епігеосфери при існуючих природних умовах екологічна система може продуціювати біомасу і мати біологічну продуктивність не вищу, ніж продуктивність її найбільш продуктивних елементів у їх ідеальному сполученні”. Подальше стимулювання продуктивності екосистеми призводить до зруйнування її структур. Тільки природні екосистеми забезпечують стабільність, сталість і надійність глобальної біосфери та її крупних підрозділів. Максимальний ефект може бути отриманий при взаємному сприятливому сполученні природних геосистем і геосистем, трансформованих людиною.

8. Закон про неможливість усунення відходів та побічних впливів виробництва – “У будь-якому господарському циклі відходи, що утворюються, і побічні ефекти, які виникають, принципово не можуть бути усунені. Вони можуть бути лише переведені з однієї фізико-хімічної форми в іншу або переміщені у просторі”. Але очищення і переміщення забруднюючих речовин у просторі здатні принести дуже малий загальний ефект, бо це призведе до значного зростання енерговитрат. Такі заходи корисні локально, але слід пам'ятати, що на регіональному і глобальному рівнях у тривалому інтервалі часу вони неефективні, бо виграш в одному місці компенсується програшем в іншому.

Проблема може бути вирішена тільки зниженням тиску суспільства на навколишнє природне середовище, наприклад, через депопуляцію і більш економне використання природних ресурсів. Чим раціональніше підхід до використання природних ресурсів і навколишнього природного середовища, тим менше витрат буде необхідно для успішного розвитку: “Екологічне завжди економне”. Це один із базисних принципів охорони навколишнього природного середовища, бо збереження природних ресурсів вигідно у соціальній

та економічній сферах, сприяє підвищенню рівня екологічної безпеки, а також вивільняє час для кардинального вирішення демографічних проблем. З цих позицій “гармонійний розвиток – це така модель соціально-економічного розвитку, при якій досягається задоволення життєвих потреб нинішніх поколінь людей без того, щоб майбутні покоління були позбавлені такої можливості через вичерпання природних ресурсів і деградацію навколишнього природного середовища”.

При цьому слід розуміти, що навіть широке впровадження ресурсозберігаючих та енергозберігаючих технологій, мінімізації виробів, методів ефективної утилізації відходів, впровадження сучасних ефективних очисних споруд і пристроїв стають вже недостатніми для відвернення можливої екологічної кризи. Економічне зростання повинно відбуватися за рахунок підвищення продуктивності праці із скороченням числа зайнятих у виробництві та бути спрямованим на збереження здоров'я і збільшення тривалості життя людей. На перший план повинно виходити наукоємне виробництво. Домінуючим повинно стати виробництво інформації, технічних знань, які реалізуються потім у вигляді новітньої техніки. Отже, для втілення в життя планів гармонійного розвитку України потрібні генетично, фізично і психічно здорові, інтелектуально розвинені люди, які живуть в оздоровленому екологічно безпечному навколишньому природному середовищі.

Значним резервом щодо зменшення споживання природних ресурсів, зниження ступеня забруднення навколишнього природного середовища та підвищення рівня екологічної безпеки в Україні може стати різке зниження виробництва товарів для задоволення вторинних (зовсім життєво не необхідних) потреб людини.



## Розділ 4. ВИЯВЛЕННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

### 4.1. Виявлення радіоактивного забруднення

**Практичне заняття №1 „Виявлення наявності та ступеня радіоактивного забруднення ділянки території та об’єктів на ній”**

**Мета заняття:** засвоїти методику підготовки до роботи і використання за призначенням рентгенометра; оволодіти умінням виконання прийомів підготовки до роботи і практичного виконання за призначенням рентгенометра.

**Порядок виконання завдань заняття.** З використанням методичної літератури, комплекту табельного рентгенометра та обладнання тренажера:

- засвоїти призначення, склад комплекту, основні технічні характеристики та методику підготовки до роботи і використання за призначенням рентгенометра;
- підготуватися до роботи та перевірити справність рентгенометра;
- визначити гама-фон місцевості, забрудненої радіоактивними речовинами;
- визначити потужність дози радіоактивного забруднення поверхонь виробничого обладнання транспортного засобу, джерела водопостачання, одягу і взуття.

**Звітні документи.** Звіт щодо виконання завдань заняття слід оформити на окремому аркуші паперу за схемою: назва практичного заняття та його мета; результати вимірювання гама-фону місцевості та потужності дози радіоактивного забруднення досліджуваних об’єктів; прізвище та ініціали виконавця, його особистий підпис і дата виконання.

**Виявлення наявності та ступеня радіоактивного забруднення конкретної ділянки епігеосфери та об’єктів на ній** здійснюють з використанням рентгенометрів, зокрема рентгенометра типу ДП-5В (А, В).

**До складу комплекту ДП-5В входять** (рис. 4.1): головні телефони – 1; вимірювальний пульт – 2, розміщений у футлярі з кришкою; гнучкий кабель і блок детектування (зонд) – 3, подовжуюча штанга. На верхній панелі вимірювального пульта розташовані: індикатор мікроамперметра (який має дві шкали – нижню з поділками від 5 до 200 Р/год і верхню – з поділками від 0,5 до 5 Р/год); перемикач піддіапазонів на вісім положень; тумблер підсвітлення шкал мікроамперметра; кнопка скидання показань мікроамперметра (і регулятор «Реж» тільки в ДП-5А і Б). Можливий діапазон вимірювань від 0,05 до 200 Р/год, маса приладу становить 3,2 кг. ДП-5 працездатний при температурах від -50° до 50°С, відносній вологості

до 80% (допускається робота під час зливи та при зануренні блоку детектування у воду на глибину до 50 см).

**Підготовка ДП-5В (А, Б) до використання за призначенням передбачає** виконання таких операцій: дістати прилад з укладального ящика, відкрити кришку футляра, зробити зовнішній огляд приладу, закріпити поясний та плечовий ремені; вийняти з футляра блок детектування і приєднати до нього подовжуючу штангу;

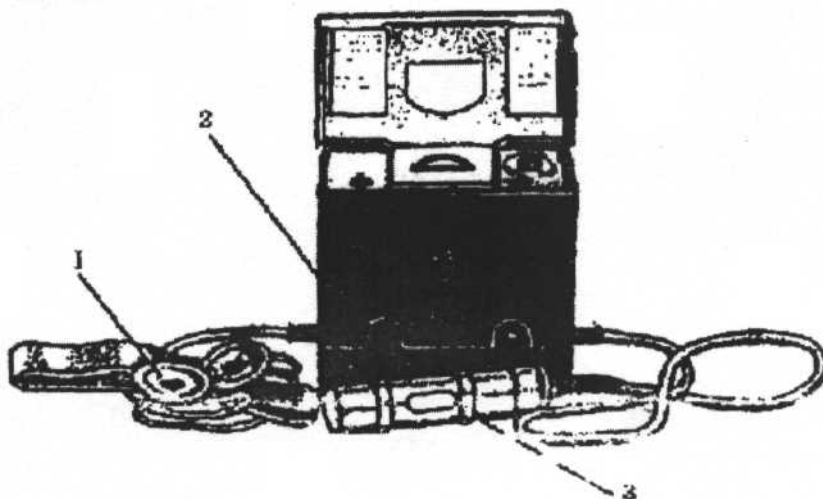


Рис. 4.1. Прилад ДП-5В



Рис. 4.2. Вимірювання рівня радіації у даній точці місцевості

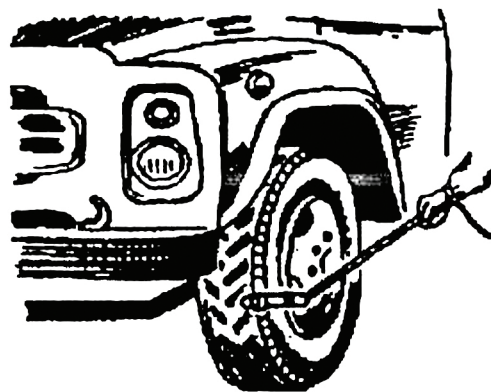


Рис. 4.3. Визначення ступеня радіоактивного зараження (забруднення) транспортного засобу

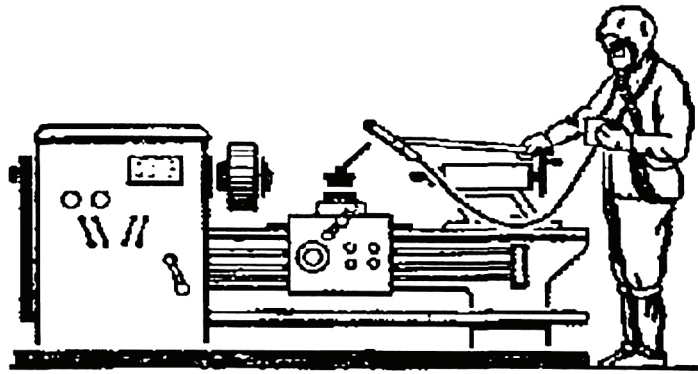


Рис. 4.4. Визначення ступеня радіоактивного зараження (забруднення) виробничого обладнання

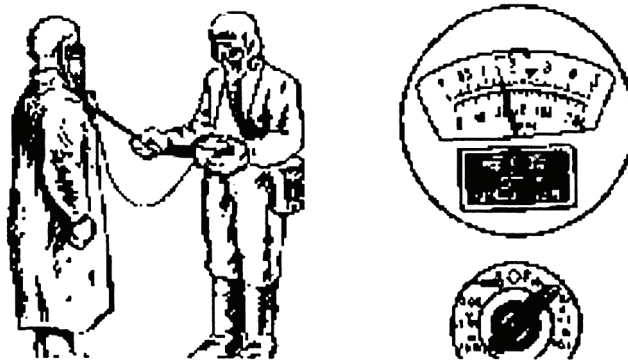


Рис. 4.5. Визначення ступеня радіоактивного зараження (забруднення) одягу, взуття, засобів особистого захисту та спорядження



Рис. 4.6. Визначення ступеня радіоактивного зараження (забруднення) джерела водопостачання

підключити до приладу головні телефони; переконатися в тому, що перемикач піддіапазонів стоїть у положенні «0» (для ДП-5В) або у положенні «Викл» (для ДП-5А і Б); механічним коректором встановити стрілку індикатора приладу на нуль шкали мікроамперметра; встановити у відсік живлення приладу елементи живлення, додержуючись встановленої полярності; ввімкнути прилад, встановити перемикач піддіапазонів у положення «▼» (для ДП-5В) або у положення «Реж» (для ДП-5А і Б). При справному приладі стрілка

індикатора повинна встановитися в межах «режимного сектора» верхньої шкали (для ДП-5А і Б – встановити стрілку за допомогою регулятора «Реж»); перевірити справність приладу на всіх піддіапазонах за допомогою вбудованого (в блок детектування (для ДП-5В) або на кришку футляра (для ДП-5А і Б)) контрольного джерела бета-випромінювання. Для цього слід поворотний екран блока детектування ДП-5В поставити у положення «К» (або для ДП-5А і Б: відкрити «захисну шторку» джерела бета-випромінювання, повертаючи її проти годинникової стрілки; поставити поворотний екран блока детектування у положення «Б» (при цьому на блоці детектування «відкриється віконце» для доступу бета-частинок); піднести вказане «відкрите віконце» до «відкритого» джерела бета-випромінювання). При цьому до іонізаційної камери блока детектування ДП-5В (А, Б) буде надходити потік бета-частинок від вбудованого джерела. Встановлювати перемикач піддіапазонів по черзі у положення «200» (відлік по нижній шкалі зробити через 10 с), « $\times 1000$ » (відлік по верхній шкалі зробити через 10 с), « $\times 100$ » (відлік по верхній шкалі зробити через 30 с), « $\times 10$ » (відлік по верхній шкалі через 45 с), « $\times 1$ » (відлік по верхній шкалі через 45 с), « $\times 0,1$ » (відлік по верхній шкалі через 45 с). Після кожного перемикаччя слід натискувати на кнопку скидання показань індикатора. У разі справності ДП-5В (А, Б) стрілка індикатора буде «зашкалювати» у положеннях перемикача « $\times 1$ » і « $\times 0,1$ », буде «відхилятися» у середню частину шкали індикатора у положенні « $\times 10$ », може і не відхилятися у положеннях « $\times 100$ », « $\times 1000$ » і «200». В процесі виконання зазначених операцій впевнитись у наявності сигналів у телефонах.

У разі позитивних результатів вказаних операцій необхідно: вимкнути прилад за допомогою перемикача піддіапазонів; поставити поворотний екран блока детектування у положення «Г» (закрити «захисну шторку» джерела бета-випромінювання (тільки для ДП-5А і Б)). На цьому завершується контроль функціонування рентгенометра ДП-5В (А, Б).

**Для вимірювання величини потужності дози радіації (гама-фону) у даній точці місцевості (див. рис. 4.2) слід:**

- «розмістити» блок детектування приладу горизонтально на висоті 0,7...1,0 м;
- перемикач піддіапазонів встановити у положення «200», натиснути на кнопку скидання показань індикатора і через 10 с визначити величину рівня радіації –  $R_{\text{факт}}$ , Р/год, по нижній шкалі індикатора;
- якщо значення рівня радіації у даній точці менше, ніж 5 Р/год, необхідно перемикач піддіапазонів по черзі встановлювати у положення « $\times 1000$ » (відлік через 10 с), « $\times 100$ » (відлік через 30 с), « $\times 10$ », « $\times 1$ » і « $\times 0,1$ » (відлік через 45 с) до того моменту, поки стрілка індикатора приладу не відхилиться у середню частину його шкал;

- визначити фактичну величину рівня радіації у даній точці –  $P_{\text{факт}}$ , Р/год, помноживши показання індикатора за верхньою шкалою на множник, що відповідає положенню перемикача піддіапазонів;
- відобразити отримане таким способом значення величини  $P_{\text{факт}}$ , Р/год, на бланку „Звіт”;

**Рентгенометр ДП-5В (А, Б) використовують також для визначення ступеня радіоактивного зараження (забруднення) різноманітних об’єктів (див. рис. 4.3 – 4.6) у процесі здійснення дозиметричного контролю. Роботу виконують у п’ять етапів:**

- підготовка приладу до використання за призначенням (виконується за описаною вище методикою);
- визначення величини «гамма-фону» –  $P_{\text{фон}}$ , Р/год (виконується за описаною вище методикою вимірювання величини рівня радіації у даній точці місцевості. Дану точку обирають на відстані 15...20 м від досліджуваного предмета та інших предметів, що можуть «перекрутити» результати вимірювання);
- визначення місця розташування найзабрудненішої РР ділянки поверхні досліджуваного предмета (здійснюється «скануванням» поверхні предмета зондом приладу з використанням звукових сигналів у головних телефонах. При «проходженні» зонда над найзабрудненішою ділянкою поверхні досліджуваного предмета «ляцання» у головних телефонах відбувається з найменшим періодом);
- визначення рівня радіації при розташуванні зонда приладу ДП-5 на висоті 10...15 мм над «найзабрудненішою ділянкою» поверхні досліджуваного предмета  $P_{\text{пов}}$ , Р/год, (здійснюється за описаною вище методикою);
- визначення ступеня радіоактивного зараження (забруднення) поверхні досліджуваного предмета  $P_{\text{ступ.р.з}}$ , Р/год (здійснюється з використанням співвідношення –  $P_{\text{ступ.р.з}} = P_{\text{пов}} - P_{\text{фон}}$ ).

Саме за визначеною таким способом величиною  $P_{\text{ступ.р.з}}$  вирішується питання про можливість працювати на забрудненій місцевості та можливість подальшого використання досліджуваного предмета або про невідкладну необхідність проведення дезактивації його поверхні.

## 4.2. Виявлення хімічного забруднення

**Практичне заняття №2 „Виявлення наявності та ступеня хімічного забруднення ділянки території та об’єктів на ній”**

**Мета заняття:** засвоїти методику підготовки до роботи і використання за призначенням газоаналізатора; оволодіти уміннями з підготовки до роботи і практичного використання за призначенням газоаналізатора.

**Порядок виконання завдань заняття.** З використанням методичної літератури, комплекта табельного газоаналізатора і тренажера:

- засвоїти призначення, склад комплекту, основні технічні характеристики та методику підготовки до роботи і використання за призначенням газоаналізатора;
- підготуватися до роботи та перевірити справність газоаналізатора;
- визначити тип небезпечної хімічної речовини, а також її концентрацію на хімічно забрудненій території.

**Звітні документи.** Звіт щодо виконання завдань заняття слід оформити на окремому аркуші паперу за схемою: назва практичного заняття і його мета; результати визначення типу і концентрації небезпечної хімічної речовини.

**Виявлення наявності та ступеня хімічного забруднення конкретної ділянки епігеосфери** та об'єктів на ній здійснюють з використанням приладів хімічної розвідки, зокрема газоаналізатора типу ВПХР (військового приладу хімічної розвідки). Комплект приладу ВПХР складається (рис. 4.7) з металевого корпусу з кришкою і розміщених у ньому ручного насоса – 1, насадки до насоса – 2, захисних ковпачків – 3 для насадки, протидимових фільтрів – 4, грілки – 7 для підігрівання індикаторних трубок, патронів грілки – 5, касет з індикаторними трубками – 10, лопатки – 9, штиря – 8, електричного ліхтаря – 6. Прилад переносять і використовують у роботі за допомогою плечового ременя.

Ручний насос (рис. 4.8) призначений для прокачування повітря з оточуючого середовища через індикаторні трубки. У головці насоса є спеціальний центральний отвір для встановлення розкритої досліджуваної індикаторної трубки. Розкрити контрольну індикаторну трубку ставлять у штатив корпусу приладу. Для розкриття індикаторних трубок використовують спеціальний пристрій (серповидний склоріз (для надрізання) і два спеціальних гнізда (для надламування) запаяних кінців скляних оболонок індикаторних трубок), що знаходяться на корпусі насоса. На ручці поршня насоса розташовані два спеціальні пристрої для зруйнування ампул індикаторних трубок.

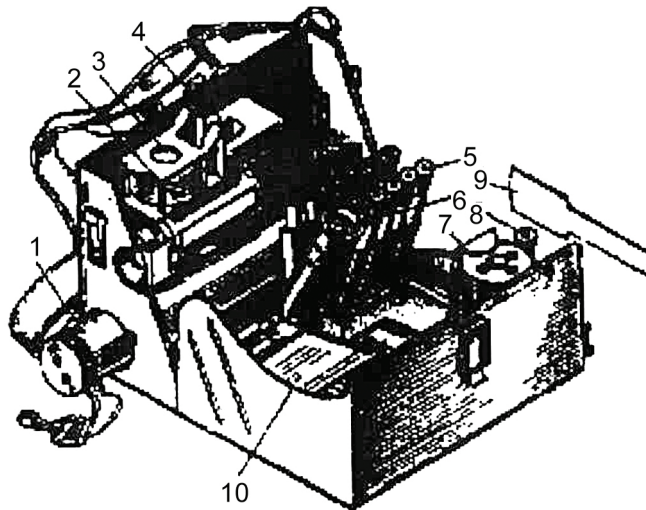


Рис. 4.7. Прилад ВПХР

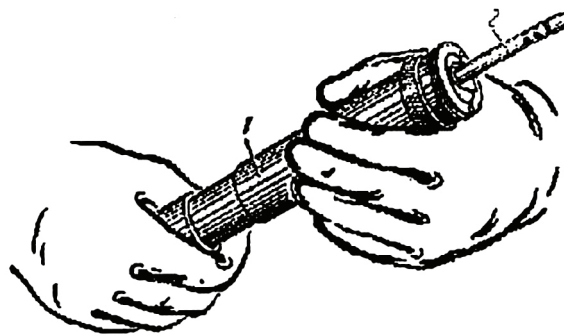


Рис. 4.8. Визначення БОР (СДОР) у повітрі: 1 – насос; 2 – індикаторна трубка

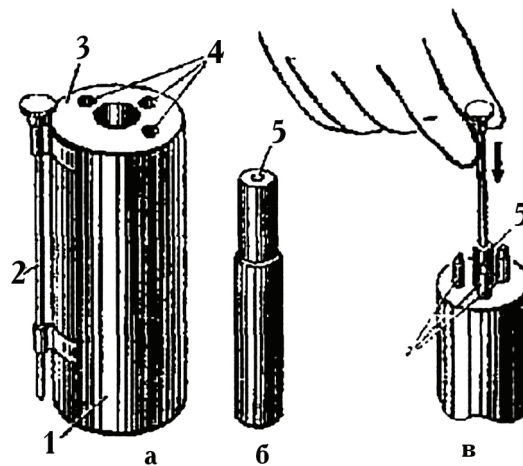


Рис. 4.9. Використання грілки: а – корпус грілки; б – патрон грілки; в – приведення грілки у робочий стан; 1 – кожух; 2 – штир; 3 – сердечник; 4 – отвори для індикаторних трубок; 5 – отвір патрона грілки; 6 – патрон грілки; 7 – індикаторні трубки

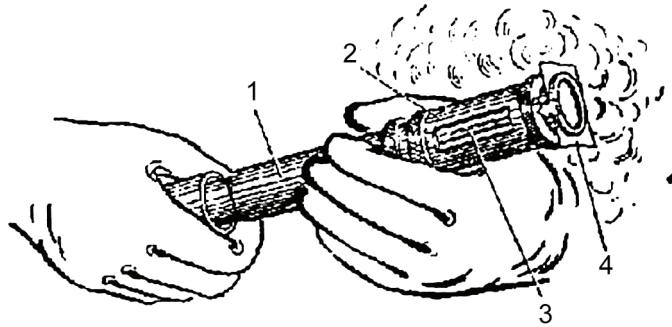


Рис. 4.10. Визначення БОР (СДОР) у повітрі на задимленій території

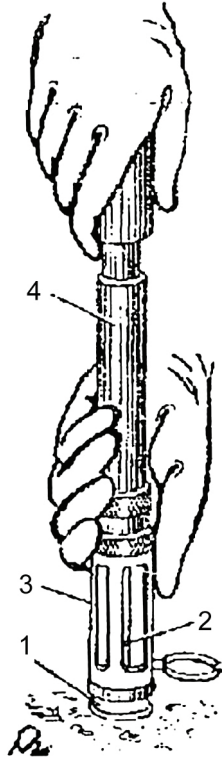


Рис. 4.11. Визначення БОР (НХР) на поверхні: 1 – захисний ковпачок; 2 – індикаторна трубка; 3 – насадка; 4 – насос

Насадка для насоса є пристроєм, який дозволяє збільшити кількість парів бойових отруйних речовин (БОР) або небезпечних хімічних речовин (або НХР), що проходять через індикаторну трубку, при визначенні наявності стійких БОР (або НХР) на місцевості та різноманітних предметах. Індикаторні трубки (див. рис. 4.8) призначаються для визначення типу й концентрації БОР (або НХР) і являють собою запаяні з обох кінців скляні трубки, у середині яких містяться наповнювач і скляні ампули з реактивами. Кожна індикаторна трубка має маркування (що вказує на тип БОР або вид НХР, який можна виявити з допомогою цієї індикаторної трубки), а на її касеті нанесені еталонні зразки для визначення ступеня зараження (забруднення). Так, наприклад, індикаторні трубки з червоним кільцем і червоною крапкою призначені для виявлення БОР і НХР нервово-паралітичної дії, зокрема, зарину, зоману, VX – газів, інших речовин лужного або кислотного характеру. Індикаторні трубки з трьома зеленими кільцями призначені для виявлення БОР і НХР задушливої



дії (фосген, дифосген, металохлоридні дими, антрацитні дими) та загальноотруйної дії (синильна кислота, хлорціан, металохлоридні дими, бромціан, хлорпикрин, окисли азоту). Індикаторні трубки з одним жовтим кільцем призначені для виявлення БОР і НХР шкірно-виразкової дії (іприт, азотистий іприт, сірководень, миш'яковистий водень). Існують також індикаторні трубки з іншим видом маркування, призначені для виявлення відповідних видів БОР і НХР. При цьому вид БОР і НХР визначають за зміненням забарвлення наповнювача досліджуваної індикаторної трубки з відповідним маркуванням, а їх концентрацію – шляхом порівняння інтенсивності забарвлення наповнювача з еталоном.

Протидимові фільтри являють собою пластини із спеціального картону, які використовують при визначенні виду та концентрації БОР (або НХР), а також у повітрі на задимленій території.

Грілка (див. рис. 4.9) призначена для підігрівання індикаторних трубок (які містять в собі ампули з реактивами) у випадку виявлення БОР і НХР при низькій температурі оточуючого середовища. Підігрівання здійснюється завдяки виділенню тепла у процесі хімічної реакції у патроні грілки, що починається після його проколу за допомогою штиря.

При визначенні наявності та концентрації БОР і НХР у пробах ґрунту і сипучих матеріалів (у процесі здійснення хімічного контролю) ці проби засипають у захисні ковпачки (які ставлять на насадку і накривають протидимовими фільтрами) для запобігання хімічного зараження (забруднення) внутрішньої поверхні лійки насадки.

Перед застосуванням ВПХР для здійснення хімічної розвідки або хімічного контролю слід підготувати його до роботи: провести зовнішній огляд комплексу ВПХР; перевірити наявність усіх деталей і пристроїв, впевнитись у їх справності; підготувати і розмістити у певному порядку (за ступенем небезпеки відповідних БОР і НХР) касети з індикаторними трубками (зверху індикаторні трубки з маркировкой у вигляді червоного кільця і червоної крапки, нижче з маркировкой у вигляді трьох зелених кілець, індикаторні трубки з маркировкой у вигляді жовтого кільця, а потім індикаторні трубки для визначення інших видів НХР); зняти з протидимових фільтрів захисний поліетиленовий пакет; закріпити прилад ВПХР на грудях за допомогою плечового і поясного ременів.

При проведенні хімічної розвідки (або хімічного контролю) розвідник-хімік завчасно одягає протигаз і засоби особистого захисту шкірних покривів та проводить (з використанням приладу ВПХР) дослідження загазованості повітря (або зразків ґрунту чи сипучих матеріалів), прокачуючи повітря оточуючого середовища через відповідні індикаторні трубки за допомогою насоса. Дослідження проводять у такій послідовності: спочатку застосовують індикаторні трубки з червоним кільцем і крапкою (дозволяють виявити наявність і концентрацію зоману, зарину, VX-газів, парів хімічних з'єднань

кислотного або лужного характеру та інших НХР, до складу яких входять фосфорорганічні хімічні з'єднання).

Роботу виконують у такій послідовності:

- відкривають корпус приладу ВПХР, дістають з касети дві (дослідну і контрольну) трубки з маркировкой у вигляді червоних кільця і крапки та встановлюють їх у штатив;

- виймають з корпусу приладу ручний насос і, використовуючи його пристосування, надрізають і відламують верхні та нижні запаяні кінці у обох трубок, а потім руйнують верхні ампули цих трубок, по два-три рази енергійно струшують їх (держачи за кінці з маркировкой), щоб спрямувати реактив з ампул до наповнювача трубки;

- контрольну трубку ставлять у штатив, а дослідну трубку вставляють немаркированим кінцем у центральний отвір насоса і роблять п'ять-шість качків. При цьому через дослідну трубку прокачується близько 0,5 літра повітря оточуючого середовища, яке може бути заражене (забруднене) БОР (чи НХР) нервово-паралітичної дії (через контрольну трубку повітря не прокачують);

- за допомогою ампулорозкривача насоса розкривають нижні ампули (де міститься каталізатор) дослідної і контрольної трубок, одночасно енергійно струшують їх і встановлюють у штатив;

- спостерігають за зміненням пофарбування наповнювачів дослідної і контрольної індикаторних трубок.

Пофарбування наповнювача контрольної трубки з часом змінюється з червоного кольору на жовтий. Якщо до моменту виникнення жовтого кольору наповнювача контрольної трубки верхній шар наповнювача дослідної трубки зберігає червоне пофарбування, то це свідчить про наявність у повітрі оточуючого середовища смертельної концентрації БОР чи НХР нервово-паралітичної дії.

Якщо у дослідній індикаторній трубці жовте пофарбування наповнювача з'являється одночасно з жовтим пофарбуванням наповнювача контрольної трубки, то це свідчить про відсутність у повітрі БОР (чи НХР) нервово-паралітичної дії або про наявність їх у меншій концентрації. Якщо наповнювач дослідної трубки пофарбовується у жовтий колір зразу ж після зруйнування нижньої ампули, то це свідчить про наявність у повітрі кислот, а тому дослід необхідно повторити із застосуванням двох нових індикаторних трубок, насадки до насоса і закріпленого на ній протидимового фільтру (див. рис. 4.10).

Для остаточного з'ясування питання про наявність у повітрі оточуючого середовища БОР (чи НХР) нервово-паралітичної дії беруть дві нові індикаторні трубки з маркировкой у вигляді червоних кільця і крапки та повторюють дослідження, прокачуючи через дослідну трубку вже близько п'яти літрів повітря (для цього роблять 50–60 качків), а нижні ампули руйнують після дво-трихвилинної витримки. Наявність червоного пофарбування верхнього шару

наповнювача дослідної трубки у момент, коли наповнювач контрольної трубки пофарбовується у жовтий колір, свідчить про наявність в оточуючому повітрі БОР (чи НХР) нервово-паралітичної дії з уражальною концентрацією.

Незалежно від результатів дослідження повітря оточуючого середовища на наявність БОР (чи НХР) нервово-паралітичної дії слід провести його дослідження на наявність БОР (чи НХР) задушливої і загальноотруйної дії з використанням індикаторної трубки з маркировкой у вигляді трьох зелених кілець. Для цього необхідно:

- взяти з касети одну таку індикаторну трубку (ІТ), користуючись пристосуваннями насоса, надрізати і відламати обидва її кінці та зруйнувати ампулорозкривачем ампулу з реактивом, а потім двічі-тричі енергійно струсити ІТ (держачи за кінець з маркировкой);

- вставити приготовану таким способом ІТ у центральний отвір насоса немаркированим кінцем і зробити 10–15 качків (при цьому через індикаторну трубку прокачується 1,0...1,5 літра повітря оточуючого середовища);

- вийняти ІТ з отвору насоса і порівняти пофарбування її наповнювача з еталоном, який нанесено на лицевій частині касети;

- за результатами цього порівняння визначити наявність і тип БОР (або вид НХР) та її концентрацію у повітрі оточуючого середовища – ОС.

Потім визначають наявність у повітрі БОР (чи НХР) шкірно-виразкової дії з використанням ІТ з маркировкой у вигляді жовтого кільця. Для цього:

- за допомогою пристроїв ручного насоса надрізають і відламують обидва кінці індикаторної трубки;

- вставляють приготовану таким способом ІТ у центральний отвір насоса і роблять 60 качків (при цьому через індикаторну трубку прокачується до 6 л повітря оточуючого середовища);

- виймають ІТ з отвору насоса і порівнюють пофарбування її наповнювача з еталоном, який нанесено на лицьову частину касети;

- за результатами порівняння визначають наявність і тип БОР (НХР) і її концентрацію у повітрі ОС.

Визначення наявності у повітрі ОС парів інших НХР здійснюється за методиками, подібними до описаних, з використанням відповідних індикаторних трубок.

У процесі здійснення хімічного контролю визначають наявність, тип БОР (чи НХР) та їх концентрацію на різноманітних поверхнях, у ґрунті та інших сипучих матеріалах (див. рис. 4.11) з використанням ВПХР у такій послідовності:

- підготовлюють до використання відповідну ІТ і встановлюють її у центральний отвір насоса;

- нагвинчують на насос насадку і надягають на її лійку захисний ковпачок;

- беруть лопаткою пробу ґрунту або конкретного сипучого матеріалу і заповнюють нею захисний ковпачок до країв;
- накривають пробу протидимовим фільтром і закріплюють притискуючим кільцем насадки;
- роблять насосом 120 качків, прокачуючи повітря через пробу, можливо заражену (забруднену) БОР (чи НХР);
- відкинувши притискуюче кільце, викидають протидимовий фільтр, пробу і захисний ковпачок, згвинчують насадку, виймають індикаторну трубку та за описаними вище методиками визначають наявність у пробі відповідних БОР (чи НХР).

Саме за результатами таких досліджень вирішується питання про можливість працювати на забрудненій місцевості і можливість подальшого використання досліджуваного об'єкта або про невідкладну необхідність проведення дегазації його поверхні.

### **4.3. Прогнозування можливих екологічних наслідків надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути на об'єкті господарювання**

#### **4.3.1. Основні положення**

Прогнозування – це процес завчасного визначення можливого перебігу подій на території досліджуваного об'єкта у разі виникнення вірогідних для нього надзвичайних ситуацій (НС). З метою визначення потреби в силах і засобах, необхідних для запобігання виникненню або мінімізації та ефективної ліквідації наслідків таких ситуацій.

Прогнозування здійснюється з використанням інформації, викладеної у розділі «Характеристика досліджуваного об'єкта», і виконується за такими етапами:

- виявлення переліку надзвичайних ситуацій техногенного, природного, соціально-політичного і військового характеру (складається на основі аналізу вірогідних аварій і катастроф, небезпечних природних явищ, протиправних дій терористичної і антиконституційної спрямованості або застосування сучасних ефективних засобів ураження);
- визначення можливої величини виникнення кожної з таких надзвичайних ситуацій (виконуються з використанням способів і методів, описаних у роботі [7]);
- виявлення очікуваної інженерної, пожежної, радіаційної чи хімічної обстановки, що може виникнути на території досліджуваного об'єкта (тобто визначення і відображення (з використанням тактичних знаків і пояснювальних написів) на спеціальному бланку «Картка очікуваної ... обстановки...»: назви первинного уражального чинника досліджуваної НС; місця розташування та основних характеристик джерела цього чинника; форми, геометричних розмірів і просторового

розташування зон можливого ураження; ступенів зруйнування або інших видів пошкодження елементів досліджуваного об'єкта);

- оцінка очікуваної інженерної, пожежної, радіаційної чи хімічної обстановки, що може виникнути на території досліджуваного об'єкта або поширюватись на неї (тобто визначення і відображення можливих величин : втрати основних фондів («Втрати ОФ=...»); загальних і санітарних втрат (« $M_{\text{заг}}=...$  осіб», « $M_{\text{сан}}=...$  осіб»); збитків («Зб=...»); можливого рівня НС («Рівень НС – ...»); переліку невідкладних робіт у зоні НС з позначенням обсягів кожної з цих робіт).

Далі наведено приклади «Характеристики досліджуваного промислового об'єкта» і способів прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків деяких надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, що можуть поширюватися на територію цього об'єкта.

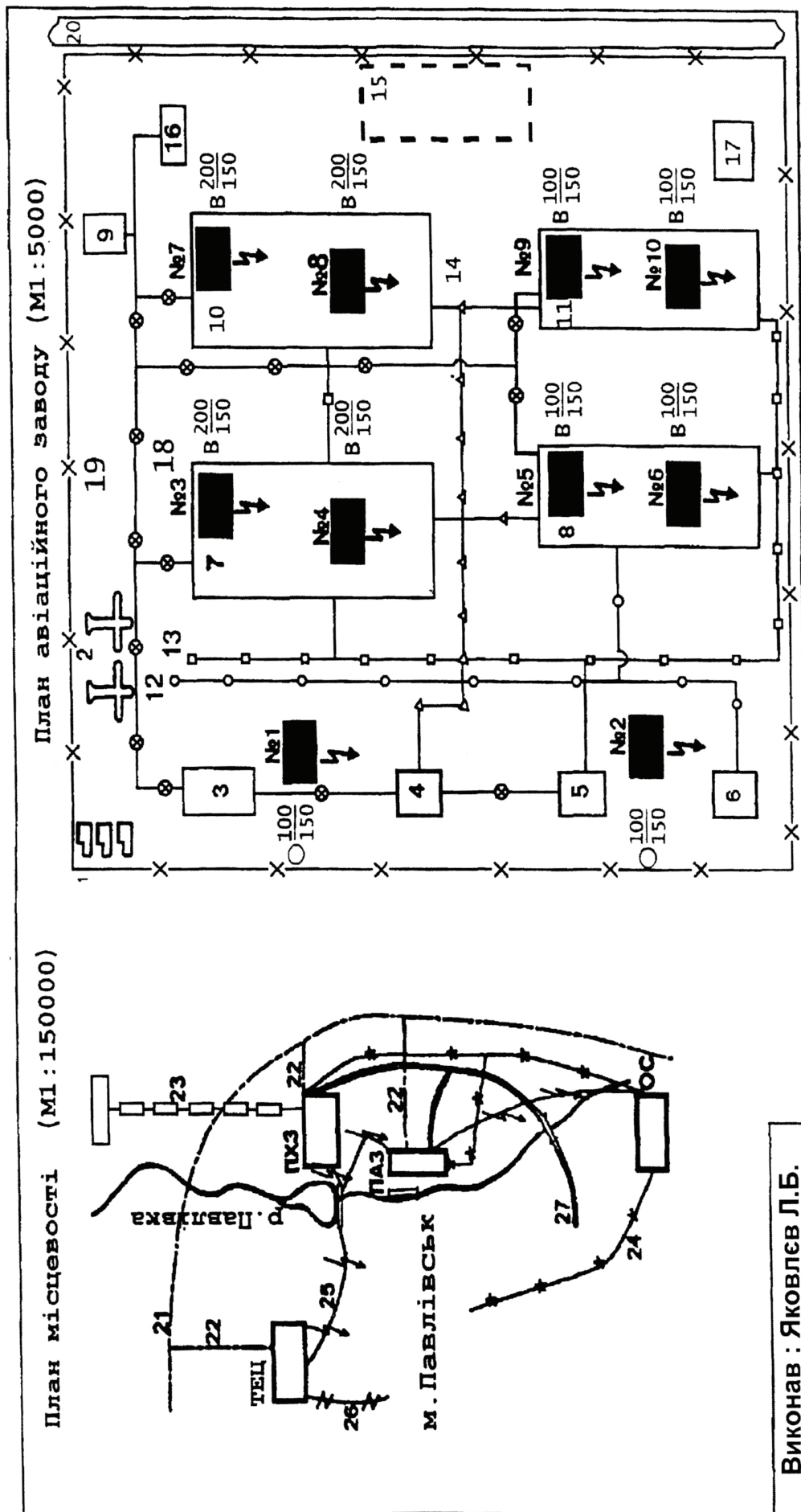
#### **4.3.2. Характеристика досліджуваного промислового об'єкта**

Павлівський авіаційний завод (ПАЗ) розташований у Петрівському районі на східній околиці міста Павлівська. Місто Павлівськ – це центр Павлівської області та крупний промисловий центр (на околицях міста Павлівська розташовано 15 промислових підприємств). Постановою Кабінету Міністрів України м. Павлівськ віднесено до першої групи міст України щодо заходів цивільного захисту.

Місцевість на території Павлівської області рівнинна (має незначний ухил ( $i=0,001$ ) на південь). Пануючі вітри – північні. Середньорічна швидкість пануючих вітрів –  $V_{\text{сер.пан}} = 7$  м/с. Середньорічна кількість опадів (до 350 мм дощів і до 580 мм снігу) та кліматичні умови на території Павлівської області збігаються з кліматичними умовами центральних областей України. За останні три роки на території області спостерігалися шквали з поривами вітру до 35...40 м/с, сильні снігопади, снігові замети, дуже сильний мороз, засуха, зливи, сильні налипання мокрого снігу. Протягом останніх 100 років на території області спостерігалися сім землетрусів із силою у п'ять – сім балів (за шкалою MSK). До 20% території підтоплюється, є зсувонебезпечні ділянки. Річка Павлівка схильна до прояву весняних паводків.

Павлівський авіаційний завод за планом повинен виробляти чотири транспортних літаки типу АН-70 на місяць. Постановою КМУ завод віднесено до підприємств першої категорії щодо заходів цивільного захисту.

На Плані авіаційного заводу (рис. 4.12) відображені його основні елементи:



Виконав : Яковлев Л.Б.

Рис. 4.12. План авіаційного заводу та оточуючої місцевості

1 – стоянка автомобілів-заправників (вона заасфальтована. На ній одночасно можуть розміщуватись до трьох автомобілів-заправників, у цистернах яких може знаходитися до  $Q_{ав.гас}$ , кг, авіаційного гасу в кожній. Найбільша працююча зміна – 3 особи, вартість ОФ – 200 тис. грн;

2 – стоянка літаків (вона бетонована. На ній одночасно можуть розміщуватись до трьох літаків АН-70. Найбільша працююча зміна – 30 осіб, вартість ОФ – 800 тис. грн);

3 – будівля літно-випробувальної станції – ЛВС (будівля цегляна, одноповерхова висотою 8 м, має покрівлю з дерев'яних елементів, покритих шифером. Двері та рами вікон виготовлені з дерева, пофарбованого в темний колір. У цій будівлі розташовано обладнання для перевірки функціонування систем літака та двигуна. Найбільша працююча зміна – 72 особи, вартість ОФ – 1000 тис. грн);

4 – компресорна (призначення для вироблення стиснутого повітря з надлишковим тиском 500 кПа для технологічних потреб заводу. Будівля цегляна, двоповерхова висотою 12 м, має покрівлю з дерев'яних елементів, покритих шифером. Двері та рами вікон виготовлені з дерева, пофарбованого в темний колір. У будівлі розташовані компресор, ресивер ємністю 1000 м<sup>3</sup> стиснутого повітря. Найбільша працююча зміна – 25 осіб, вартість ОФ – 1000 тис. грн);

5 – котельня (призначена для вироблення гарячої води (для опалення та санітарних потреб) і пари для технологічних потреб. Будівля цегляна висотою 12 м, димова труба має висоту 30 м, двері та рами вікон виконані з металу. Підлоги цементовані. Покрівля із залізобетонних елементів, покритих руберойдом. Найбільша працююча зміна – 15 осіб, вартість ОФ – 3000 тис. грн);

6 – газгольдер (це резервне джерело газопостачання заводу, являє собою споруду висотою 6 м на залізобетонних опорах. У цистерні газгольдера міститься  $q_{пр}$ , кг зрідженого пропану. Найбільша працююча зміна – 2 особи, вартість ОФ – 1000 тис. грн);

7 – цех остаточного складання літаків (будівля висотою 30 м, виконана із залізобетонних елементів, має металевий каркас, покрівля виконана із залізобетонних елементів, покритих руберойдом. У цеху змонтовано кранове обладнання вантажопідйомністю до 100 т, стапелі тощо. На малярній дільниці знаходяться лаки, фарби та 800 кг розчинника – ацетону. Ворота, двері та рами вікон виконані з металу. Найбільша працююча зміна – 300 осіб, вартість ОФ – 10000 тис. грн);

8 – механічний цех (будівля цегляна, одноповерхова висотою 8 м, має покрівлю з дерев'яних елементів, покритих шифером. Ворота, двері та рами вікон виготовлені з дерева, пофарбованого в темний колір. Основним технологічним обладнанням є верстати середні з ЧПК. Основними комунально-енергетичними та технологічними мережами є електрокабелі, закріплені до стін і підлоги, трубопроводи

стиснутого повітря на естакадах. Найбільша працююча зміна – 300 осіб, вартість ОФ – 10000 тис. грн);

9 – трансформаторна підстанція закритого типу (будівля цегляна, одноповерхова висотою 6 м, має покрівлю з залізобетонних плит, покритих руберойдом. Вентиляційні жалюзі та двері виконані з металу. В будівлі розташовані знижувальні трансформатори, розподільне та комутаційне обладнання. Найбільша працююча зміна – 2 особи, вартість ОФ – 500 тис. грн);

10 – агрегатно-складальний цех (призначений для складання фюзеляжу, крил літака. Будівлю висотою 30 м виконано із залізобетонних елементів, що мають металевий каркас, покрівлю – із залізобетонних елементів, покритих руберойдом. У цеху змонтовано кранове обладнання вантажопідйомністю до 50 т, стапелі тощо. Ворота та рами вікон виконані з металу. Найбільша працююча зміна – 300 осіб, вартість ОФ – 10000 тис. грн);

11 – цех агрегатів (призначений для виготовлення агрегатів систем літака. Будівля цегляна, одноповерхова висотою 8 м, має покрівлю з дерев'яних елементів, покритих шифером. Ворота, двері та рами вікон виготовлені з дерева, пофарбованого в темний колір. У цеху є дільниця штампування деталей вибухом, де за кожну зміну витрачається 10 кг амоніту. На дільниці гальванічних покриттів зосереджено до 10000 кг розчинів небезпечної хімічної речовини хлорціану хромистого. На дільниці дефектоскопічного контролю розташовано п'ять гама-дефектоскопів, кожний з яких містить 100 г  $U_{235}$ . Найбільша працююча зміна – 300 осіб, вартість ОФ – 10000 тис. грн);

12 – газопровід (підключається до комунальної мережі м. Павлівська, а також до газгольдера. Являє собою сталевий трубопровід діаметром 250 мм, заглиблений на 20 см, вартість ОФ – 3000 тис. грн);

13 – теплотраса (складається із сталевих трубопроводів діаметром 350 мм для транспортування гарячої води та пари, заглиблених на дві глибини промерзання ґрунту, вартість ОФ – 5000 тис. грн);

14 – трубопровід стиснутого повітря (сталевий трубопровід діаметром 350 мм на залізобетонній естакаді висотою 1,5 м. Призначений для транспортування стиснутого повітря від компресорної до цехів заводу. Найбільша працююча зміна – 2 особи, вартість ОФ – 3000 тис. грн);

15 – будівля заводууправління (триповерхова цегляна будівля висотою 16 м має покриття з металевих елементів. Знаходиться в стадії реконструкції. В будівлі заплановано спорудження вбудованого сховища класу А-III на 150 місць. Найбільша працююча зміна – 150 осіб, вартість ОФ – 5000 тис. грн);

16 – автомобільна заправна станція транспортного цеху (АЗС контейнерного типу ємністю 50 т, бензину типу А-76. Найбільша працююча зміна – 133 особи, вартість ОФ – 3000 тис. грн);



17 – склад вибухівки (призначений для зберігання 1000 кг амоніту; залізобетонна заглиблена споруда, вартість ОФ – 600 тис. грн);

18 – підземні електрокабелі, вартість ОФ – 400 тис. грн;

19 – огорожа (виконана із залізобетонних елементів, розташованих по периметру території заводу, вартість ОФ – 300 тис. грн);

20 – злітно-посадкова смуга (бетонована, довжиною 2500 м, вартість ОФ – 3000 тис. грн).

Усі інші КЕМ і ТМ на території заводу виконані в підземних тунелях і закріплені. На них передбачено автоматичне відключення пошкоджених ділянок. Для основних цехів заводу передбачено по два вводи кожного з джерел енергопостачання. Резервних джерел електропостачання завод не має. Через територію заводу проходить колія до залізничної станції Павлівськ. Під'їзні дороги до заводу та проїзди на його території заасфальтовані.

На заводі споруджено десять сховищ класів А-III і А-IV (№1, 2 окремо стоячі, № 3-10 – вбудовані), в яких можна укрити одночасно 1500 осіб. Фактичний час підготовки сховищ не перевищує нормативного, але у сховищі №7 вийшла з ладу система фільтровентиляції, а у сховищі №10 тимчасово розміщено унікальне обладнання.

Система оповіщення забезпечує своєчасне доведення сигналів цивільного захисту до працівників заводу. Весь виробничий персонал пройшов навчання правилам дій за сигналами цивільного захисту.

На складі цивільного захисту об'єкта є 3200 комплектів протигазів ЦП-5 та інші штатні засоби особистого захисту.

Всього на заводі працює 3036 осіб, найбільша працююча зміна 1636 осіб.

На відстані трьох кілометрів від території ПАЗ розташовано Павлівський хімічний завод (ПХЗ), сировиною для якого є хлор (загальні запаси хлору на заводі – 300 т, у найбільш ненадійній технологічній системі міститься  $M_{\text{хлор}}$ , т, хлору. Біля території ПХЗ на річці Павлівка споруджено його технологічне водосховище).

У сусідній області на відстані 4 км на північ від території ПАЗ працює атомна електростанція з чотирма ядерно-енергетичними реакторами типу РБМК-1000.

На плані місцевості (рис. 4.12) відображено:

21 – магістральний газопровід (стальний наземний трубопровід діаметром 600 мм. Відстань між автоматичними відсікачами складає 1500 м);

22 – комунальний газопровід (заглиблений стальний трубопровід діаметром 350 мм);

23 – водопровід (заглиблений стальний трубопровід діаметром 350 мм);

24 – каналізаційна мережа (заглиблений трубопровід діаметром 500 мм);

25 – повітряні лінії електропередач високої напруги – ЛЕП-300;

- 26 – комунальна теплотраса (заглиблений сталевий трубопровід діаметром 400 мм);
- 27 – залізничні колії;
- ТЕЦ – теплоелектроцентрально;
- ПАЗ – Павлівський авіаційний завод;
- ПХЗ – Павлівський хімічний завод;
- ОС – очисні споруди.

#### **4.3.3. Прогнозування екологічних наслідків деяких видів надзвичайних ситуацій техногенного характеру**

**Практичне заняття №3 „Прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайної ситуації, спричиненої аварією з викидом небезпечних хімічних речовин”**

**Мета заняття:** засвоїти методику прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, спричинених аваріями з викидом небезпечних хімічних речовин; оволодіти вміннями з виявлення та оцінки очікуваної хімічної обстановки, що може утворитися на території досліджуваного об'єкта, у разі виникнення надзвичайної ситуації, спричиненої хімічним забрудненням.

**Порядок виконання завдань заняття:**

1. З використанням навчального посібника засвоїти методику прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайної ситуації, спричиненої хімічним забрудненням.

2. Підготувати бланк „Картка очікуваної хімічної обстановки...”.

3. За варіантом вихідних даних для надзвичайної ситуації техногенного характеру, спричиненої хімічним забрудненням (НСТХ СХЗ):

- виявити очікувану хімічну обстановку, що може виникнути на території досліджуваного об'єкта внаслідок впливу хімічного забруднення;

- оцінити очікувану хімічну обстановку з виконанням прогнозу екологічних і соціально-економічних наслідків цієї НСТХ СХЗ.

**Звітні документи:** оформлений бланк „Картки очікуваної хімічної обстановки...”.

**Попереднє оформлення бланка** передбачає дописування у відповідні «пробіли» заголовку бланка (рис. 4.13) пояснювальних написів: «хімічної»; «Павлівського авіаційного заводу»; «аварії на Павлівському хімічному заводі з викидом НХР – 10301 (хлор – Q<sub>0</sub>, т), R<sub>НС</sub> гран.конкр ≥ 10<sup>-6</sup> за рік». Крім того, у рамку «Виконав» слід дописати прізвище, ініціали, номер групи, особистий підпис виконавця та дату виконання документа.

Картка очікуваної хімічної обстановки, що може виникнути на території Павлівського авіаційного заводу в результаті аварії на Павлівському хімічному заводі

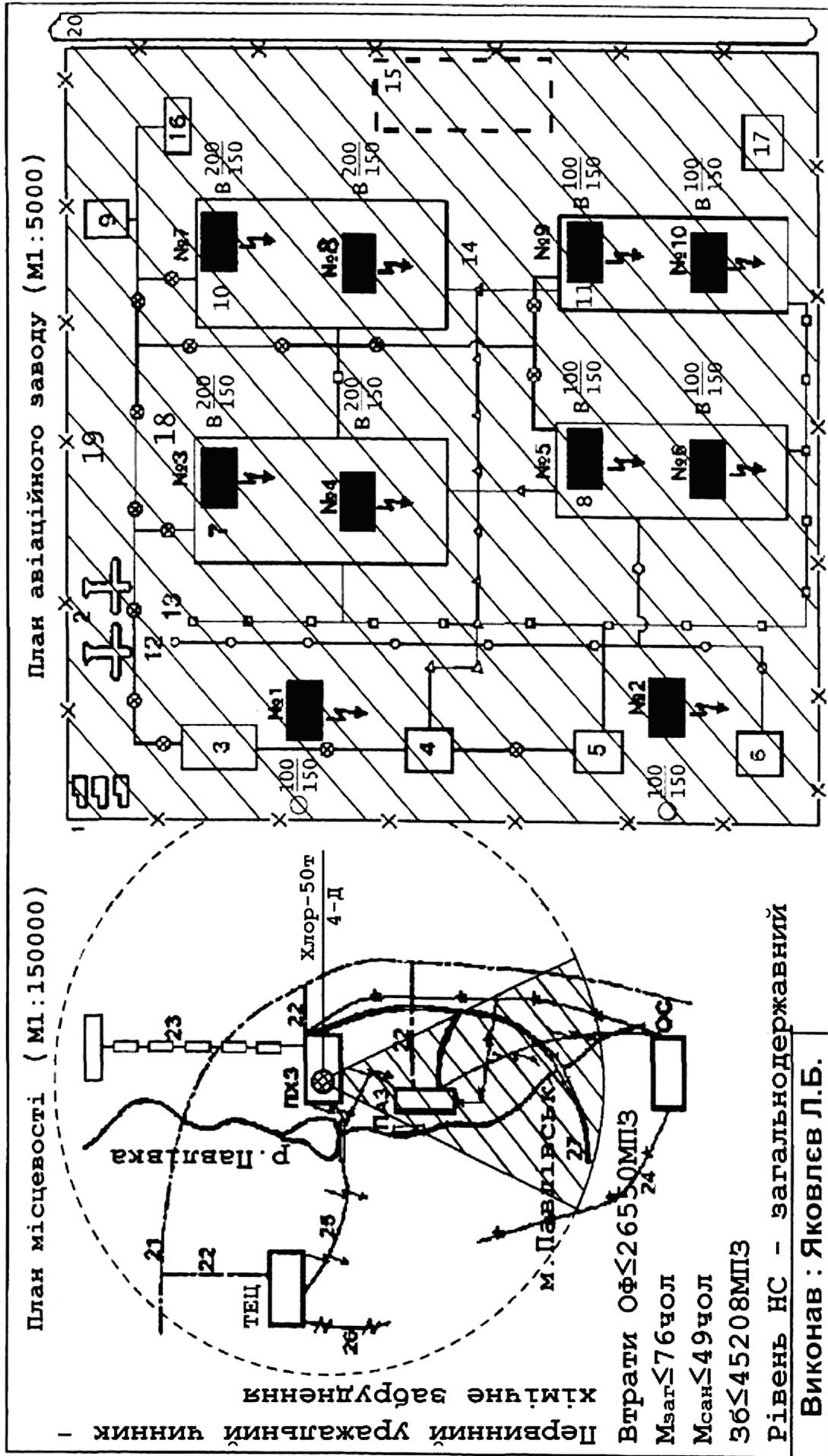


Рис. 4.13. Результати прогнозування хімічної обстановки

**Визначення та відображення назви первинного уражального чинника.** Первинним уражальним чинником (що створює хімічну обстановку) є хімічне забруднення. Тому на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» слід дописати пояснювальний напис: «первинний уражальний чинник – хімічне забруднення».

**Визначення та відображення місця розташування та основних характеристик джерела уражального чинника.** Джерелом уражального чинника є запаси хлору –  $Q_0, \tau$ , що містяться у технологічній системі (розташованій на західній частині території ПХЗ), аварійна розгерметизація якої може спричинити виникнення НСТХ-10301. Тому місце розташування цього джерела рекомендується відобразити (на західній частині території ПХЗ) з використанням тактичного знака «хімічна аварія» у вигляді кола діаметром п'ять міліметрів синього кольору, внутрішнє поле якого заштриховане взаємно паралельними прямими, що взаємно перетинаються, жовтого кольору. Поряд з цим тактичним знаком виконують пояснювальний напис у вигляді дроби (у чисельнику якого записують назву небезпечної хімічної речовини («хлор») та її масу (« $Q_0, \tau$ »), а у знаменнику – астрономічний час («Ч») і дату («Д») можливого виникнення НСТХ): « $\frac{\text{хлор} - Q_0, \tau}{\text{Ч} - \text{Д}}$ ».

**Визначення та відображення зони можливого ураження НСТХ – 10301.** Зону можливого ураження (ЗМУ) НСТХ, спричиненої аварією з викидом НХР, рекомендується прогнозувати у вигляді сектора, вісь симетрії якого співпадає з напрямком пануючих вітрів. Згідно з «Характеристикою досліджуваного об'єкта», пануючі вітри на території Павлівської області «північні» і мають швидкість –  $V_{\text{пан}} = 7$  м/с. Тому (відповідно до вимог ЄСКД) необхідно з центра тактичного знака «хімічна аварія» провести (у напрямку з півночі на південь) штрихпунктирну пряму осі симетрії сектора ЗМУ. В свою чергу, величина кута при вершині зазначеного сектора ( $\psi$ ) залежить від величини  $V_{\text{пан}}$ , м/с (при  $V_{\text{пан}} < 0,5$  м/с -  $\psi = 360^\circ$ ; при  $V_{\text{пан}} = (0,5 \dots 1,0)$  м/с -  $\psi = 180^\circ$ ; при  $V_{\text{пан}} = (1,1 \dots 2,0)$  м/с -  $\psi = 90^\circ$ ; при  $V_{\text{пан}} > 2$  м/с -  $\psi = 45^\circ$ ). Тому для відображення бокових сторін сектора ЗМУ з центра тактичного знака «хімічна аварія» слід провести промені під кутами ( $\psi/2 = 22,5^\circ$ ) ( $-\psi/2 = -22,5^\circ$ ) відносно напрямку осі сектора ЗМУ. Для завершення побудови сектора ЗМУ необхідно між вказаними променями провести дугу з радіусом  $\Gamma$ , км (де  $\Gamma$  – сумарна глибина розповсюдження забрудненого НХР повітря, км).

Сучасна методика визначення можливої величини  $\Gamma$ , км, передбачає виконання таких операцій:

- визначення величин еквівалентної кількості НХР, що утворюють первинну ( $Q_{e1}, \tau$ ) і вторинну ( $Q_{e2}, \tau$ ) хмари повітря, забрудненого НХР (первинна хмара утворюється за 1...3 хв з моменту розгерметизації

системи з пари НХР, що міститься у цій системі, а вторинна хмара утворюється на протязі всього часу випаровування рідкої НХР, яка виливається з розгерметизованої системи у піддон або на підстеляючу поверхню. Отже, якщо в аварійній системі містяться стиснуті гази, то утворюється тільки первинна хмара);

- визначення глибин розповсюдження первинної ( $\Gamma_1$ , км) і вторинної ( $\Gamma_2$ , км) хмар забрудненого НХР повітря;
- визначення сумарної глибини ( $\Gamma$ , км) розповсюдження забрудненого НХР повітря.

Величини  $Q_{e1, T}$ , і  $Q_{e2, T}$ , рекомендується визначати з використанням співвідношень:

$$Q_{e1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0, \quad (4.1)$$

$$Q_{e2} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 Q_0 / h \rho, \quad (4.2)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, величина якого залежить від умов зберігання НХР (визначають за даними табл. 4.1);  $K_2$  – коефіцієнт, який залежить від фізико-хімічних властивостей НХР (див. табл. 3.5);  $K_3$  – коефіцієнт, який дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози конкретної НХР (див. табл. 4.1);  $K_4$  – коефіцієнт, який залежить від швидкості вітру в приземному шарі атмосфери (див. табл. 4.2);  $K_5$  – коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної сталості атмосфери ( $K_5$  визначають за даними табл. 4.3): при інверсії  $K_5 = 1$ , при ізотермії  $K_5 = 0,23$ , при конвекції  $K_5 = 0,08$ ;  $K_6$  – коефіцієнт, який залежить від часу, що пройшов з моменту аварії до початку забруднення території досліджуваного об'єкта –  $T_{\text{поч}} = D/V_{\text{хм НХР}}$  (де  $D$  – відстань від місця аварії до досліджуваного об'єкта, км;  $V_{\text{хм НХР}}$  – швидкість руху хмари забрудненого повітря, км/год (табл. 4.4). При  $T_{\text{поч}} \leq 1$  год -  $K_6 = 1$ );  $K_7$  – коефіцієнт, який враховує вплив температури оточуючого повітря (див. табл. 4.1. При цьому у співвідношення (4.1) підставляють значення  $K_7$ , зазначені у чисельнику, а у співвідношення (4.2) – значення, які вказані у знаменнику).

Таблиця 4.3

Ступені вертикальної сталості атмосфери

$V_{\text{пан, м/с}}$	День			Ніч	
	Хмарність			Хмарність	
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня або суцільна
1	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	ізотермія
2	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	ізотермія
3	конвекція	ізотермія	ізотермія	інверсія	ізотермія
4	конвекція	ізотермія	ізотермія	інверсія	ізотермія

$V_{\text{пан}},$ м/с	День			Ніч	
	Хмарність			Хмарність	
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня або суцільна
5	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
6 і більше	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

Таблиця 4.4

Швидкість руху переднього фронту хмари  
повітря, забрудненого НХР -  $V_{\text{хм НХР}}$

$V_{\text{пан}},$ м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$V_{\text{хм НХР}},$ км/год	Інверсія														
	5	10	16	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ізотермія														
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	77	82	88
	Конвекція														
	7	14	21	28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

За визначеними таким способом величинами  $Q_{e1, t}$  і  $Q_{e2, t}$ , з використанням даних табл. 4.5 слід знайти величини глибини розповсюдження первинної хмари ( $\Gamma_1$ , км) і глибини розповсюдження вторинної хмари ( $\Gamma_2$ , км).

Повну глибину зони можливого хімічного забруднення НХР –  $\Gamma$ , км (що зумовлена впливом первинної і вторинної хмар) визначають з використанням співвідношення

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \quad (4.3)$$

де  $\Gamma'$  – найбільша з величин  $\Gamma_1$  чи  $\Gamma_2$ , км, а  $\Gamma''$  – найменша з цих величин.

Саме радіусом, що дорівнює  $\Gamma$  (з урахуванням масштабу Плану місцевості «Картки...»), окреслюють дугу сектора ЗМУ. При цьому зовнішні межі вказаної ЗМУ виконують синім кольором, а її внутрішнє поле заштриховують нахиленими паралельними прямими жовтого кольору. Особи виробничого персоналу (населення), що «потрапляють» у межі цієї ЗМУ, можуть загинути або отруїтися, а матеріальні об'єкти можуть бути пошкоджені. Тому на Плані авіаційного заводу «Картки ...» заштриховують нахиленими штриховими паралельними прямими жовтого кольору ті ділянки території заводу, які за прогнозом «потрапляють» у ЗМУ.

**Можливу величину втрати основних фондів визначають, виходячи з того, що кожна НХР має кислотний чи лужний характер.**

Тому хімічне забруднення місцевості обов'язково призводить до утворення на поверхні деталей і вузлів матеріальних об'єктів плівки відповідної кислоти (чи лугу), яка спричинює інтенсивну корозію цієї поверхні. Найбільшу шкоду корозія завдає «не захищеним лакофарбовими покриттями» поверхням, наприклад електричним контактам, що може спричинити виведення з ладу електрообладнання. З урахуванням того, що вартість електрообладнання сучасних промислових об'єктів складає до 15 % загальної вартості їх основних фондів, рекомендується можливу величину втрати ОФ розрахувати з використанням співвідношення

$$\text{Втрати ОФ} = 0,15 \Sigma \text{Вартість ОФ/МЗП}, \quad (4.4)$$

де  $\Sigma$  вартість ОФ – сумарна вартість основних фондів досліджуваного об'єкта, тис. грн; МЗП – мінімальна заробітна плата, тис. грн.

Результати таких розрахунків рекомендується відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: «Втрати ОФ = ...».

**Визначення можливої величини загальних і санітарних втрат виробничого персоналу (населення)** рекомендується здійснювати з використанням співвідношень

$$M_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^3 N_{i\text{зах.НХР}} \cdot K_{i\text{зах.НХР}}, \quad (4.5)$$

$$M_{\text{сан}} = 0,65 M_{\text{заг}}, \quad (4.6)$$

де  $N_{i\text{зах.НХР}}$  – кількість осіб виробничого персоналу найбільшої працюючої зміни, робочі місця яких за прогнозом опиняться в межах ЗМУ, залежно від ступеня їх захисту (при  $i=1$  – на відкритій місцевості; при  $i=2$  – у виробничих приміщеннях; при  $i=3$  – у сховищах цивільного захисту, фільтровентиляційна система яких «пристосована» для захисту від впливу відповідної НХР);  $K_{i\text{зах.НХР}}$  – коефіцієнт захищеності людей залежно від їх місця знаходження та можливості скористатися засобами особистого захисту – ЗОС (визначається за даними табл. 4.6) та захисними спорудами.

Таблиця 4.6

Значення коефіцієнта  $K_{i\text{зах.НХР}}$

Місця знаходження людей	Забезпеченість протигазами, %										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
На відкритій місцевості	0,9...1	0,85	0,75	0,65	0,58	0,5	0,4	0,35	0,25	0,18	0,1
У виробничих приміщеннях	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,27	0,22	0,18	0,14	0,09	0,04
У сховищах цивільного захисту	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Можливість застосування ЗОЗ і укриття у сховищах ЦЗ навіть для тренованих співробітників об'єкта визначається величиною терміну застосування -  $T_{заст}$  (від моменту оповіщення про загрозу хімічного забруднення до моменту підходу хмари забрудненого НХР повітря):

- для застосування ЗОЗ необхідно  $T_{заст} \geq 3$  хв;
- для укриття в захисних спорудах необхідно  $T_{заст} \geq 10$  хв.

При цьому  $T_{заст} = t_{оп} + D/V_{хм НХР}$  ( $t_{оп} = 1 \dots 3$  хв).

Результати такого прогнозування слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: « $M_{заг} = \dots$  осіб» і « $M_{сан} = \dots$  осіб».

**Визначення можливої величини збитків (Зб) внаслідок досліджуваної НСТХ** рекомендується здійснювати з використанням співвідношення

$$\text{Зб} = \text{Втрати ОФ} + 18M_{сан} + 288(M_{заг} - M_{сан}). \quad (4.7)$$

Результати такого прогнозу слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: «Зб = ...».

**Визначення можливого рівня прогнозованої НСТХ** рекомендується здійснювати з використанням табл. 1.1 за даними про можливі величини ( $M_{заг} - M_{сан}$ ),  $M_{сан}$  і Зб. При цьому за остаточний результат слід вибирати «найвищий» з визначених таким способом рівнів НСТХ.

Результати такого прогнозу необхідно відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: «Рівень НС - ...».

**Перелік невідкладних робіт у зоні НС з позначенням обсягів кожної з них** повинен включати:

- розвідку ділянок робіт рятувальників –  $p_{діл}$  і маршрутів руху рятувальників –  $p_{марш}$  (де  $p_{діл} = p_{марш} = p$  – кількість елементів досліджуваного об'єкта, які «потрапили» у межі ЗМУ);
- пошук уражених ( $M_{заг}$ , осіб) і матеріальних цінностей, діставання їх із загазованих приміщень;
- надання негайної медичної допомоги ураженим ( $M_{сан}$ , осіб) та евакуація їх до лікувальних закладів;
- виведення непостраждалого персоналу ( $1630 - M_{заг}$ ) осіб, у безпечні райони;
- санітарна обробка непостраждалого персоналу ( $1630 - M_{заг}$ ) осіб;
- облаштування проїздів і проходів ( $p_{пр}$ ) на забруднених НХР ділянках території досліджуваного об'єкта;
- дегазація ділянок території, будівель (споруд), виробничих приміщень, технологічного обладнання, транспортних засобів, одягу, взуття і т. ін.



## Варіанти вихідних даних для контрольних завдань

Номер варіанта (визначається за значенням останньої цифри номера залікової книжки студента)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Загальна маса хлору, що міститься в аварійній системі – $Q_0$ , т	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48

### **Практичне заняття № 4 „Прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайної ситуації, спричиненої аварією з викидом радіоактивних речовин”**

**Мета заняття:** засвоїти методику прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, спричинених аваріями з викидом радіоактивних речовин; оволодіти умінням з виявлення та оцінки очікуваної радіаційної обстановки, що може утворитися на території досліджуваного об'єкта, у разі виникнення надзвичайної ситуації, спричиненої радіоактивним забрудненням.

#### **Порядок виконання завдань заняття:**

1. З використанням навчального посібника засвоїти методику прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайної ситуації, спричиненої радіоактивним забрудненням.

2. Підготувати бланк „Картка очікуваної радіаційної обстановки...”.

3. За варіантом вихідних даних для надзвичайної ситуації техногенного характеру, спричиненої радіоактивним забрудненням (НСТХ СРЗ):

- виявити очікувану радіаційну обстановку, що може виникнути на території досліджуваного об'єкта внаслідок впливу радіоактивного забруднення;

- оцінити очікувану радіаційну обстановку з виконанням прогнозу екологічних і соціально-економічних наслідків цієї НСТХ СРЗ.

**Звітні документи:** оформлений бланк „Картки очікуваної радіаційної обстановки ...”

**Попереднє оформлення бланка** передбачає дописування у відповідні «пробіли» заголовку бланка (рис. 4.14) пояснювальних написів: «радіаційної»; «Павлівського авіаційного заводу»; «аварії на АЕС з викидом РР – 10503 (РВПК – 1000, 10%, Д = ... км),  $R_{НС \text{ гран.конкр}} \geq 10^{-6}$  за рік». Крім того, у рамку «Виконав» слід дописати прізвище, ініціали, номер групи, особистий підпис виконавця і дату виконання документа.

**Визначення та відображення назви первинного уражального чинника.** Первинним уражальним чинником (що створює радіаційну обстановку) є радіоактивне забруднення. Тому на вільній від інших

зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» слід дописати пояснювальний напис у вигляді: «Первинний уражальний чинник – радіоактивне забруднення».

**Визначення та відображення місця розташування та основних характеристик джерела уражального чинника.** Джерелом уражального чинника є аварійний ядерно-енергетичний реактор (ЯЕР) типу РВПК-1000 (реактор великої потужності, каналний, з енергетичним потенціалом 1000 МВт), на якому за прогнозом може статись аварія з викидом 10% радіоактивних речовин з активної зони. Згідно з «Характеристикою досліджуваного об'єкта», атомна електростанція розташована у сусідній області, північніше території Павлівського авіаційного заводу, на відстані  $D$ , км, від неї. В «Характеристиці ...» також вказано, що для Павлівської області характерні північні пануючі вітри із середньою швидкістю –  $V_{\text{пан}} = 7$  м/с. Отже, найтяжкішими будуть наслідки прогнозованої НСТХ у випадку, коли територія ПАЗ опиниться на осі сліду хмари повітря забрудненого РР. Тому для відображення місця розташування джерела уражального чинника рекомендується виконати такі операції:

- через умовне зображення території ПАЗ на Плані місцевості «Картки ...» «провести» (штрихпунктирною прямою чорного кольору) вісь симетрії у напрямку з півночі на південь;

- на вказаній осі (з урахуванням масштабу Плану місцевості «Картки ...») «відкласти» (від північної межі території ПАЗ на північ) значення величини  $D$ , км;

- визначене таким способом місце розташування аварійного ЯЕР відобразити на Плані місцевості з використанням тактичного знака «Радіаційна аварія» у вигляді кола діаметром 5 мм синього кольору, на внутрішньому полі якого відображені дві орбіти електронів, що взаємно перетинаються, синього кольору (у випадку, коли зображення вказаного тактичного знака «виходить» за межі бланка «Картки ...», необхідно (згідно з рекомендаціями ЄСКД) «зробити розрив осі» і таким способом «розмістити» тактичний знак у верхній ділянці Плану місцевості);

- поряд з описаним тактичним знаком виконати пояснювальний напис у вигляді дробу (у чисельнику якого записують назву аварійного ЯЕР («РВПК-1000»), прогнозований викид РР (10%) швидкість пануючих вітрів ( $V_{\text{пан}} = \dots$  м/с) і значення відстані від північної межі території ПАЗ до ЯЕР (« $D = \dots$  км»), а у знаменнику – астрономічний час (« $Ч$ ») і дату (« $Д$ ») можливого виникнення НСТХ):

$$\left\langle \frac{\text{РВПК} - 1000, 10\%, V_{\text{пан}} = \dots \text{ м / с}, D = \dots \text{ км}}{Ч - Д} \right\rangle.$$

Картка очікуваної радіаційної обстановки, що може виникнути на території  
Павлівського авіаційного заводу в результаті аварії на АЕС

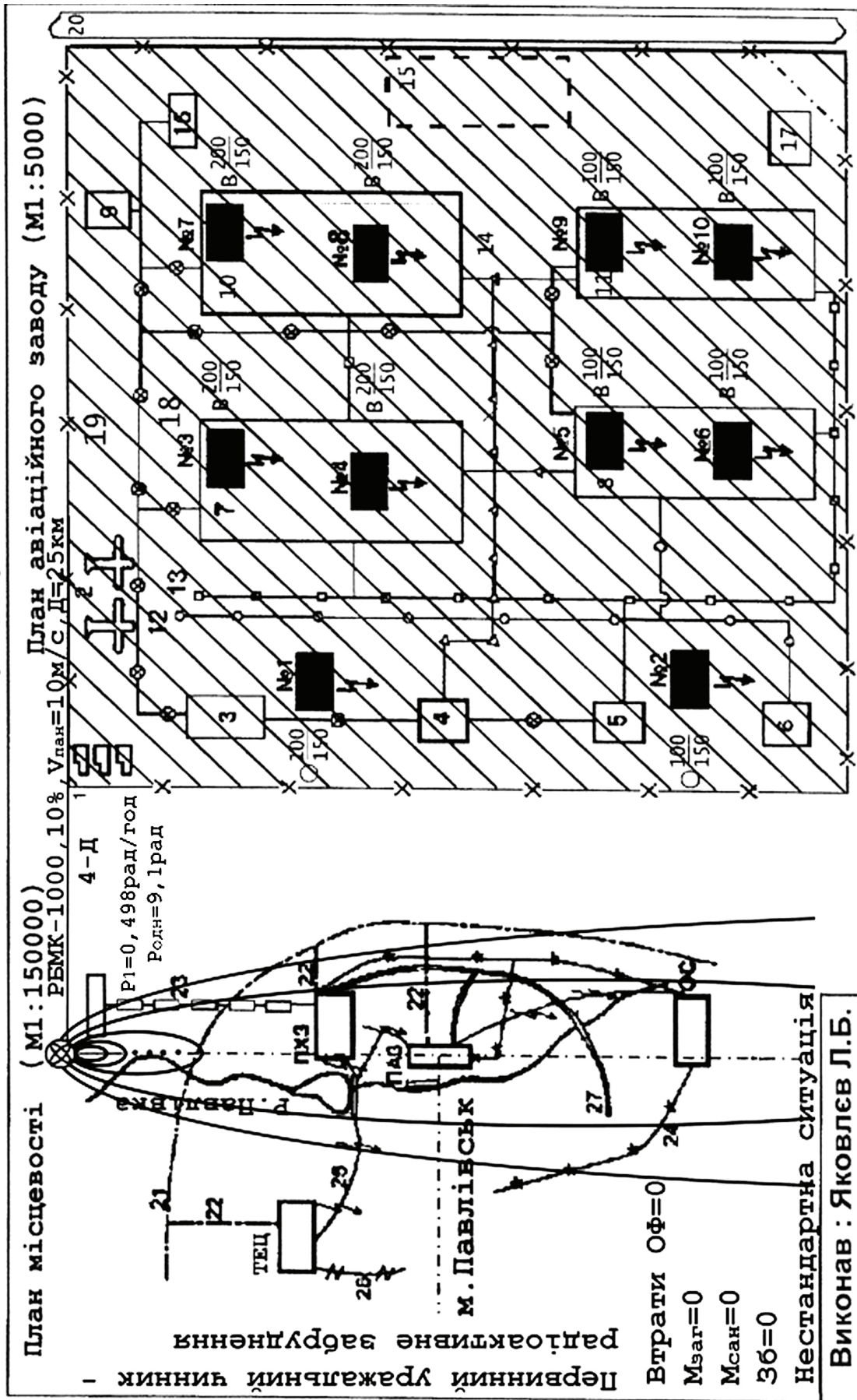


Рис. 4.14. Результати прогнозування радіаційної обстановки

**Визначення та відображення форми, геометричних розмірів і просторового розташування зовнішніх меж зони можливого радіоактивного забруднення.** Згідно з сучасною методикою, рекомендується прогнозувати п'ять зон можливого радіоактивного забруднення внаслідок аварії на АЕС:

- зону радіаційної небезпеки (зона М, на зовнішній межі якої потужність дози випромінювання на одну годину після аварії –  $P_{3M1} = 0,014$  рад/год);
- зону помірного радіоактивного забруднення (зона А,  $P_{3M1} = 0,14$  рад/год);
- зону сильного радіоактивного забруднення (зона Б,  $P_{3M1} = 1,4$  рад/год);
- зону небезпечного радіоактивного забруднення (зона В,  $P_{3M1} = 4,2$  рад/год);
- зону надзвичайно небезпечного радіоактивного забруднення (зона Г,  $P_{3M1} = 14$  рад/год).

Зовнішні межі кожної з цих зон рекомендується прогнозувати у вигляді еліпсів, «верхні» апогеї яких збігаються з центром тактичного знака «радіаційна аварія», а великі осі – з напрямком пануючих вітрів.

Отже, виявлення очікуваної радіаційної обстановки, що може виникнути на території Павлівського авіаційного заводу у разі реалізації досліджуваної НСТХ, зводиться до відображення на Плані місцевості «Картки ...» зовнішніх меж зони М (червоним кольором), зони А (синім кольором), зони Б (зеленим кольором), зони В (коричневим кольором) і зони Г (чорним кольором). Це завдання виконують шляхом:

- визначення (з використанням табл. 4.7) можливого ступеня вертикальної сталості атмосфери (за даними про величину  $V_{пан}$ , м/с);
- визначення (з використанням табл. 4.8) можливої величини швидкості руху переднього фронту хмари забрудненого РР повітря –  $V_{хмРР}$  (за даними про величину  $V_{пан}$ , м/с, і ступінь вертикальної сталості атмосфери);
- визначення (з використанням табл. 4.9) величин великої осі (ВВ, км) і малої осі (МВ, км) еліпсів кожної із зон радіоактивного забруднення (за даними про величину викиду РР, %; ступінь вертикальної сталості атмосфери (інверсія, ізотермія чи конвекція); величину  $V_{хмРР}$ );
- відображення (відповідним кольором) на Плані місцевості «Картки ...» зовнішніх меж (або їх фрагментів) зон радіоактивного забруднення. При цьому «побудову» еліпсоподібних зовнішніх меж кожної із зон радіоактивного забруднення здійснюють стандартним способом (за даними про величини ВВ, км, і МВ, км).

За результатами такого прогнозування слід визначити, у якій із зон радіоактивного забруднення опиниться територія Павлівського авіаційного заводу, і отриману інформацію відобразити,

заштрихувавши План авіаційного заводу «Картки...» нахиленими паралельними штриховими прямими відповідного кольору.

**Визначення можливої величини потужності дози радіоактивного забруднення ( $P_1$ , рад/год) території досліджуваного об'єкта здійснюють з використанням табл. 4.10 (за даними про величину відстані від аварійного ЯЕР-Д, км; ступінь вертикальної сталості атмосфери; величину  $V_{\text{хмPP}}$ , м/с).**

Таблиця 4.7

Ступені вертикальної сталості атмосфери

V, м/с	День			Ніч	
	Хмарність			Хмарність	
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	середня або суцільна
1	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	ізотермія
2	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	ізотермія
3	конвекція	ізотермія	ізотермія	інверсія	ізотермія
4	конвекція	ізотермія	ізотермія	інверсія	ізотермія
5	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія
6 і більше	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

Таблиця 4.8

Швидкість руху переднього фронту хмари повітря, забрудненого РР -  $V_{\text{хмPP}}$

V, м/с	<2	2	3	4	5	6	>6
$V_{\text{хмPP}}$ , м/с	Конвекція						
	2	2	3	–	–	–	–
	Ізотермія						
	–	–	5	5	5	10	10
	Інверсія						
–	5	10	10	–	–	–	

Таблиця 4.9

Розміри зон радіоактивного забруднення місцевості на сліді радіоактивної хмари при аварії на АЕС з ЯЕР типу РВПК-1000

Викид РР, %	Індекс зони	Конвекція $V_{\text{хмPP}} = 2$ м/с		Ізотермія $V_{\text{хмPP}} = 5$ м/с		Ізотермія $V_{\text{хмPP}} = 10$ м/с		Інверсія $V_{\text{хмPP}} = 5$ м/с		Інверсія $V_{\text{хмPP}} = 10$ м/с	
		ВВ, км	МВ, км	ВВ, км	МВ, км	ВВ, км	МВ, км	ВВ, км	МВ, км	ВВ, км	МВ, км
3	М	62,6	12,1	145	8,42	135	5,99	126	3,63	125	3,04
3	А	14,1	2,75	34,1	1,74	26	1,04	-	-	-	-

Закінчення табл. 4.9

Викид РР, %	Індекс зони	Конвекція $V_{\text{ХМ РР}} = 2 \text{ м/с}$		Ізотермія $V_{\text{ХМ РР}} = 5 \text{ м/с}$		Ізотермія $V_{\text{ХМ РР}} = 10 \text{ м/с}$		Інверсія $V_{\text{ХМ РР}} = 5 \text{ м/с}$		Інверсія $V_{\text{ХМ РР}} = 10 \text{ м/с}$	
		ВВ, км	МВ, км	ВВ, км	МВ, км	ВВ, км	МВ, км	ВВ, км	МВ, км	ВВ, км	МВ, км
3	Б	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	В	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	М	140	29,9	270	18,2	272	14	241	7,86	239	6,81
10	А	28	5,97	75	3,92	60	2,45	52	1,72	42	1,18
10	Б	6,89	0,85	17,4	0,69	11	0,32	-	-	-	-
10	В	-	-	5,8	0,11	-	-	-	-	-	-
10	Г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	М	249	61,8	481	31,5	432	28	430	14	441	12
30	А	62,6	12,1	145	8,42	135	5,99	126	3,63	115	3,04
30	Б	13,9	2,7	33,7	1,73	25	1,02	-	-	-	-
30	В	6,96	0,87	17,6	0,69	12	0,33	-	-	-	-
30	Г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 4.10

Потужність дози радіації на осі сліду радіоактивної хмари  
через одну годину після аварії на АЕС (ЯЕР типу РВПК-1000, 10%)  
–  $P_1$ , рад/год

Відстань від аварійного ЯЕР-Д, км	Конвекція	Ізотермія		Інверсія	
	$V_{\text{ХМ РР}} = 2 \text{ м/с}$	$V_{\text{ХМ РР}} = 5 \text{ м/с}$	$V_{\text{ХМ РР}} = 10 \text{ м/с}$	$V_{\text{ХМ РР}} = 5 \text{ м/с}$	$V_{\text{ХМ РР}} = 10 \text{ м/с}$
5	1,89	4,5	2,67	0,0224	0,00001352
10	0,643	2,62	1,6	0,0210	0,0136
20	0,212	1,01	0,64	0,213	0,142
30	0,122	0,546	0,355	0,303	0,212
40	0,0849	0,361	0,236	0,302	0,221
50	0,0632	0,256	0,177	0,245	0,187
100	0,0230	0,0870	0,0691	0,0769	0,0661
200	0,00713	0,0268	0,0233	0,0214	0,0207
300	0,00322	0,0120	0,0115	0,00975	0,00994
400	0,00175	0,00548	0,00869	0,00551	0,00578
500	0,00105	0,00357	0,00430	0,00352	0,00376
600	0,000837	0,00256	0,00295	0,00244	0,00263
700	0,000314	0,00183	0,00212	0,00178	0,00194
800	0,000218	0,00137	0,00148	0,00136	0,00149
900	0,000177	0,00107	0,00116	0,00107	0,00117
1000	0,000163	0,000849	0,00092	0,000869	0,00095

Результати такого прогнозу слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: « $P_1 = \dots$  рад/год».

**Визначення можливої величини однократної (тобто поглинутої за 4 доби з моменту початку ( $t_{\text{поч}}$ , год) радіоактивного опромінювання внаслідок аварії на АЕС) дози опромінювання ( $D_{\text{одн}}$ , рад) рекомендується здійснювати з використанням співвідношення**

$$D_{\text{одн}} = 2P_1 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_{\text{поч}}}), \quad (4.8)$$

де  $t_{\text{поч}}$  – час, що пройшов з моменту аварії на АЕС до моменту підходу радіоактивної хмари до межі досліджуваного об'єкта, год ( $t_{\text{поч}} = D/V_{\text{хм.рр}}$ );  $t_k$  – момент часу, коли минуло 4 доби з початку опромінювання на території досліджуваного об'єкта, год ( $t_k = t_{\text{поч}} + 96$  год).

Отриману таким способом інформацію слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: « $D_{\text{одн}} = \dots$  рад».

**Визначення можливої величини втрати основних фондів** рекомендується виконувати з використанням співвідношення

$$\text{Втрати ОФ} = \Sigma \text{ вартість пошкоджених ОФ/МЗП}, \quad (4.9)$$

де  $\Sigma$  вартість пошкоджених ОФ – сумарна вартість пошкоджених (внаслідок впливу іонізуючих випромінювань) основних фондів, тис. грн; МЗП – мінімальна заробітна плата, тис. грн.

При цьому слід врахувати, що радіаційне пошкодження отримують технологічне обладнання, транспортні засоби, інші матеріальні об'єкти, до складу яких входять елементи оптичної та електричної техніки, а ступінь радіаційного пошкодження (початкова зміна параметрів цих елементів або виведення їх з ладу) визначається потужністю дози радіації (у місці розташування елементів) та величиною однократної поглинутої дози ( $P_{\text{поч}}$ ,  $D_{\text{одн.поч}}$  і  $P_{\text{вив}}$ ,  $D_{\text{одн.вив}}$ ).

Тому при здійсненні прогнозу щодо можливої величини втрат ОФ роботу виконують у такій послідовності:

- визначають перелік видів технологічного обладнання, транспортних засобів і т. ін. (до складу яких входять елементи електронної та оптичної техніки) та вартість основних фондів елементів досліджуваного об'єкта, де використовується це обладнання;

- для кожного з цих видів обладнання знаходять перелік конкретних уразливих (від впливу іонізуючого випромінювання) складових (тобто транзисторів, мікросхем, інтегральних схем, інших радіо- та оптичних деталей);

- з використанням даних табл. 4.11 визначають можливий ступінь пошкодження кожної з уразливих електронних та оптичних деталей згаданих видів обладнання і формулюють висновок про повну чи

тимчасову втрату ОФ конкретних елементів досліджуваного об'єкта (бо при початковій зміні параметрів електронних деталей їх працездатність може відновитися через кілька тижнів після дезактивації обладнання, виробничих приміщень, будівель, споруд, території об'єкта).

Таблиця 4.11

Величини однократної поглинутої дози -  $D_{\text{одн.пoch}}$ , рад,  
і потужності дози -  $P_{\text{пoch}}$ , рад/год, зовнішнього  
гамма-опромінювання, вплив яких призводить  
до початкової зміни параметрів елементів електронної техніки

Елементи і матеріали електронної техніки	$D_{\text{одн.пoch}}$ , рад	$P_{\text{пoch}}$ , рад/год
Транзистори, напівпровідникові діоди загального призначення	$10^4 \dots 10^5$	$3,6 \cdot 10^5$
Мікросхеми	$10^5$	$3,6 \cdot 10^7$
Інтегральні схеми	$5 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^8$
Радіолампи		$1,8 \cdot 10^{10}$
Конденсатори	$10^7 \dots 10^9$	$3,6 \cdot 10^9$
Резистори	$10^7 \dots 10^9$	$3,6 \cdot 10^9$
Тиратрони		$3,6 \cdot 10^{10}$
Іскрові розрядники	$10^5$	$3,6 \cdot 10^8$
Випрямлячі	$10^6$	$1,8 \cdot 10^9$
Елементи інфрачервоної техніки, оптичні прилади, фотоелементи, оптичне скло, сонячні батареї	$10^5 \dots 10^6$	$3,6 \cdot 10^9$
Електричні батареї		$1,8 \cdot 10^{10}$
Магнітні матеріали		$3,6 \cdot 10^{10}$
Діелектричні матеріали	$10^{10}$	$10^4$
Органічні матеріали	$10^8$	$10^5$
Кераміка	$10^{18} \dots 10^{20}$	$10^6$
Напівпровідники	$10^5 \dots 10^6$	$10^5$

*Примітка.* Вихід з ладу зазначених елементів (матеріалів) відбувається від впливу  $D_{\text{одн.вив}} \approx 10^2 D_{\text{одн.пoch}}$  і  $P_{\text{вив}} \approx 10^2 P_{\text{пoch}}$ .

Отриману таким способом інформацію слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: «Втрати ОФ = ...».

**Визначення можливої величини загальних ( $M_{\text{заг,осіб}}$ ) втрат виробничого персоналу** рекомендується здійснювати з використанням співвідношення

$$M_{\text{заг}} = N_{\text{незах}} \cdot K_{\text{р.втр}}(D_{\text{одн}}) + N_{\text{вир.пр}} \cdot (D_{\text{одн}}/K_{\text{зах}}), \quad (4.10)$$

де  $N_{\text{незах}}$  – кількість осіб виробничого персоналу найбільшої працюючої зміни (НПЗ), робочі місця яких розташовані на відкритій місцевості, осіб;  $N_{\text{вир.пр}}$  – кількість осіб виробничого персоналу НПЗ, робочі місця яких розташовані у виробничих приміщеннях (з коефіцієнтом



послаблення іонізуючих випромінювань  $K_{зах} = 7$ ), осіб;  $K_{р.втр} (D_{одн})$  і  $K_{р.втр} (D_{одн}/K_{зах})$  – значення коефіцієнтів радіаційних втрат осіб виробничого персоналу залежно від величини поглинутої ними однократної дози зовнішнього іонізуючого опромінювання. Величини  $K_{р.втр} (D_{одн})$  і  $K_{р.втр} (D_{одн}/K_{зах})$  визначають з використанням даних табл. 4.12

Таблиця 4.12

Коефіцієнти радіаційних втрат серед осіб виробничого персоналу (населення) -  $K_{р.втр}$ , осіб, від впливу зовнішнього опромінювання на сліди радіоактивного забруднення (залежно від величини поглинутої дози опромінювання –  $D_{погл}$ , рад)

$D_{погл}$ , рад	Тривалість опромінювання					
	До 4 діб	7 діб	10 діб	20 діб	30 діб	60 діб
0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0
125	0,05	0,03	0,02	0	0	0
150	0,15	0,1	0,07	0,05	0	0
175	0,3	0,25	0,2	0,1	0,05	0
200	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
225	0,7	0,6	0,5	0,35	0,25	0,03
250	0,85	0,7	0,65	0,5	0,35	0,05
275	0,95	0,85	0,8	0,65	0,5	0,07
300	1,0	0,98	0,95	0,8	0,65	0,1
325	1,0	1,0	0,98	0,9	0,8	0,15
350	1,0	1,0	1,0	0,95	0,9	0,18
400	1,0	1,0	1,0	1,0	0,95	0,2
500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,3
600	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5
700	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7
800	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
900	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Враховуючи, що при  $D_{одн} = (100...250)$  рад люди отримують гостру променеви хворобу першого ступеня (смертність відсутня), при  $D_{одн} = (250...400)$  рад – другого ступеня (смертність внаслідок ускладнень до 20%), при  $D_{одн} = (400...700)$  рад – третього ступеня (смертність до 50%), при  $D_{одн} > 700$  рад – четвертого ступеня (смертність до 100%), рекомендується можливу величину санітарних втрат ( $M_{сан}$ , осіб) визначити з використанням таких співвідношень:

- при  $D_{одн} \leq 250$  –  $M_{сан} = M_{заг}$ ;
- при  $D_{одн} = (250...400)$  рад –  $M_{сан} \geq 0,8 N_{незах} \cdot K_{р.втр} \cdot (D_{одн}) + N_{вир.пр} \times K_{р.втр} \cdot (D_{одн}/7)$ ;
- при  $D_{одн} = (400...700)$  рад –  $M_{сан} \geq 0,5 N_{незах} \cdot K_{р.втр} \cdot (D_{одн}) + N_{вир.пр} \times K_{р.втр} \cdot (D_{одн}/7)$ ;
- при  $D_{одн} > 700$  рад –  $M_{сан} \geq N_{вир.пр} K_{р.втр} (D_{одн}/7)$ .

Результати такого прогнозування слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювальних написів у вигляді: « $M_{\text{заг}} = \dots$  осіб» і « $M_{\text{сан}} = \dots$  осіб».

**Визначення можливої величини збитків (Зб) внаслідок НСТХ** рекомендується здійснювати з використанням співвідношення

$$\text{Зб} = \text{Втрати ОФ} + 18M_{\text{сан}} + 288 \cdot (M_{\text{заг}} - M_{\text{сан}}). \quad (4.11)$$

Результати такого прогнозу слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: «Зб = ...».

**Визначення можливого рівня прогнозованої НСТХ** рекомендується здійснювати за даними про можливі величини ( $M_{\text{заг}} - M_{\text{сан}}$ ),  $M_{\text{сан}}$  і Зб. При цьому за остаточний результат слід вибирати «найвищий» з визначених таким способом рівнів НСТХ.

Результати такого прогнозу необхідно відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки ...» з використанням пояснювального напису у вигляді: «Рівень НС - ...».

**Перелік невідкладних робіт у зоні НС з позначенням обсягів кожної з цих робіт** повинен включати:

- розвідку ділянок робіт рятувальників –  $p_{\text{діл}}$  і маршрутів руху рятувальників –  $p_{\text{марш}}$  (де  $p_{\text{діл}} = p_{\text{марш}} = p$  – кількість елементів досліджуваного об'єкта, які «потрапили» у межі ЗМУ);

- пошук уражених ( $M_{\text{заг}}$ , осіб) і матеріальних цінностей;

- надання негайної медичної допомоги ураженим ( $M_{\text{сан}}$ , осіб) та евакуація їх до лікувальних закладів;

- виведення непостраждалого персоналу ( $1630 - M_{\text{заг}}$ , осіб) у безпечні райони;

до ЯЕР («Д = ... км»), а у знаменнику – астрономічний час («Ч») і дату («Д») можливого виникнення НСТХ):

$$\left\langle \frac{\text{РВПК} - 1000, 10\%, V_{\text{пан}} = \dots \text{ м/с}, Д = \dots \text{ км}}{Ч - Д} \right\rangle; \quad (4.12)$$

- санітарна обробка непостраждалого персоналу ( $1630 - M_{\text{заг}}$ , осіб);

- облаштування проїздів і проходів ( $p_{\text{пр}}$ ) на забруднених радіоактивними речовинами ділянках території досліджуваного об'єкта;

- дезактивація ділянок території, будівель (споруд), виробничих приміщень, технологічного обладнання, транспортних засобів, одягу, взуття і т. ін.

## Варіанти вихідних даних для контрольних завдань

Номер варіанта (визначається за значенням останньої цифри номера залікової книжки студента)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Відстань від аварійного ядерно-енергетичного реактора – Д, км	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30

### 4.3.4. Прогнозування екологічних наслідків деяких видів надзвичайних ситуацій природного характеру

#### Практичне заняття №5 „Прогнозування наслідків деяких видів надзвичайних ситуацій природного характеру”

**Мета заняття:** засвоїти методику прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру, спричинених зсувом ґрунту; оволодіти умінням з виявлення та оцінки очікуваної інженерної обстановки, що може утворитися на території досліджуваного об'єкта, у разі виникнення надзвичайної ситуації, спричиненої зсувом ґрунту.

#### **Порядок виконання завдань заняття:**

1. З використанням навчального посібника засвоїти методику прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайної ситуації, спричиненої зсувом ґрунту.

2. Підготувати бланк „Картка очікуваної інженерної обстановки...”.

3. За варіантом вихідних даних для надзвичайної ситуації природного характеру, спричиненої зсувом ґрунту (НСПрХ СЗГ):

- виявити очікувану інженерну обстановку, що може виникнути на території досліджуваного об'єкта внаслідок впливу зсуву ґрунту;
- оцінити очікувану інженерну обстановку з виконанням прогнозу екологічних і соціально-економічних наслідків цієї НСПрХ СЗГ.

**Звітні документи:** оформлений бланк „Картки очікуваної інженерної обстановки...”

#### **Виявлення та оцінка очікуваної інженерної обстановки, що може виникнути на території Павлівського авіаційного заводу в результаті зсуву ґрунту**

Зсув ґрунту – це сповзаюче зміщення верхніх шарів земної поверхні під впливом сил земного тяжіння без втрати контакту з нерухомою основою (тобто більш глибокими шарами землі). Таке сповзаюче зміщення може виникнути на похилих ділянках території внаслідок природних причин (наприклад, збільшення крутизни схилів, перезволоження ґрунту таких схилів, підмив основи схилів морською або річковою водою) або внаслідок антропогенних впливів (наприклад, руйнування схилів: при облаштуванні доріг та інших видів

інженерних споруд; при вирубці лісів на схилах; при неправильному впровадженні заходів агротехніки на схилах та ін.).

За глибиною залягання шару ґрунту, що сповзає ( $H_{\text{зал}}$ , м), всі зсуви поділяються на: поверхневі зсуви -  $H_{\text{зал}} \leq 1$  м; мілкі зсуви -  $1 \text{ м} < H_{\text{зал}} \leq 5$  м; глибокі зсуви -  $5 \text{ м} < H_{\text{зал}} \leq 20$  м.

За об'ємом сповзаючого шару ( $V_{\text{с,ш}}$ , м<sup>3</sup>) всі зсуви поділяються на: малі зсуви -  $V_{\text{с,ш}} \leq 10000$  м<sup>3</sup>; великі зсуви -  $V_{\text{с,ш}} \leq 100000$  м<sup>3</sup>; дуже великі зсуви -  $V_{\text{с,ш}} \leq 1000000$  м<sup>3</sup>.

**Попереднє оформлення бланка передбачає** дописування у відповідні “пробіли” заголовку бланка (рис. 4.15) пояснювальних написів: “інженерної”, “Павлівського авіаційного заводу”, “зсуву ґрунту – 20103 ( $H_{\text{зал}} = 5$  м,  $V_{\text{с,ш}} < 10^4$  м<sup>3</sup>, глина)  $R_{\text{НСгран,конкр}} > 10^{-6}$  за рік”. Крім того, у рамку “Виконав” слід дописати прізвище, ініціали, номер групи, поставити особистий підпис виконавця та дату виконання документу.

**Визначення і відображення первинного вражального чинника.** Первинним уражальним чинником надзвичайних ситуацій природного характеру, спричинених зсувами – 20103 (який створює інженерну обстановку на досліджуваному об'єкті), є **механічний вплив рухомих мас ґрунту** або гірських порід. Тому на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості “Картки очікуваної...обстановки...” слід дописати чорним кольором креслярським шрифтом пояснювальний напис у вигляді “Первинний уражальний чинник – механічний вплив рухомих мас ґрунту”.

**Визначення та відображення основних характеристик джерела уражального чинника.** Джерелом зазначеного уражального чинника є процеси, які відбуваються на зсувонебезпечній ділянці території у разі виникнення на ній сповзаючого зміщення верхніх шарів земної поверхні під впливом сил гравітації без втрати контакту з нерухомою основою. Основними характеристиками цього джерела є: глибина залягання шару ґрунту, що сповзає -  $H_{\text{зал}}$ , м; об'єм сповзаючого шару ґрунту  $V_{\text{с,ш}}$ , м<sup>3</sup>; назва матеріалу основи. Тому на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості “Картки...” (поблизу від тактичного знака “межа зони можливого ураження внаслідок зсуву”) слід виконати пояснювальний напис у вигляді дробу. У чисельнику цього дробу слід записати основні характеристики конкретного зсуву (наприклад, у вигляді “Зсув -  $H_{\text{зал}} = 5$  м,  $V_{\text{с,ш}} < 10^4$  м<sup>3</sup>, глина”), а у знаменнику – астрономічний час (“Ч”) і дату (“Д”) можливого виникнення НСПрХ:

$$\text{Зсув} - H_{\text{зал}} = 5\text{м}, V_{\text{с,ш}} < 10^4 \text{ м}^3, \text{ глина}$$

Ч – Д

При цьому дані про можливі (прогнозовані) величини  $H_{\text{зал}}$ , м, і  $V_{\text{с,ш}}$ , м<sup>3</sup>, здобувають у результаті геологічного дослідження (методом буріння) конкретних зсувонебезпечних ділянок місцевості.

**Визначення і відображення форми, геометричних розмірів і просторового розташування зовнішніх меж зони можливого ураження досліджуваного зсуву.** Форму, геометричні розміри і

Картка очікуваної інженерної обстановки, що може  
виникнути на території Павлівського авіаційного заводу  
в результаті зсуву – 20103 (глибина до 5 м)

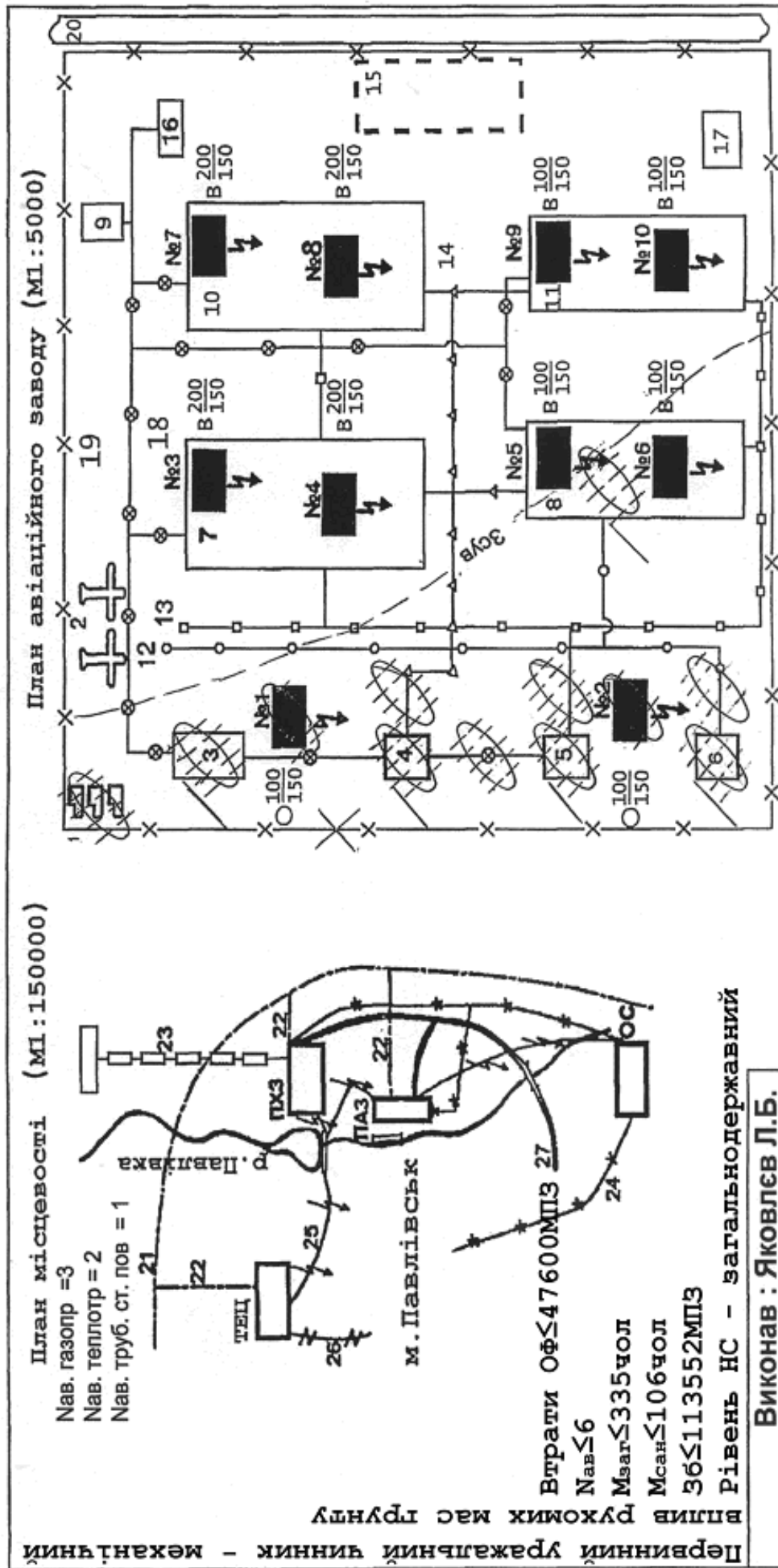


Рис. 4.15. Результати прогнозування інженерної обстановки

просторове розташування зони можливого ураження досліджуваного зсуву рекомендується вважати повністю співпадаючими з відповідними параметрами зсувонебезпечної ділянки конкретної території, які визначені за результатом геологічного дослідження цієї ділянки. Зовнішню межу ЗМУ зсуву відображають на Плані досліджуваного об'єкта "Картки..." з використанням тактичного знака у вигляді штрихової кривої синього кольору, у розриві якої чорним кольором креслярським шрифтом виконаний пояснювальний напис "Зсув".

**Визначення та відображення можливого ступеня зруйнування кожного з елементів досліджуваного об'єкта.** Механічний вплив великих мас ґрунту (або гірських порід), що сповзають, призводить до зруйнування будівель, споруд, інших матеріальних об'єктів (в тому числі і окремих природних об'єктів), які опинилися на шляху розповсюдження зсуву. Можливий ступінь зруйнування конкретних елементів досліджуваного об'єкта визначають з використанням даних табл. 4.13 та інформації про прогнозовану величину,  $H_{зал, м}$ , конкретного досліджуваного зсуву.

Таблиця 4.13

Ступені зруйнування елементів  
(упродовж першої години після початку зсуву, залежно від глибини залягання шару ґрунту, що сповзає  $H_{зал, м}$ )

Найменування елементів	Руйнування			
	слабке	середнє	сильне	повне
Масивні промислові будівлі з металевим каркасом і крановим обладнанням вантажопідйомністю 60...100 т	1,0...2,0	2,1...5,0	5,1...10,0	>10,0
Масивні промислові будівлі з металевим каркасом і крановим обладнанням вантажопідйомністю 20...50 т	1,0...2,0	2,1...4,0	4,1...8,0	>8,0
Будівлі цегляні одно- і двоповерхові	≤1,0	1,1...2,0	2,1...5,0	>5,0
Котельні	≤1,0	1,1...2,0	2,1...3,0	>3,0
Залізобетонні огорожі	-	<1,0	1,1...2,0	>2,0
Газгольдери та наземні резервуари	≤1,0	1,1...2,0	2,1...3,0	>3

Найменування елементів	Руйнування			
	слабке	середнє	сильне	повне
Трансформаторні підстанції закритого типу	≤1,0	1,1...2,0	2,1...3,0	>3,0
Захисні споруди класу А-IV	1,1...2,0	2,1...5,0	5,1...10,0	>10
Захисні споруди класу А-III	2,1...3,0	3,1...5,0	5,1...10,0	>10
Шосейні дороги з асфальтовим покриттям	≤1,0	1,1...2,0	2,1...3,0	>3,0
Злітно-посадкові смуги (бетоновані)	≤1,0	1,1...2,0	2,1...3,0	>3,0
Залізничні колії	≤1,0	1,1...2,0	2,1...3,0	>3,0
Заглиблені КЕМ (водопровід, теплотраса, каналізація, газопровід)	≤1,0	1,1...2,0	2,1...5,0	>5,0
Трубопроводи на металевих і залізобетонних естакадах	<1,0	1,0...2,0	2,1...3,0	>3,0
Кабельні підземні лінії	-	≤1,0	1,1...2,0	>2,0
Кабельні наземні лінії	-	≤1,0	1,1...2,0	>2,0
Повітряні ЛЕП високої напруги	-	≤1,0	1,1...2,0	>2,0

Визначені таким способом ступені можливого зруйнування кожного з елементів відображають на Плані досліджуваного об'єкта "Картки очікуваної інженерної обстановки..." з використанням тактичних знаків синього кольору у вигляді:

- двох нахилених прямих (довжиною 10...15 мм кожна), що взаємно перетинаються у разі можливого повного зруйнування елемента;
- нахиленого овалу (велика вісь якого має довжину 10...15 мм) з поперечними рисками (довжина кожної з них і відстань між ними становлять 3...4 мм) – у разі сильного зруйнування;
- двох нахилених взаємно паралельних прямих (кожна довжиною 10..15 мм) з поперечними рисками (довжина кожної з них і відстань між ними становлять 3...4 мм) – у разі середнього зруйнування;

- нахиленої прямої (довжиною 10...15 мм) з поперечними рисками (довжина кожної з них і відстань між ними становлять 3...4 мм) у разі слабкого зруйнування.

Вказані тактичні знаки слід “наносити” на умовні зображення конкретних елементів на Плані досліджуваного об’єкта “Картки очікуваної інженерної обстановки...” (зберігаючи постійність нахилу прямих).

Слід також відзначити, що:

- при слабкому зруйнуванні будівлі (споруди) пошкоджується її дах, руйнується заповнення вікон і дверей, починають руйнуватися не-несучі перегородки між сусідніми приміщеннями, частково руйнується штукатурне покриття, а тому в цих приміщеннях люди можуть отримати травми і поранення, а обладнання і майно можуть бути пошкодженими;

- при середньому зруйнуванні будівлі (споруди) до ознак слабкого зруйнування додається повне зруйнування даху будівлі, повне зруйнування ненесучих стін і перекриттів, повне зруйнування штукатурного покриття (внаслідок чого в будівлі може виникнути пожежа через пошкодження електромережі); тому в цих приміщеннях люди можуть загинути або отримати травми, поранення, опіки та отруєння чадним газом, а обладнання і майно – зруйнується;

- при сильному зруйнуванні не зруйнованими повністю залишаються тільки несучі стіни першого поверху, всі інші елементи будівлі перетворюються в завал, люди гинуть і отримують ураження, опіки, отруєння, опиняються під завалом, а обладнання і майно руйнуються;

- при повному зруйнуванні вся будівля перетворюється в уламки будівельних конструкцій, які утворюють завал, тому люди гинуть, отримують тяжкі травми, поранення, опіки та отруєння, опиняються під завалом, а обладнання – руйнується.

Місця можливого виникнення завалів відображають на Плані досліджуваного об’єкта “Картки очікуваної інженерної обстановки...” за допомогою тактичного знака синього кольору у вигляді нахиленої прямої довжиною 1,0...15 мм, який “носять” біля умовного позначення будівлі (споруди, де прогнозується сильне або повне зруйнування. Поряд з тактичним знаком завалу виконують пояснювальний напис у вигляді дробу (у чисельнику якого вказують висоту завалу –  $H_{зав}$ , м, а у знаменнику – його довжину -  $D_{зав}$ , м, і ширину -  $Ш_{зав}$ , м):

$$\frac{H_{зав}}{D_{зав} - Ш_{зав}}$$

При цьому величини висоти, довжини і ширини можливого завалу визначають з використанням співвідношень:

$$H_{зав} \leq 0,5 H_{буд}, \quad (4.13)$$



$$D_{зав} \leq D_{буд} + H_{буд}, \quad (4.14)$$

$$Ш_{зав} \leq Ш_{буд} + H_{буд}, \quad (4.15)$$

де  $D_{буд}$ ,  $Ш_{буд}$  і  $H_{буд}$  - довжина, ширина і висота будівлі, м (на місці якої прогнозується утворення завалу).

Повні, сильні (а іноді й середні) зруйнування будівель (споруд, трубопроводів, підземних кабелів, повітряних ліній тощо) можуть спричиняти аварії, які супроводжуються виникненням вторинних надзвичайних ситуацій техногенного характеру, внаслідок вторинних пожеж (вибухів) – 10200, аварій з викидом РР – 10500 тощо. Результати такого прогнозу відображають на Плані досліджуваного об'єкта “Картки очікуваної інженерної обстановки...” шляхом виконання поряд з умовним позначенням будівлі (споруди, трубопроводу, електрокабелю і т. ін.), де прогнозується повне, сильне чи середнє зруйнування, пояснювального напису у вигляді номера коду сфери виникнення відповідної вторинної НСТХ.

**Визначення та відображення кількості можливих аварій на конкретних видах комунально-енергетичних мереж (КЕМ) і технологічних мереж (ТМ) здійснюється з використанням співвідношення**

$$N_{ав.конкр} КЕМ (ТМ) = L_{повн} \cdot C_{повн} + L_{сильн} \cdot C_{сильн} + L_{сер} \cdot C_{сер}, \quad (4.16)$$

де  $N_{ав.конкр} КЕМ (ТМ)$  – кількість аварій, що прогнозується на конкретному виді КЕМ чи ТМ (наприклад, на газопроводі або на теплотрасі або електрокабелі тощо), ав.;  $L_{повн}$ ,  $L_{сильн}$ ,  $L_{сер}$  - довжина ділянки конкретної КЕМ чи ТМ (яка за прогнозом може отримати повне, сильне або середнє зруйнування), км;  $C_{повн}$ ,  $C_{сильн}$ ,  $C_{сер}$  - коефіцієнти, значення яких залежить від ступеня зруйнування конкретної ділянки КЕМ чи ТМ:  $C_{повн} = 12$  ав/км,  $C_{сильн} = 6$  ав/км,  $C_{сер} = 4$  ав/км.

Результати такого розрахунку округляють до більшого цілого числа та відображають на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості “Картки очікуваної інженерної обстановки...” у вигляді пояснювального напису, наприклад:

$$“N_{ав.газопров} = \dots ав”, “N_{ав.теплотр} = \dots ав”, “N_{ав.електрокаб} = \dots ав”.$$

**Визначення та відображення можливої величини втрати основних фондів (ОФ) досліджуваного об'єкта внаслідок первинної НСПрХ рекомендується виконувати з використанням співвідношення**

$$Втрати ОФ = \left[ \begin{array}{l} 1,0 \cdot (\sum ВОФ_{повн}) + 0,7 \cdot (\sum ВОФ_{сильн}) + \\ + 0,4 \cdot (\sum ВОФ_{сер}) + 0,2 \cdot (\sum ВОФ_{сл}) \end{array} \right] / МЗП, \quad (4.17)$$

де  $\Sigma \text{ВОФ}_{\text{повн}}$ ,  $\Sigma \text{ВОФ}_{\text{сильн}}$ ,  $\Sigma \text{ВОФ}_{\text{сер}}$ ,  $\Sigma \text{ВОФ}_{\text{сл}}$  – сумарні вартості основних фондів, тис. грн, елементів досліджуваного об'єкта, які за прогнозом отримують повні, сильні, середні, слабкі зруйнування відповідно; МЗП – величина мінімальної заробітної плати, тис. грн.

Результати такого розрахунку слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості “Картки...” з використанням пояснювального напису у вигляді “Втрати ОФ = ...МЗП”.

**Визначення та відображення можливої величини загальних ( $M_{\text{заг}}$ , осіб) і санітарних ( $M_{\text{сан}}$ , осіб) втрат виробничого персоналу (населення).** Людей, що знаходяться з початком зсуву у виробничих приміщеннях, уражають уламки будівельних конструкцій, уражальні чинники пожеж та інших вторинних НСТХ. При цьому до санітарних втрат відносять тих, хто внаслідок впливу вражальних чинників може отримати травми, поранення, опіки, отруєння і т. ін., а до загальних втрат – ще й людей, які можуть загинути. Можливі величини загальних і санітарних втрат рекомендується визначати з використанням співвідношень:

$$M_{\text{заг}} = 1,0 (\Sigma N_{\text{повн}}) + 0,8 (\Sigma N_{\text{сильн}}) + 0,12 (\Sigma N_{\text{сер}}) + 0,08 (\Sigma N_{\text{сл}}), \quad (4.18)$$

$$M_{\text{сан}} = 0,3 (\Sigma N_{\text{повн}}) + 0,2 (\Sigma N_{\text{сильн}}) + 0,09 (\Sigma N_{\text{сер}}) + 0,03 (\Sigma N_{\text{сл}}), \quad (4.19)$$

де  $(\Sigma N_{\text{повн}})$ ,  $(\Sigma N_{\text{сильн}})$ ,  $(\Sigma N_{\text{сер}})$ ,  $(\Sigma N_{\text{сл}})$  – сумарна кількість осіб виробничого персоналу найбільшої працюючої зміни, що можуть знаходитись у будівлях (спорудах), де прогнозується повне, сильне, середнє, слабке зруйнування осіб.

Результати таких розрахунків слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості “Картки...” з використанням пояснювальних написів у вигляді “ $M_{\text{заг}} = \dots$  осіб” і “ $M_{\text{сан}} = \dots$  осіб”

**Визначення та відображення можливої величини збитків (Зб, МЗП) внаслідок надзвичайної ситуації** рекомендується здійснювати з використанням співвідношення

$$\text{Зб} = \text{Втрати ОФ} + 18 M_{\text{сан}} + 288 (M_{\text{заг}} - M_{\text{сан}}). \quad (4.20)$$

Результати такого розрахунку відображають на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості «Картки...» з використанням пояснювального напису у вигляді : «**Зб=...МЗП**».

**Визначення і відображення переліку та обсягу невідкладних робіт у зоні НС** виконують на зворотному боці бланка “Картки...” за таким зразком:

Перелік та обсяг невідкладних робіт у зоні НС:

1. Розвідка ділянок робіт рятувальників ( $n_{\text{діл}} = \dots$ ) та визначення безпечних маршрутів ( $n_{\text{маршр}} = \dots$ ) руху рятувальників;

2. Локалізація і гасіння вторинних пожеж, що можуть виникнути на ділянках робіт рятувальників або маршрутах руху рятувальників ( $n_{\text{пож}} = \dots \text{пож}$ ), де  $n_{\text{пож}} = n_{\text{повн}} + n_{\text{сильн}} + n_{\text{сер}}$ .

3. Локалізація аварій на газових, електроенергетичних, водопровідних, каналізаційних і технологічних мережах ( $n_{\text{ав}} = \dots \text{ав}$ ), де  $n_{\text{ав}} = \sum N_{\text{ав.конкр}}$  КЕМ і ТМ.

4. Пошук уражених ( $n_{\text{ур}} = M_{\text{заг}}, c$ ), матеріальних і культурних цінностей і діставання їх з-під завалів, з пошкоджених і палаючих будівель (споруд), із задимлених, загазованих і затоплених приміщень.

5. Надання негайної медичної допомоги людям, що отримали травми, поранення, опіки, отруєння та ін., та евакуація їх до лікувальних закладів поза межами зони НС ( $n_{\text{нмд}} = M_{\text{сан}}, \text{осіб}$ ).

6. Організоване виведення (вивезення) непостраждалих осіб персоналу у безпечні райони ( $n_{\text{вивоз}} = \text{МНПЗ} - M_{\text{сан}}, \text{осіб}$ ).

7. Укріплення (або обрушення) будівель і конструкцій, що загрожують обвалом.

8. Виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів.

#### Варіанти вихідних даних для контрольних завдань

Номер варіанта (визначається за значенням останньої цифри номера залікової книжки студента)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глибина залягання шару ґрунту, що сповзає, $H_{\text{зал}}, \text{М}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### Практичне заняття №6 „Прогнозування екологічних наслідків надзвичайної ситуації, спричиненої сильним вітром”

**Мета заняття:** засвоїти методику прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру, спричинених сильним вітром; оволодіти умінням з виявлення та оцінки очікуваної інженерної обстановки, що може утворитися на території досліджуваного об'єкта у разі виникнення надзвичайної ситуації, спричиненої сильним вітром.

**Порядок виконання завдань заняття:**

1. З використанням навчального посібника засвоїти методику прогнозування екологічних і соціально-економічних наслідків надзвичайної ситуації, спричинених сильним вітром.

2. Підготувати бланк „Картки очікуваної інженерної обстановки...”

3. За варіантом вихідних даних для надзвичайної ситуації природного характеру, спричиненої сильним вітром (НС<sub>рХ</sub> ССВ):

- виявити очікувану інженерну обстановку, що може виникнути на території досліджуваного об'єкта внаслідок впливу сильного вітру;
- оцінити очікувану інженерну обстановку з виконанням прогнозу екологічних і соціально-економічних наслідків цієї НСПрХ ССВ.

Звітні документи: оформлений бланк „Картки очікуваної інженерної обстановки...”

**Попереднє оформлення бланка** передбачає дописування (з урахуванням інформації „Характеристики досліджуваного об'єкта”) у відповідні „пробіли” бланка (рис. 4.16) пояснювальних написів: „інженерної”; „Павлівського авіаційного заводу”; „сильного вітру – 20201 (швидкість вітру до 35 м/с)”; „R нс гран.конкр >10<sup>-6</sup>, за рік”. Крім того, у рамку „Виконав” слід дописати прізвище, ініціали, номер групи і поставити особистий підпис виконавця, а також дату оформлення документа. Всі пояснювальні написи необхідно виконувати чорним кольором, креслярським шрифтом.

**Визначення та відображення назви первинного уражального чинника НС.** Первинним уражальним чинником надзвичайних ситуацій природного характеру, спричинених сильним вітром (шквали і смерчі), є „механічний вплив спрямованого руху потоків атмосферного повітря (які переміщуються з великою (понад 25 м/с) швидкістю”. Тому на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості „Картки очікуваної інженерної обстановки...” слід виконати чорним кольором, креслярським шрифтом пояснювальний напис: „Первинний уражальний чинник – механічний вплив спрямованого руху потоків атмосферного повітря”.

**Визначення та відображення місця розташування та основних характеристик джерела цього чинника.** Джерелом уражального чинника є природні процеси, які відбуваються в атмосфері Землі на ділянках простору між центрами відповідних циклонів і антициклонів. Зважаючи на викладене, основні характеристики джерела уражального чинника відображають (на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості) поряд з Планом досліджуваного об'єкта „Картки...” з використанням пояснювального напису у вигляді дробу. У „чисельнику” дробу вказують інформацію про ймовірну максимальну швидкість вітру (за даними „Характеристики досліджуваного об'єкта”), а у „знаменнику” – інформацію про астрономічний час („Ч”) і дату („Д”) можливого виникнення прогнозованої НС, наприклад:

**„Швидкість вітру до 35м/с”.**

**Ч-Д**

Картка очікуваної інженерної обстановки, що може виникнути на території Павлівського авіаційного заводу в результаті сильного вітру – 20201 (швидкість вітру до 35 м/с)

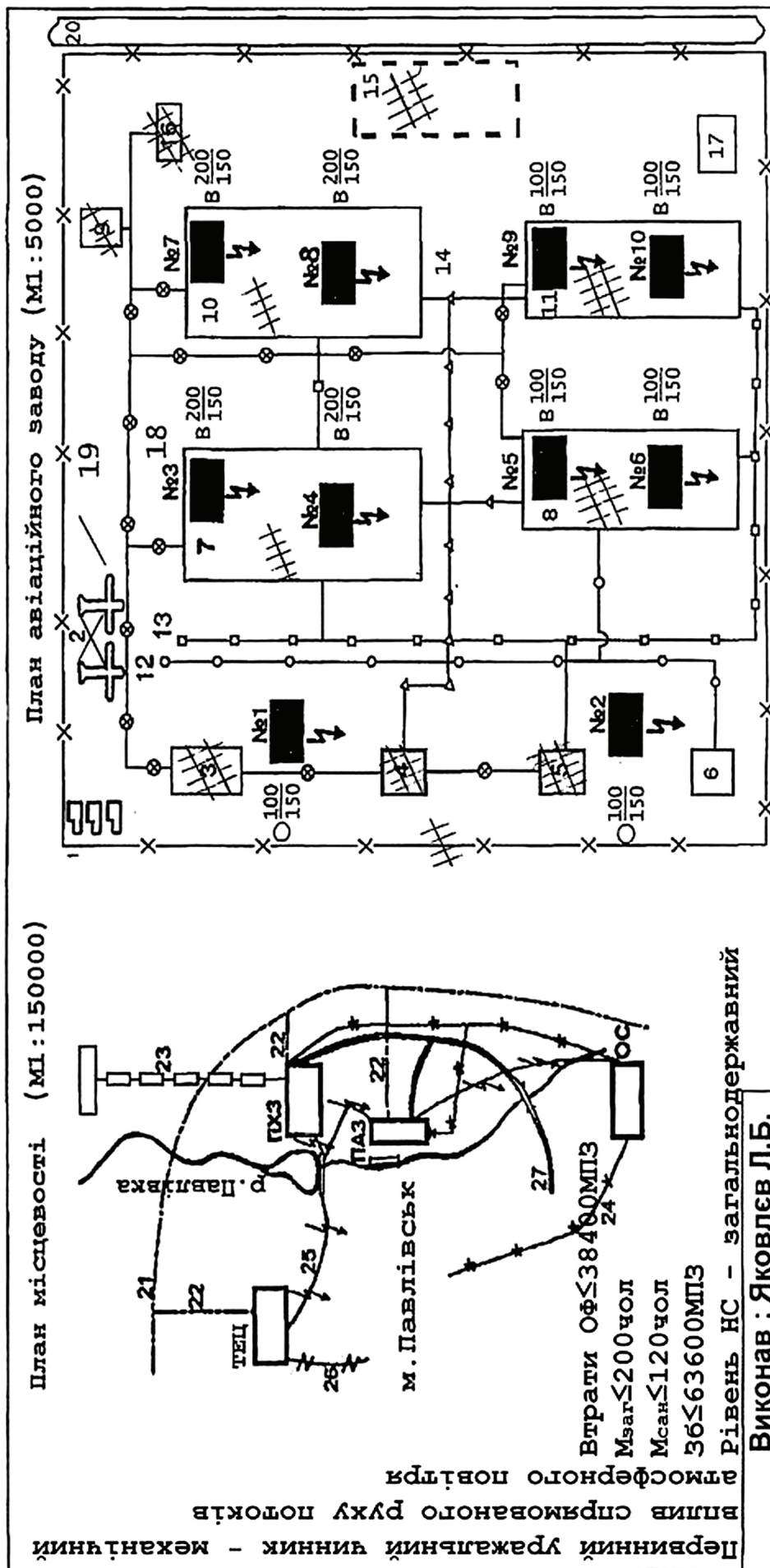


Рис. 4.16. Результати прогнозування інженерної обстановки

**Визначення та відображення можливого ступеня зруйнування кожного з елементів досліджуваного об'єкта.** Відомо, що швидкісний натиск сильного вітру і особливо його різке змінення призводять до повного, сильного, середнього чи слабого зруйнування будівель, споруд, інших штучних і природних об'єктів. При цьому ступінь зруйнування конкретного об'єкта залежить від його опороздатності до впливу сильного вітру (що визначається особливостями його будівельних конструкцій) і зростає зі збільшенням швидкості вітру –  $V_v$ , м/с.

Так, згідно з даними шкали Бофорта, вже при швидкості вітру  $V_v=18,3... 21,8$  м/с гнуться великі дерева, відламуються їх великі гілки, переміщуються легкі предмети, пошкоджуються дахи будівель. Під впливом вітру зі швидкістю  $21,9...25,1$  м/с ламаються та вириваються з коренем великі дерева, зриваються дахи будівель і споруд, а самі вони отримують значні зруйнування. Вплив вітру зі швидкістю більше, ніж  $25,0$  м/с, призводить до середніх і сильних зруйнувань навіть цегляних і залізобетонних будинків та до спустошення місцевості.

Можливий ступінь зруйнування кожного з елементів досліджуваного об'єкта рекомендується визначати за даними табл. 4.14 з використанням інформації про конструктивні особливості будівель і споруд, а також про ймовірну швидкість вітру, наведеної у розділі „Характеристика досліджуваного об'єкта”.

Таблиця 4.14

Ступені зруйнування елементів (залежно від швидкості вітру –  $V_v$ , м/с)

Найменування будівель і споруд	Зруйнування			
	слабке	середнє	сильне	повне
Масивні промислові будівлі з металевим каркасом і крановим обладнанням вантажопідйомністю 60...100 т	30...35,0	35,1...55,0	55,5...80	>80
Масивні промислові будівлі з металевим каркасом і крановим обладнанням вантажопідйомністю 20...50 т	25...30	30,1...50,0	50,1...70	>70
Будівлі цегляні одно-, двоповерхові	20...25	25,1...40,0	40,1...60,0	>60
Будівлі цегляні (або із збірних залізобетонних елементів) багатопверхові	20...35	35,1...50	50,1...60	>60

Найменування будівель і споруд	Зруйнування			
	слабке	середнє	сильне	повне
Кранове устаткування	35...40	40...55	55...65	>65
Трансформаторні підстанції закритого типу	35...45	45,1...70	70,1...100	>100.1
Залізобетонні огорожі	10...25	25,1...30	30,1...35	>35
Газгольдери та наземні резервуари	30...35	35...45	45...55	>55
Трубопроводи на металевих і залізобетонних естакадах	35...40	40,5...55	55,1...60,0	>60
Кабельні наземні лінії	25...30	30,1...40	40,1...50	>50
Повітряні ЛЕП високої напруги	30...35	35,1...45,0	45,1...60,0	>60

Визначений описаним вище способом можливий ступінь зруйнування елементів досліджуваного об'єкта рекомендується відображати з використанням тактичних знаків синього кольору у вигляді:

- двох нахилених прямих (довжиною 10...15 мм кожна), які взаємно перетинаються – у разі повного зруйнування;
- овалу з нахиленою великою віссю (довжиною 10...15 мм) та поперечними рисками (довжина на яких і відстань між ними становлять 3...4 мм) – у разі сильного зруйнування;
- двох взаємно паралельних прямих (довжиною 10...15 мм кожна) з поперечними рисками (довжина яких і відстань між ними становлять 3...4 мм) – у разі середнього зруйнування;
- нахиленої прямої (довжиною 10...15 мм) з поперечними рисками (довжина яких і відстань між ними - 3...4 мм) – у разі слабого зруйнування.

Певний із зазначених тактичних знаків (відповідно до прогнозованого ступеня зруйнування конкретної будівлі чи споруди) наносять на її умовне позначення на Плані досліджуваного об'єкта „Картки очікуваної інженерної обстановки...”. Крім того, поблизу від умовних позначень будівель і споруд (де прогнозується повне або сильне зруйнування) слід нанести тактичний знак „утворення завалу” синього кольору у вигляді нахиленої прямої довжиною 10...15 мм. Поряд з цим тактичним знаком необхідно виконати чорним кольором креслярським шрифтом пояснювальний напис у вигляді дробу. У

чисельнику цього дробу вказують висоту завалу ( $H_{зав}$ , м), а у знаменнику – його довжину ( $D_{зав}$ , м) і ширину ( $Ш_{зав}$ , м). При цьому значення величин  $H_{зав}$ ,  $D_{зав}$ ,  $Ш_{зав}$  визначають з використанням співвідношень:

$$H_{зав} \leq 0.5H_{буд}, \quad (4.21)$$

$$D_{зав} \leq D_{буд} + H_{буд}, \quad (4.22)$$

$$Ш_{зав} \leq Ш_{буд} + H_{буд}, \quad (4.23)$$

де  $H_{буд}$ ,  $D_{буд}$  і  $Ш_{буд}$  – величини висоти, довжини і ширини будівлі (на місці якої прогнозується утворення завалу), м.

**Визначення можливої величини втрати основних фондів („Втрати ОФ=... МЗП”)** рекомендується здійснювати з використанням співвідношення

$$\text{Втрати ОФ} \leq [1,0(\sum \text{ВОФ}_{повн}) + 0,7(\sum \text{ВОФ}_{сильн}) + 0,4(\sum \text{ВОФ}_{сер}) + 0,2(\sum \text{ВОФ}_{слаб})] / \text{МЗП}, \quad (4.24)$$

де  $\sum \text{ВОФ}_{повн}$ ,  $\sum \text{ВОФ}_{сильн}$ ,  $\sum \text{ВОФ}_{сер}$ ,  $\sum \text{ВОФ}_{слаб}$  – сумарні вартості основних фондів, тис. грн, елементів заводу, які за прогнозом отримують повні, сильні, середні та слабкі зруйнування відповідно; МЗП – розмір мінімальної заробітної плати, тис. грн.

Визначену таким способом можливу величину втрати основних фондів слід відображати на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості „Картки ...” з використанням пояснювального напису у вигляді „Втрати ОФ=... МЗП”, яку виконують чорним кольором креслярським шрифтом.

**Визначення можливих величин загальних ( $M_{заг}$ , осіб) і санітарних ( $M_{сан}$ , осіб) втрат виробничого персоналу (населення)** рекомендується здійснювати з використанням співвідношень:

$$M_{заг} \leq 1,0(\sum N_{повн}) + 0,8(\sum N_{сильн}) + 0,12(\sum N_{сер}) + 0,08(\sum N_{сл}), \quad (4.25)$$

$$M_{сан} \leq 0,3(\sum N_{повн}) + 0,2(\sum N_{сильн}) + 0,09(\sum N_{сер}) + 0,03(\sum N_{сл}), \quad (4.26)$$

де  $\sum N_{повн}$ ,  $\sum N_{сильн}$ ,  $\sum N_{сер}$ ,  $\sum N_{сл}$  – сумарна кількість осіб виробничого персоналу найбільшої працюючої зміни, що можуть знаходитись у будівлях (спорудах), де прогнозується повне, сильне, середнє і слабке зруйнування відповідно, а також на відкритих ділянках території, що „потрапляють” у відповідні зони зруйнувань, осіб.

Визначені описаним способом можливі величини загальних і санітарних втрат виробничого персоналу слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості „Картки...” з використанням пояснювальних написів у вигляді „ $M_{заг} \leq \dots$  осіб” і „ $M_{сан} \leq \dots$  осіб”.



**Визначення можливої величини збитків (Зб, МЗП) внаслідок надзвичайної ситуації** рекомендується здійснювати з використанням співвідношення

$$\mathbf{Зб \leq \text{Втрати ОФ} + 18M_{\text{сан}} + 288 (M_{\text{заг}} - M_{\text{сан}})} \quad (4.28)$$

Визначену таким способом можливу величину збитків внаслідок НС слід відобразити на вільній від інших зображень ділянці Плану місцевості „Картки...” з використанням пояснювального напису у вигляді „Зб ≤... МЗП”.

**Перелік невідкладних робіт у зоні НС з позначенням обсягів кожної з них** рекомендується виконувати на зворотному боці бланка „Картки...” у такій послідовності:

- розвідка ділянок робіт рятувальників –  $n_{\text{діл}} = \dots$  і безпечних маршрутів руху рятувальників –  $n_{\text{маршр}} = \dots$  (де  $n_{\text{діл}} = n_{\text{маршр}} = n_{\text{повн}} + n_{\text{сильн}} + n_{\text{сер}} + n_{\text{слаб}}$ , тобто сумі будівель і споруд, які отримали зруйнування);
- локалізація і гасіння пожеж на ділянках робіт рятувальників і маршрутах руху до них ( $n_{\text{пож}} = n_{\text{повн}} + n_{\text{сильн}} + n_{\text{сер}}$ );
- локалізація аварій на газових, електричних, комунально-енергетичних і технологічних мережах –  $n_{\text{ав}}$  (де  $n_{\text{ав}}$  дорівнює сумарній кількості мереж, які від впливу сильного вітру отримали середні, сильні та повні зруйнування);
- пошук уражених ( $n_{\text{ур}} = M_{\text{заг}}$ , осіб) і матеріальних цінностей та діставання їх з-під завалів, із зруйнованих і палаючих будівель, із задимлених і загазованих приміщень;
- надання негайної медичної допомоги ураженим ( $n_{\text{нмд}} = M_{\text{сан}}$ , осіб) та евакуація їх до лікувальних закладів;
- виведення (вивезення) непостраждалого виробничого персоналу ( $1630 - M_{\text{заг}}$ , осіб) у безпечні райони;
- влаштування проїздів і проходів у завалах ( $n_{\text{пр}} = n_{\text{сильн}} + n_{\text{повн}}$ );
- пошук та знешкодження вибухонебезпечних предметів.

**Варіанти вихідних даних для контрольних завдань**

Номер варіанта (визначається за значенням останньої цифри номера залікової книжки студента)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Швидкість вітру – $V_{\text{в}}$ , м/с	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

## Бібліографічний список

1. Боков В.А., Луцник А.В. Основы экологической безопасности: Учеб. пособие. – Симферополь, 1998.
2. Журавльов Є.П. Основи сучасної екологічної безпеки: Наук. посібник. – К., 1998.
3. Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні. – К., 2003.
4. Солодкий В.Д., Товажнянський Л.Л., Сакара Ю.Д. Основи екологічної безпеки: Навч. посібник. – Х., 2002.
5. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум: Навч. посібник. – К., 2004.
6. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование: Учебник. – М., 1991.
7. Кобрін В.М., Нечипорук М.В., Яковлев Л.Б. Безпека при надзвичайних ситуаціях в аерокосмічній галузі: Підручник: У 2 ч. – Х., 2004.
8. Конституція України.
9. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища».
10. Екологія і закон: Екологічне законодавство України: У 2 т. – К., 2001.
11. Збірник законодавчих актів України про охорону навколишнього середовища: У 3 т. – Чернівці, 1996.

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1. Екологічна небезпека як визначальна категорія впливу на стан екологічної безпеки.....	6
1.1. Базовий понятійно-термінологічний апарат екологічної безпеки.....	6
1.2. Основні положення сучасної екології і ландшафтознавства – наукова база щодо виявлення усунення джерел екологічної небезпеки.....	13
1.2.1. Основні відомості про біосферу Землі.....	13
1.2.2. Основні відомості про живі організми.....	15
1.2.3. Екологічні чинники навколишнього природного середовища.....	18
1.2.4. Основні відомості про природні ресурси.....	24
1.2.5. Обмін енергією і речовинами – основа функціо- нування організмів.....	25
1.2.6. Основні відомості про спільноти живих організмів.....	33
1.2.7. Закони екології.....	35
1.2.8. Природні передумови виникнення екологічної небезпеки.....	37
1.2.9. Геосистеми регіонального рівня.....	44
1.2.10. Географічний ландшафт і геосистеми локального рівня.....	46
1.2.11. Погіршення екологічної ситуації – результат небажаної трансформації природних ландшафтів внаслідок впливу негативних екологічних чинників.....	47
1.2.12. Оптимізація структури і функцій ландшафтів.....	61
1.2.13. Структурно-функціональна побудова організму і потреби людини.....	67
Розділ 2. Міжнародні аспекти забезпечення екологічної безпеки. Законодавча та нормативно-правова база.....	71
2.1. Міжнародне екологічне співробітництво України.....	71

2.2. Законодавча база України з питань забезпечення екологічної безпеки .....	73
2.3. Державна стандартизація .....	86
2.4. Екологічна експертиза .....	100
2.5. Декларування екологічної безпеки .....	101
2.6. Державний контроль і нагляд.....	102
2.7. Ліцензування окремих видів діяльності.....	103
2.8. Екологічне страхування.....	103
2.9. Екологічний моніторинг .....	104
2.9.1. Загальні положення .....	104
2.9.2. Методи і засоби спостереження .....	110
2.9.3. Оцінка впливу на довкілля .....	116
2.9.4. Прогнозування можливих наслідків антропогенного впливу .....	117
Розділ 3. Державна система управління екологічною безпекою .....	119
3.1. Державна політика щодо екологічної безпеки .....	119
3.2. Управління екологічною безпекою в Україні .....	120
3.3. Гармонійний розвиток в Україні .....	125
Розділ 4. Виявлення і прогнозування екологічного стану довкілля ...	129
4.1. Виявлення радіоактивного забруднення.....	129
4.2. Виявлення хімічного забруднення.....	133
4.3. Прогнозування можливих екологічних наслідків надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути на об'єкті господарювання .....	140
4.3.1. Основні положення .....	140
4.3.2. Характеристика досліджуваного промислового об'єкта .....	141
4.3.3. Прогнозування екологічних наслідків деяких видів надзвичайних ситуацій техногенного характеру .....	146
4.3.4. Прогнозування екологічних наслідків деяких видів надзвичайних ситуацій природного характеру .....	163
Бібліографічний список .....	178

Кобрін Віталій Миколайович  
Клеєвська Валерія Леонідівна  
Яковлев Леонід Борисович

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА**

Редактор Є.О. Александрова

Зв. план, 2006

Підписано до друку 07.08.2006

Формат 60x84 1/16. Папір офс. № 2. Офс. друк

Ум. друк. арк. 10,1. Обл.-вид. арк. 11,37. Наклад 100 прим. Замовлення 410.

Ціна вільна

---

Національний аерокосмічний університет ім. Н.Є Жуковського

“Харківський авіаційний інститут”

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр “ХАІ”

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

e-mail: [izdat@khai.edu](mailto:izdat@khai.edu)