

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**В. В. Кручина, В. Л. Клеєвська**

**НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ  
НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

**Частина 1**

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2021

УДК 504.064(075.8)  
К84

Рецензенти: канд. техн. наук, доц. К. С. Пономарьов,  
канд. техн. наук, доц. Є. В. Карманний

**Кручина, В. В.**

К84 Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище [Текст] : навч. посіб. Ч. 1 / В. В. Кручина, В. Л. Клеєвська. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 72 с.

ISBN 978-966-662-826-1

Наведено основний теоретичний матеріал з курсу «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище». Розглянуто основні види нормування, критерії нормування якості атмосферного повітря, водного середовища, ґрунтів, продуктів харчування.

Для студентів, які навчаються за спеціальністю «Екологія».

Іл. 1. Табл. 19. Бібліогр.: 5 назв

**УДК 504.064(075.8)**

ISBN 978-966-662-826-1

© Кручина В. В., Клеєвська В. Л., 2021  
© Національний аерокосмічний  
університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», 2021

## ВСТУП

Стан здоров'я та умови життя населення багато в чому визначаються якісними показниками компонентів навколишнього природного середовища (повітря, водних об'єктів, ґрунту). За наших часів вплив виробничої, побутової, наукової, військової, освітньої та інших видів діяльності суспільства призводить до значних змін і суттєвого погіршення стану довкілля.

Забруднення навколишнього природного середовища наразі є найбільш поширеним видом антропогенного впливу, який шкодить не тільки життю і здоров'ю людей, а й екосистемам, тваринному і рослинному світу. Звичайно, вплив людини на довкілля не обмежується лише його забрудненням. Відбувається збільшення техногенного навантаження на природне середовище, виснаження природних ресурсів, знищення окремих екологічних систем.

Для забезпечення можливості самовідновлювання екологічних систем необхідно обмежити негативні впливи всіх видів діяльності людини. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище є важливою складовою системи керування природоохоронною діяльністю. Для здійснення цього виду діяльності визначають межі стійкості природних систем і передбачають рівень допустимого впливу негативних чинників на людину.

Метою нормування антропогенного навантаження на природне середовище є встановлення гранично допустимих норм антропогенних впливів, які гарантують екологічну безпеку населення, збереження генофонду, забезпечують раціональне використання і відтворення природних ресурсів в умовах постійного розвитку господарської діяльності. Антропогенний вплив – це діяльність, яка пов'язана з реалізацією економічних, рекреаційних, культурних інтересів, вносить фізичні, хімічні, біологічні зміни в навколишнє середовище.

Підготовка майбутніх фахівців-екологів передбачає вивчення ними нормативної дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», в якій розглядаються теоретичні основи нормування, види нормування, основні принципи встановлення нормативів якості навколишнього середовища, нормативів гранично допустимого впливу на навколишнє середовище при здійсненні господарської або іншої діяльності, нормативів у галузі охорони навколишнього середовища.

# 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

## 1.1. Мета, завдання і об'єкти нормування

Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище – це вид діяльності з керування довкіллям, спрямований на збереження і поліпшення якості навколишнього середовища та на охорону здоров'я людини від негативного впливу його забруднення.

Метою нормування є забезпечення науково обґрунтованого поєднання екологічних і економічних інтересів як основного суспільного процесу.

Забезпечення екологічної безпеки, здоров'я кожної окремої людини, стійкості екологічних систем – це основні завдання нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Об'єктами нормування є величини концентрацій забруднювальних речовин у навколишньому середовищі, рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного та інших шкідливих впливів, вміст шкідливих речовин у продуктах харчування, величини викидів і скидів шкідливих хімічних речовин у навколишнє середовище, рівні шкідливого впливу фізичних і біологічних чинників.

Екологічні нормативи – це науково обґрунтовані критерії максимально допустимих змін природних властивостей об'єктів нормування та максимально допустимого рівня впливу на навколишнє природне середовище господарської та іншої діяльності людського суспільства.

Указані нормативи є основою для визначення правомірності поведінки суб'єктів екологічних правовідносин, визначають ступінь ефективності виконання екологічних і правових наказів. Показники антропогенного навантаження на довкілля визначають способи реалізації екологічних прав людини, проведення екологічних експертиз, ступінь правової відповідальності за порушення екологічного законодавства, величину екологічного ризику та ін. Нормативи антропогенного навантаження на навколишнє середовище мають відображати вимоги різних споживачів і забезпечувати збереження екологічної рівноваги в природних екологічних системах у межах їх саморегуляції.

Норматив стає юридично обов'язковим з моменту його затвердження відповідними органами державної влади.

Основними напрямками нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище є санітарно-гігієнічне, екологічне і науково-технічне нормування.

Санітарно-гігієнічне нормування – розроблення системи норм, правил і регламентів для оцінювання стану навколишнього природного сере-

довища в інтересах охорони здоров'я людини і збереження генетичного фонду деяких популяцій рослинного і тваринного світу.

Екологічне нормування – розроблення системи норм, правил і регламентів допустимого навантаження на екосистеми.

Науково-технічне нормування – розроблення системи норм, правил і регламентів до джерел антропогенного впливу на навколишнє середовище.

## **1.2. Санітарно-гігієнічне нормування**

Зараз санітарно-гігієнічні нормативи є найбільш поширеною і розвинутою системою норм, правил і регламентів для оцінювання стану довкілля. Ці норми встановлюють в інтересах охорони здоров'я людини і збереження генетичного фонду певних популяцій тварин і рослин. Санітарно-гігієнічне нормування охоплює виробничу і житлово-побутову сфери життя людини. Нормативи, які встановлені і затверджені, є обов'язковими для виконання на всій території нашої держави. Гранично допустимі концентрації (ГДК) деяких шкідливих речовин у питній воді було вперше встановлено ще 1939 року. Зараз кількість встановлених ГДК для водних об'єктів різного призначення становить близько 2000. Нормування якості атмосферного повітря було розпочато 1952 року, коли було встановлено ГДК 10 забруднювальних речовин. Нині кількість речовин, для яких встановлено ГДК у повітрі, наближується до 100.

Основними характеристиками цього виду нормування є токсикант, доза, концентрація, границя шкідливої летальної дози.

Токсикант – отруйна, шкідлива для здоров'я речовина. Для оцінювання токсичності певної речовини проводять досліди на тваринах, надалі результати експериментів екстраполюють на людину.

Доза – кількість (маса) шкідливої речовини, що потрапила до організму, відносно маси тіла, мг/кг.

Концентрація – кількість речовини відносно об'єму або маси повітря, мг/м<sup>3</sup>, води, мг/л, ґрунту, мг/кг.

Летальна доза (ЛД) – смертельна доза токсиканта; доза, що спричиняє загибель організму.

Летальна концентрація (ЛК) – смертельна концентрація токсиканта.

Границя шкідливої дії – це мінімальна доза речовини, вплив якої на організм спричиняє зміни, що виходять за межі його фізіологічних та пристосувальних реакцій.

Розрізняють мінімально летальні (ЛД<sub>1-10</sub>), середньо летальні (ЛД<sub>50</sub>), абсолютно летальні (ЛД<sub>100</sub>) та інші дози. Індекси визначають ймовірність (у відсотках) виявлення певного токсичного ефекту (смерті) у групі піддослідних тварин. Важливо зазначити, що величина токсичної дози залежить від

шляху потрапляння шкідливої речовини до організму. Для характеристики токсичності речовини найчастіше застосовується  $LD_{50}$ .

Нормативи, які мають обмежувати шкідливий вплив, встановлюються і затверджуються спеціально уповноваженими органами державної влади в галузі охорони здоров'я, охорони навколишнього природного середовища. Залежно від сучасного стану розвитку науки, техніки і технологій, нормативи переглядаються і вдосконалюються з урахуванням міжнародних стандартів.

Гранично допустима концентрація – це норматив, що встановлює мінімальну концентрацію шкідливої речовини в одиниці об'єму (для повітря або води), маси (для ґрунту або харчових продуктів), площі поверхні (для ґрунту, шкіри працівника), яка, діючи протягом певного проміжку часу, практично не впливає на стан здоров'я людини і не спричиняє несприятливих наслідків у її нащадків.

Гранично допустимий рівень впливу (ГДР) (акустичного, електромагнітного, радіаційного) – це норматив, що встановлює мінімальний рівень акустичного, електромагнітного, радіаційного впливу, який, діючи протягом певного проміжку часу, не впливає на стан здоров'я людини і не спричиняє несприятливих наслідків у її нащадків.

Слід зазначити, що санітарно-гігієнічне нормування охоплює всі компоненти навколишнього природного середовища і враховує різні шляхи потрапляння шкідливої речовини до організму людини. Однак існуючі нормативи не є постійними, вони змінюються залежно від накопиченої інформації про безпечність або небезпечність конкретних речовин або фізичних впливів. Як приклад, зменшення в сотні разів величини допустимої дози іонізуючого випромінювання протягом ХХ століття, широке використання в 50-х роках минулого століття інсектициду ДДТ, який зараз відносять до небезпечних.

Для речовин, про дію яких ще не накопичено достатньо інформації для встановлення ГДК, встановлюють тимчасово допустимі концентрації (ТДК), значення яких отримані розрахунковим шляхом. ТДК рекомендують використовувати протягом двох-трьох років.

Залежно від ступеня токсичності шкідливих речовин виділяють чотири класи небезпечності. Вплив цих речовин на організм може спричинити гострі і хронічні захворювання. Певні отруйні речовини, що належать до хімічної зброї, можуть спричинити лише гострі отруєння, а деякі важкі метали – хронічні отруєння.

Для великої кількості шкідливих речовин встановлено дві гранично допустимі концентрації:

– мінімальна гранично допустима концентрація при гострому отруєнні,  $ГДК_{мг}$ ;

– мінімальна гранично допустима концентрація при хронічному захворюванні, ГДК<sub>мх</sub>.

Слід зазначити, що ГДК шкідливих речовин у різних середовищах істотно відрізняються, оскільки однакові кількості отруйної речовини по-різному впливають на організм залежно від того, звідки вони потрапили до нього, з повітря, з води або з ґрунту.

### **1.3. Екологічне нормування**

Допустиме навантаження на природні екологічні системи встановлює екологічне нормування. Згідно з положеннями Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» екологічне нормування проводять з метою встановлення обов'язкових нормативів, правил, регламентів, вимог до охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки.

Екологічний норматив антропогенного навантаження – науково обґрунтовані критерії гранично допустимого рівня антропогенних чинників, який не змінює якість довкілля або змінює її в припустимих межах і гарантує екологічну безпеку для населення.

Екологічні вимоги – комплекс положень і умов, виконання яких є необхідним для дотримання екологічних нормативів.

Екологічна норма – обов'язкові межі збереження екологічного благополуччя екосистем та їх компонентів; обмеження рівнів впливу господарської та іншої діяльності, що встановлені відповідно до природоохоронного законодавства і спрямовані на регулювання питань раціонального природокористування і охорони навколишнього середовища (екологічні нормативи, правила, регламенти, вимоги).

Екологічні нормативи – науково обґрунтовані критерії максимально допустимих змін природних властивостей об'єктів нормування та максимально допустимого рівня впливу на НПС господарської та іншої діяльності суспільства.

Екологічний норматив якості об'єктів навколишнього природного середовища (атмосферного повітря, води, ґрунту та ін.) – науково обґрунтовані загальнофізичні, біологічні, хімічні, радіаційні критерії екологічного благополуччя екологічних систем, ландшафтів, природно-територіальних комплексів.

Екологічне благополуччя екосистеми – оптимальні умови її існування, за яких забезпечується стабільність її структурних і функціональних характеристик.

Екологічному нормуванню підлягають стан природних об'єктів, їх компонентів і природних ресурсів, характер їх використання, вплив на них антропогенної діяльності.

Екологічні нормативи суттєво відрізняються від санітарно-гігієнічних, рибогосподарських та інших токсикологічних норм. Санітарно-гігієнічні та токсикологічні нормативи встановлюють для охорони здоров'я людей і збереження певних популяцій живих організмів. При екологічному нормуванні розглядають надорганізмовий рівень організації живого – популяції, сукупності, екосистеми, ландшафти, природно-територіальні комплекси та біосферу в цілому.

Сучасна концепція екологічного нормування має базуватися на концепції В. І. Вернадського про планетарну роль живої речовини і глобальну стратегію забезпечення стійкого розвитку суспільства, а сучасна методологія екологічного нормування – на ноосферних принципах взаємодії з оточуючим середовищем. На відміну від існуючої системи нормування, в центрі якої людина та її зростаючі потреби (антропоцентризм), в центрі уваги системи В. І. Вернадського – біосфера (біосфероцентризм) та її стабільність, тобто забезпечення стабільності природних екологічних систем.

Методичні підходи, які використовують при санітарно-гігієнічному нормуванні, не можна (за деякими винятками) перенести в практику екологічного нормування через певні особливості біологічних систем надорганізмового рангу. Екологічні нормативи мають орієнтуватися не на рівень забруднення навколишнього середовища під впливом антропогенної діяльності, а на реакцію на забруднення біологічних систем, тому методи біоіндикації та біотестування набувають особливого значення.

При розробленні екологічних нормативів необхідно мати інформацію щодо показників фонових та екологічно допустимих забруднень (відповідно до шкали «норма – патологія»), визначених критеріїв мети та екологічного ризику. У випадку змін екологічних чинників визначають зони їх нестачі, оптимуму і надлишку, а для забруднювачів, що впливають на параметри середовища, наприклад, ґрунту – межі фізичної та технологічної деградації певних видів ґрунтів. Вплив забруднювальних речовин на біоту ґрунту оцінюють за шкалою станів: гомеостазу, стресу, пристосування і пригнічення, а для екосистем – за шкалою нормального функціонування, ризику, кризи та екологічного лиха (деградації).

Унаслідок цього отримують комплексний норматив, що об'єднує загальносанітарні (ГДК), локальний, міграційний і ґрунтово-деградаційний критерії.

При такому нормуванні враховано головні аспекти стійкого розвитку: соціально-економічний (урахування потреб і реальних можливостей суспільства); технологічний (забезпечення виконання норм); антропоекологічний (пріоритетне забезпечення охорони ґрунтів і сприятливого середовища для людини в цілому); організаційно-керівний (роль норм у керуванні екологічною безпекою).



Такий підхід базується на концепції «екологічної толерантності», що встановлює допустимі рівні впливів на біоту ґрунту, згідно з біологічною концепцією існування меж толерантності для окремих організмів. Указана концепція враховує межі змін екологічних чинників, при яких зберігаються ознаки, що відрізняють одну екологічну систему від іншої. Таким чином, метою цієї концепції є збереження стабільності кожної конкретної екосистеми. Верхньою межею толерантності за такого підходу є екологічно допустимий рівень забруднення, що встановлюється за результатами моніторингу причиново-наслідкових зв'язків між рівнями впливу на біоту ґрунту і її реакцією (наприклад, збільшенням або зменшенням кількості корисних або хвороботворних організмів). Такий підхід передбачає врахування направленості розвитку ґрунтового-екологічних чинників, а також процесів антропогенної еволюції ґрунтів.

При проведенні біоіндикації (екологічного контролю) певних параметрів середовища, коли враховується реакція (відгук) певних організмів – індикаторів на вплив негативних чинників навколишнього середовища, використовується саме цей принцип. Так можна виявити межі між областями нормального і патологічного функціонування екосистем та встановити граничні екологічно допустимі рівні антропогенного навантаження (ГДЕН), що мають відповідати екологічній місткості як конкретної екосистеми, так і біосфери в цілому.

Метою екологічних нормативів є вирішення таких завдань:

- забезпечення екологічного благополуччя екосистем різних рангів, зокрема, збереження генофонду та умов його існування;
- збереження середовища, тобто збереження умов відтворення природними об'єктами життєвого середовища, сприятливого для людини та для всього живого;
- збереження кількісних та якісних параметрів природних ресурсів; за можливості, їх відновлення.

Установлення гранично допустимих екологічних навантажень є заходом, що забезпечує баланс екологічних і соціально-економічних інтересів суспільства, тобто є інструментом стійкого розвитку суспільства.

Екологічне нормування має стати частиною загальнодержавної програми України забезпечення екологічної безпеки і збереження природних ресурсів. Створення системи екологічних норм, правил і регламентів сприятиме формуванню еколого-соціально-економічної системи в цілому.

#### **1.4. Науково-технічне нормування**

Науково-технічне нормування передбачає введення обмежень діяльності господарських об'єктів щодо забруднення навколишнього середовища, тобто визначає гранично допустимі інтенсивності потоків шкідливих

речовин, що можуть надходити від джерел впливу в атмосферне повітря, воду, ґрунт. Підприємства мають дотримуватися гранично допустимих викидів (ГДВ) і гранично допустимих скидів (ГДС) шкідливих речовин, що встановлені для певного об'єкта господарювання в цілому; або для конкретних джерел, що входять до складу цього об'єкта. Величини ГДВ і ГДС визначають розрахунково з метою неперевищення ГДК шкідливих речовин у навколишньому середовищі.

Причиною перевищення величин ГДК, яке фіксується в навколишньому природному середовищі, може бути неналежне виконання встановлених науково-технічних нормативів або їх недосконалість. У цьому випадку ці нормативи необхідно переглянути.

Якість об'єктів навколишнього природного середовища відносно стану здоров'я людини і стану екосистем визначають санітарно-гігієнічні та екологічні нормативи. Але вони не вказують на джерело негативного впливу і не регулюють його діяльність. Вимоги безпосередньо до джерел антропогенного впливу встановлюються науково-технічними нормативами.

Крім ГДВ і ГДС, до науково-технічних нормативів належать технічні, технологічні, будівельні, містобудівельні норми і правила (наприклад, державні будівельні норми (ДБН)), в яких містяться вимоги щодо охорони навколишнього природного середовища.

Науково-технічні нормативи розробляють таким чином: за умов дотримання цих нормативів об'єктами господарської діяльності вміст будь-якої шкідливої речовини або домішки в атмосферному повітрі, водному об'єкті або ґрунті має відповідати вимогам санітарно-гігієнічного нормування.

## **1.5. Комплекс екологічних норм**

Існуюча нормативна база щодо охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання природних ресурсів складається з трьох основних блоків:

1. Еколого-технічні та еколого-технологічні норми.
2. Природоохоронні норми.
3. Еколого-економічні та соціально-екологічні норми.

Еколого-технічні та еколого-технологічні норми встановлюють обмеження на використання у різних галузях господарства техніки, технологій і матеріалів. Вказані нормативи, правила і вимоги до керування у сфері охорони навколишнього середовища спрямовані на досягнення екологічних норм. Приклади таких норм – це нормативи плати і розміри платежів за викиди і скиди забруднювальних речовин, нормативи розташування в'їздів з урахуванням їх екологічної безпеки, правила стимулювання за виконання екологічних нормативів, санкції за їх порушення та ін.

Комплекс природоохоронних норм містить:

– нормативи і правила екологічної безпеки (гранично допустимі концентрації забруднювальних речовин (ГДК), гранично допустимі рівні (ГДР) акустичного, електромагнітного, радіаційного, фізичного та біологічного впливів, тимчасово погоджені викиди і скиди);

– екологічні норми (екологічні нормативи якості екосистем, ландшафтів, природно-технологічних комплексів, екологічні нормативи антропогенного навантаження) – це центральна група у системі природоохоронних норм;

– ресурсогосподарські нормативи і правила (гранично допустимі викиди і скиди (ГДВ і ГДС), нормативи споживання природних ресурсів як сировини для потреб виробництва, питомі нормативи утворення відходів, нормативи використання вторинних ресурсів та ін.).

До екологічних норм якісного стану екологічних систем, ландшафтів і природно-територіальних комплексів належать: нормативи збереження видового та ландшафтного різноманіття; гранично допустимі зміни структурно-функціональних показників екосистем; вимоги до збереження унікальних екосистем, ландшафтів і природно-територіальних комплексів. Прикладом таких нормативів є екологічні нормативи якості атмосферного повітря, водних об'єктів та ін.

Екологічні нормативи антропогенного навантаження (на підставі екологічних норм) – це допустимі рівні навантаження на одиницю території; нормативи розміщення відходів; гранично допустимі викиди і скиди; гранично допустимі екологічні навантаження (ГДЕН); гранично допустимі рівні біологічного та фізичного впливів.

Перехід від встановлених ГДВ і ГДС до гранично допустимих екологічних навантажень (ГДЕН) має відбуватися поступово, відповідно до розроблених і затверджених екологічних нормативів.

Окрема група в системі екологічних нормативів – так звані міжнародні нормативи, які було прийнято згідно з міжнародними угодами, ратифікованими урядом нашої держави.

Діяльність, спрямована на встановлення гранично допустимих впливів людини на довкілля, – нормування якості навколишнього середовища.

Система екологічних норм – це сукупність взаємозв'язаних нормативів, регламентів і правил, що приводить до встановлення узгоджених вимог до об'єктів екологічного нормування.

Природоохоронні норми – це система нормативів, регламентів, вимог і правил, спрямованих на забезпечення екологічної безпеки населення, охорони навколишнього природного середовища (ОНПС) і раціонального використання природних ресурсів. До цієї системи належать:

– екологічні нормативи – науково обґрунтовані критерії максимально допустимих змін природних властивостей об’єктів нормування і максимального допустимого рівня впливу на навколишнє природне середовище господарської та іншої діяльності суспільства;

– екологічний норматив антропогенного навантаження – науково обґрунтовані критерії гранично допустимого впливу антропогенних чинників на довкілля;

– ресурсогосподарські нормативи – науково обґрунтовані критерії раціонального природокористування, спрямовані на досягнення максимального соціально-економічного ефекту господарської діяльності при дотриманні екологічних нормативів ОНПС.

Екологічному нормуванню підлягають: стан природних об’єктів; характер використання природних ресурсів; вплив антропогенних джерел.

Основні принципи організації і функціонування системи екологічного нормування:

– використання системного підходу;

– збалансований розвиток усього комплексу елементів системи;

– врахування існуючого рівня розвитку науки, техніки і технології;

– багатофункціональність, стійкість, гнучкість, завершеність, економічність, цілісність і ефективність системи;

– забезпечення відповідності екологічних вимог діючим нормативно-правовим актам;

– відкритість інформації щодо розроблення норм та участь в обговоренні екологічних нормативів і правил усіх зацікавлених сторін;

– використання інформаційних систем і технологій.

Норматив стає юридично обов’язковим з моменту затвердження його компетентними органами державної влади.

Під час нормування антропогенного навантаження на природне середовище застосовують такі методики:

– проведення експериментів у лабораторних і натурних умовах (мікросистеми);

– проведення досліджень на ізольованих ділянках природних екологічних систем;

– виконання робіт на експериментальних еталонних полігонах, які пристосовані до проведення експериментів у природних умовах;

– стаціонарні ландшафтні геохімічні та геофізичні дослідження;

– використання теоретичних і розрахункових аналітичних методів;

– проведення експертних процедур;

– узагальнення даних спостережень для різних станів екосистем – надзвичайна ситуація, екологічне лихо, деградаційні процеси, екстремально високе антропогенне навантаження.

## **2. НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ**

### **2.1. Нормативні показники якості атмосферного повітря**

Якість атмосферного повітря – це сукупність властивостей атмосфери, що визначають ступінь впливу фізичних, хімічних і біологічних чинників на людей, тваринний і рослинний світ, а також на матеріали, конструкції, будівлі, споруди та на навколишнє середовище в цілому.

Нормативи якості атмосферного повітря визначають граничні межі вмісту шкідливих речовин у повітрі як виробничої зони (яка призначена для розташування промислових підприємств, дослідних виробництв, науково-дослідних інститутів та ін.), так і селітебної зони (яка призначена для розташування житлового фонду, громадських будівель і споруд та ін.) населених пунктів. Основні терміни і визначення, що стосуються показників забруднення атмосферного повітря, вказані у ГОСТ 17.2.1.03-84 «Охорона природи. Атмосфера. Терміни та функції контролю забруднення».

Згідно з вимогами Закону України «Про охорону атмосферного повітря» для обмеження забруднення і можливості контролю стану повітряного середовища Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ) встановлює гранично допустимі концентрації речовин, які забруднюють атмосферу. Для більшості речовин, які забруднюють атмосферу, встановлюють дві гранично допустимі концентрації – максимально разову (ГДК<sub>МР</sub>) і середньодобову (ГДК<sub>СД</sub>).

Гранично допустима концентрація максимально разова (ГДК<sub>МР</sub>) – це концентрація шкідливої речовини у повітрі населених пунктів, яка не спричиняє виникнення рефлекторних реакцій в організмі людини при вдиханні протягом 20 хвилин.

Значення ГДК<sub>МР</sub> використовують при встановленні науково-технічних нормативів гранично допустимих викидів забруднювальних речовин. У результаті розсіювання шкідливих домішок у повітрі за несприятливих метеорологічних умов у межах санітарно-захисної зони підприємства концентрація шкідливої речовини у довільний момент часу не має перевищувати ГДК<sub>МР</sub>.

Гранично допустима концентрація середньодобова (ГДК<sub>СД</sub>) – це концентрація шкідливої речовини в повітрі населених пунктів, яка не має чинити на людину прямого чи опосередкованого негативного впливу при необмежено тривалому перебуванні людини в межах цього населеного пункту.

ГДК<sub>СД</sub> розрахована на всі групи населення та на невизначено тривалий період впливу. Як наслідок, цей норматив є найжорсткішим серед санітарно-гігієнічних, він встановлює концентрацію шкідливої речовини в по-

вітряному середовищі. Саме величину  $ГДК_{СД}$  використовують як «еталон» для оцінювання стану повітряного середовища у селітебній зоні.

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони – це концентрація, за якої при щоденній (окрім вихідних) роботі протягом 8 годин (або іншій тривалості робочого дня, але не більше 41 години на тиждень), протягом усього робочого стажу працівника та в майбутньому не має бути захворювання або відхилення у стані здоров'я працівника, які можуть бути виявлені сучасними методами діагностики і досліджень під час роботи. Робочою зоною вважають простір висотою до 2 м над рівнем підлоги (рис. 2.1) або іншої площини, на якій розташовані місця постійного або тимчасового перебування працівників.

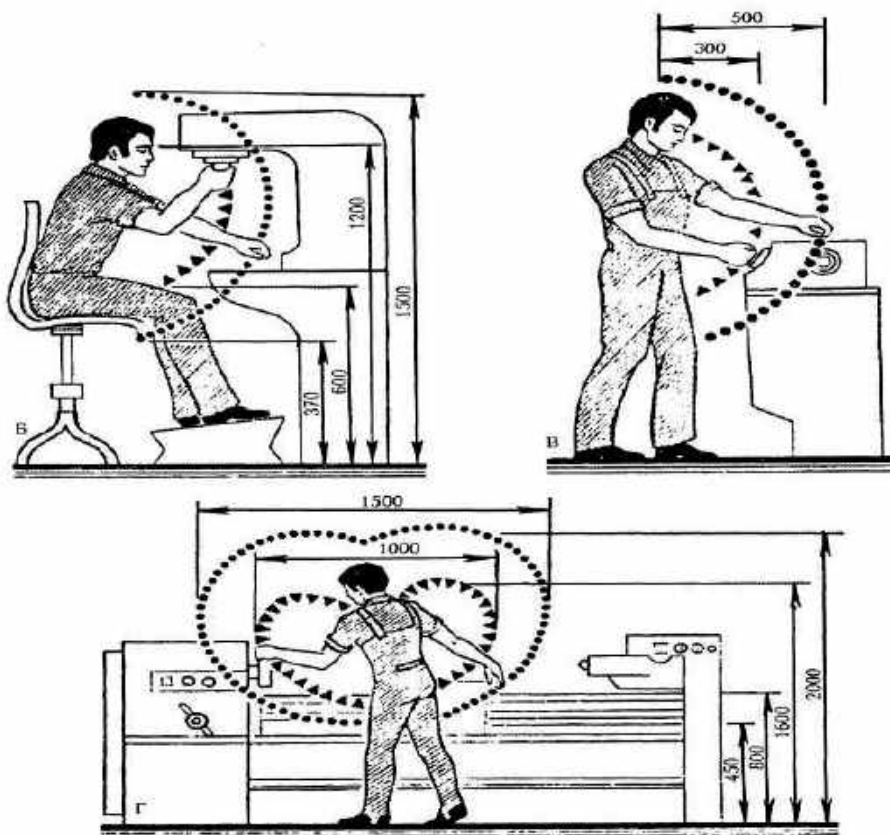


Рис. 2.1. Робоча зона постійного або тимчасового перебування працівників:

••• – допустима зона; ▲▲▲ – оптимальна зона

Усі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони порівнюють з максимально разовими (протягом 20 хвилин), а в повітрі населеного пункту – із середньодобовими за 24 години.

Гранично допустима концентрація для території підприємств ( $ГДК_{ТП}$ ) приймається такою, що дорівнює  $0,3 ГДК_{РЗ}$ . Природно, що  $ГДК_{ТП} < ГДК_{РЗ}$ . У випадку  $ГДК_{РЗ}$  йдеться про обмежене перебування людини у забрудненій

зоні, тоді як ГДК<sub>ТП</sub> визначає безпечне перебування людини при необмеженому в часі вдиханні забруднювальної речовини. Виходячи з визначення, ГДК<sub>РЗ</sub> є нормативом, що обмежує вплив шкідливої речовини на дорослу працездатну частину населення протягом періоду часу, який встановлюється трудовим законодавством. Працездатність протягом усього життя визначається суворим професійним відбором, контролем за станом здоров'я, веденням здорового способу життя.

Порівняння рівня забруднення повітря у селітебній зоні зі встановленим ГДК<sub>РЗ</sub> є неприпустимим. Неприпустимим також є використання ГДК у повітрі загалом без уточнення, про який саме норматив ідеться. Гранично допустимі концентрації дають змогу сформулювати вимоги до очисних споруд і визначити розміри санітарно-захисної зони.

При забрудненні атмосферного повітря речовинами, для яких ще не визначені ГДК, МОЗ встановлює орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ).

ГДК можна розглядати як один із шляхів запобігання надмірному забрудненню атмосфери.

## 2.2. Оцінювання якості повітряного середовища

Наразі існує кілька комплексних показників забруднення атмосфери (сумісно кількома забруднювальними речовинами) для оцінювання стану повітряного середовища в цілому. Найпоширенішим серед них є комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА). Його розраховують як суму нормованих за ГДК<sub>СД</sub> і приведених до концентрації діоксиду сірки середнього вмісту різних шкідливих речовин:

$$I_{KIZA} = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_{сер}}{ГДК_{СД_i}} \right)^{a_i}, \quad (2.1)$$

де  $I_i$  – одиничний індекс забруднення  $i$ -ї речовини;  $C_{сер}$  – середня концентрація в повітрі  $i$ -ї речовини;  $ГДК_{СД_i}$  – гранично допустима концентрація середньодобова для  $i$ -ї речовини;  $a_i$  – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості  $i$ -ї речовини до шкідливості діоксиду сірки, що залежить від того, до якого класу небезпечності належить забруднювальна речовина (див. табл. 2.1, 2.2).

Таблиця 2.1

Величини безрозмірної константи приведення шкідливості речовини до шкідливості діоксиду сірки

Класи небезпечності	1	2	3	4
$a_i$	1,7	1,3	1,0	0,9

Таблиця 2.2

Класи небезпечності нормованих речовин

Клас небезпечності	Ступінь небезпечності	Величина ГДК, мг/м <sup>3</sup>
I	Надзвичайно небезпечні речовини	$\leq 0,1$
II	Високонебезпечні речовини	0,1–1,0
III	Помірно небезпечні речовини	1,0–10,0
IV	Малонебезпечні речовини	$> 10,0$

Зараз розвиток промисловості і зростання процесів урбанізації спричиняє одночасне надходження до навколишнього середовища і до організму людини декількох хімічних речовин. Отже, існує таке поняття, як комбінована дія хімічних речовин.

Відомі три основних типи комбінованої дії хімічних речовин:

- синергізм, одна речовина посилює дію іншої;
- антагонізм, одна речовина послаблює дію іншої;
- сумація або адитивна дія, дія речовин у комбінації сумується.

Статистичні дані, накопичені під час проведення токсикологічних досліджень, свідчать про те, що більшість шкідливих речовин у промислових викидах і скидах діють за типом сумації, тобто їх дія додається.

Якщо в атмосферному повітрі присутні декілька шкідливих речовин, що мають здатність до сумарної дії (див. додаток), їх сумарне відношення концентрації забруднювальної речовини до її ГДК має відповідати такій умові:

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_{N_1}}{ГДК_{N_1}} \leq 1, \quad (2.2)$$



де  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – фактичні концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі при одночасному відборі проб в одній місцевості,  $\text{мг/м}^3$ ;  $\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \dots, \text{ГДК}_n$  – гранично допустимі концентрації цих речовин в атмосферному повітрі,  $\text{мг/м}^3$ .

ГДК найбільш поширених в атмосферному повітрі населених пунктів шкідливих речовин наведено в табл. Д.1 додатка.

### **2.3. Гранично допустимий викид. Розроблення проекту нормативу гранично допустимого викиду**

Згідно з положеннями Закону України «Про охорону атмосферного повітря» з метою обмеження техногенної дії на атмосферу передбачено встановлення гранично допустимих викидів забруднювальних речовин стаціонарними і пересувними джерелами забруднення.

Гранично допустимий викид (ГДВ) – це маса шкідливої речовини або суміші шкідливих речовин, що не має перевищувати гігієнічних нормативів у повітрі населених пунктів за найбільш несприятливих для розсіювання метеорологічних умов за одиницю часу.

ГДВ встановлюють для кожного джерела забруднення атмосфери (і для кожного інгредієнта, що потрапляє в атмосферне повітря з цього джерела), таким чином, що викиди шкідливих речовин від цього джерела та від сукупності джерел усього населеного пункту з урахуванням перспектив розвитку інфраструктури промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин у атмосфері не створюють приземну концентрацію, яка перевищувала б їх  $\text{ГДК}_{\text{МР}}$  (гранично допустиму концентрацію максимально разову). Основні значення ГДВ – максимально разові, встановлюють за умови повного навантаження як технологічного, так і газоочисного обладнання та їх нормальної роботи, вони не мають бути перевищені у будь-який довільний 20-хвилинний період часу. Встановлюються не тільки максимально разові (контрольні) значення ГДВ (г/с), а й похідні від них річні значення  $\text{ГДВ}_p$  (т/рік).

Попередню інвентаризацію викидів в атмосферу забруднювальних речовин проводять за таким алгоритмом:

1. Виявити джерела забруднення атмосферного повітря та нанести їх на ситуаційний план території.
2. Визначити вид забруднювальних речовин у джерелах викидів.
3. Визначити коефіцієнти завантаження обладнання і наявність пристроїв очищення викидів.
4. Визначити контрольні точки і розміри санітарно-захисних зон.

5. Отримати дані про метеорологічні умови і фонові забруднення.
6. Провести заміри параметрів джерел викидів: висоти і діаметра труб, температури, швидкості вітру.
7. Розрахувати параметри викидів і їх розсіювання в просторі і часі.
8. Розробити матеріали ГДВ і заходи зі зниження викидів.
9. Погодити матеріали ГДВ з санітарним наглядом, затвердити матеріали ГДВ.

Відповідно до ГОСТ 17.2.3.02-78 гранично допустимий викид для кожного стаціонарного джерела встановлюють за умови, що викиди шкідливих речовин від цього джерела сумісно з фоновим забрудненням не створюють у приземному шарі атмосфери концентрацію, яка перевищує ГДК<sub>МР</sub>, тобто необхідним є виконанням умови

$$C_m + C_\phi \leq ГДК_{МР}, \quad (2.3)$$

де  $C_m$  – концентрація в приземному шарі атмосфери забруднювачів від цього джерела (за найбільш несприятливих для розсіювання метеорологічних умов);  $C_\phi$  – фонові концентрації, мг/м<sup>3</sup>.

Фоніва концентрація – це сумарна концентрація, що утворюється усіма джерелами, розташованими на певній території.

Гранично допустимий викид забруднювальної речовини або суміші таких речовин, який визначається у місці його виходу із джерела, називають технологічним нормативом допустимого викиду забруднювальної речовини.

Гранично допустима кількість забруднювальної речовини у відпрацьованих газах пересувного джерела, яка відводиться в атмосферне повітря – це норматив вмісту забруднювальної речовини у відпрацьованих газах пересувного джерела.

Значення гранично допустимих викидів для нагрітої газоповітряної суміші з одиничного (точкового) джерела з круглим отвором (наприклад, труба котельні) у випадку, коли фонові концентрації суміші  $C_\phi$  встановлені як незалежні від швидкості і напрямку вітру і постійні на території району, що розглядається, визначають за формулою

$$ГДВ = \frac{(ГДК_{МР} - C_\phi) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{г.с} \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}, \quad (2.4)$$

де  $A$  – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери та визначає умови горизонтального розсіювання атмосферних домішок, с<sup>2/3</sup>·мг·град<sup>1/3</sup>·г<sup>-1</sup>;  $F$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осі-

дання шкідливих речовин в атмосфері (для дрібнодисперсних аерозолів з коефіцієнтом очищення викидів не менше 90 %  $F = 2$ ; від 75 до 90 %  $F = 2,5$ ; менше ніж 75 % і в разі відсутності очищення  $F = 3$ );  $m$ ,  $n$  – безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду;  $H$  – висота джерела викиду над рівнем землі, м;  $\Delta T$  – різниця між температурою газоповітряної суміші  $T_{г.с.}$ , що викидається, та температурою навколишнього середовища (повітря)  $T_{п.}$ ;  $V_{г.с.}$  – об’єм газоповітряної суміші, м<sup>3</sup>/с, який визначається за формулою

$$V_{г.с.} = \frac{\pi D^2}{4} \omega, \quad (2.5)$$

де  $D$  – діаметр отвору джерела викиду, м;  $\omega$  – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду, м/с.

Безрозмірний коефіцієнт  $m$  визначають залежно від параметра  $f$  за формулою

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (2.6)$$

де  $f$  знаходять за виразом

$$f = 10^3 \frac{\omega^2 D}{H^2 \Delta T}. \quad (2.7)$$

Якщо значення параметра  $f$  відповідає нерівності  $f_e < f < 100$ , то параметр  $f_e$  обчислюють за виразом

$$f_e = 800 \cdot (V_m)^3, \quad (2.8)$$

а  $V_m$ , м/с, – за виразом

$$V_m = \frac{1,3 \cdot \omega \cdot D}{H}. \quad (2.9)$$

Коефіцієнт  $m$  обчислюють за формулою (2.6), в яку замість коефіцієнта  $f$  підставляють  $f_e$ . Безрозмірний коефіцієнт  $n$  визначають залежно від параметра  $V_m$  за формулами

$$n = 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq V_m < 2; \quad (2.10)$$

$$n = 4,4 \cdot V_m \quad \text{при } V_m < 0,5; \quad (2.11)$$

$$n = 1 \quad \text{при } V_m > 2. \quad (2.12)$$

При цьому  $V_m$  знаходять за формулою

$$V_{max} = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_{г.с.} \cdot \Delta T}{H}}. \quad (2.13)$$

Безрозмірний коефіцієнт  $\eta$  береться за 1, якщо в радіусі п'ятдесяти висот труб  $H$  від джерела перепад відміток місцевості не перевищує 50 м на 1 км.

## **2.4. Обґрунтування створення санітарно-захисних зон**

Санітарно-захисні зони (СЗЗ) створюють для захисту житлових районів від шкідливого впливу промислових викидів, відокремлення селітебних територій від ТЕЦ, складських територій, залізничних ліній і станцій, портових зон, котелень. Ширину санітарно-захисних зон встановлюють відповідно до чинного законодавства і вимог МОЗ.

Відстань санітарно-захисних зон від межі житлових забудов визначають залежно від типу промислових підприємств і ступеня впливу їх викидів на навколишнє середовище згідно з вимогами Державних санітарних правил планування населених пунктів на основі СН 245-71.

Територія СЗЗ повинна мати таку мінімальну площу озеленення залежно від її ширини: до 300 м – 60 %, від 300 до 1000 м – 50 %, більше 1000 м – 40 %. З боку селищної території необхідна смуга дерево-чагарникових насаджень такої ширини: при розмірах зони до 100 м – не менше 20 м, при більших розмірах СЗЗ – не менше 50 м. У вказаних зонах дозволяється розміщувати адміністративно-службові приміщення, склади (крім продовольчих), гаражі, депо, пральні, магазини, поліклініки, стоянки транспорту, лінії електропередач та ін. Вони не мають використовуватися для розширення виробництва, розміщення шкіл та інших дитячих установ, лікарень, зон відпочинку, спортивних споруд.

Розміри санітарно-захисних зон для промислових підприємств та інших об'єктів, які є джерелом виробничої шкідливості, необхідно встановлювати відповідно до чинних санітарних норм при підтвердженні достатності розмірів цих зон за «Методикою розрахунків концентрації в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств ОНД – 86», розрахунків рівнів шуму та електромагнітних випромінювань з урахуванням існуючої санітарної ситуації (фонового забруднення, особливостей рельєфу, метеорологічних умов, рози вітрів та ін.). Якщо розмір нормативної СЗЗ не підтверджується розрахунками і неможлива її організація в конкретних умовах, тоді необхідно приймати рішення про заміну технології виробництва, яка передбачає зниження викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, або навіть про закриття об'єкта господарювання.

В основу встановлення нормативних розмірів СЗЗ покладено класифікацію підприємств, виробництв і об'єктів, яку наведено в «Державних

санітарних правилах планування і забудови населених пунктів» (затверджені Наказом № 173 від 19.06.96).

Згідно з цією класифікацією, хімічні підприємства поділяють на такі класи з відповідними розмірами СЗЗ:

– 1-й клас «А» – 3000 м (виробництво білково-вітамінного концентрату);

– 1-й клас «Б» – 1000 м (виробництво аміаку, азотної кислоти, сірчаної кислоти, суперфосфатів, перероблення нафти, кам'яного вугілля та ін.);

– 2-й клас – 500 м (виробництво пластмас, синтетичних волокон, хімічних органічних реактивів, перероблення природного газу, виробництво вуглепродуктів, вуглефабрики та ін.);

– 3-й клас – 300 м (виробництво мінеральних солей, їдкою натру, бітуму, лаків, олифи та ін.);

– 4-й клас – 100 м (виробництво мила, паперу з готової целюлози, хімічне перероблення руд рідких металів, парфумерії, хімічне очищення та ін.);

– 5-й клас – 50 м (виробництво вуглекислоти, виробів із пластмас, фотохімічне виробництво).

Металургійні, машинобудівні, металообробні підприємства поділяють на такі класи:

– 1-й клас – 1000 м (вторинне перероблення кольорових металів, виплавка кольорових металів з руд продуктивністю 3000 т/рік, виплавка чавуну при загальному об'ємі доменних печей 1500 м<sup>3</sup>, виплавка сталі мартенівським і конверторним способом при випуску 1 млн т/рік);

– 2-й клас – 500 м (те ж, що й 1-й клас, але меншої продуктивності; прокатний цех);

– 3-й клас – 300 м (виробництво чавунного фасонного литва, виробництво ртуті, виробництво чавуну при загальному об'ємі печей менше 500 м<sup>3</sup>, виробництво кольорових металів від 100 до 2000 т/рік, гальванічні цехи та ін.);

– 4-й клас – 100 м (електротехнічне виробництво, металообробне з литтям та ін.);

– 5-й клас – 50 м (друкарні, металооброблення без лиття, електротехнічне виробництво без лиття, виробництво твердих сплавів і тугоплавких металів без хімічного оброблення руд та ін.).

Підприємства гірничодобувної промисловості поділяють на такі класи залежно від розміру СЗЗ:

– 1-й клас «А» – 1500 м (кар'єри з видобутку залізної руди відкритим способом з використанням вибухових засобів);

– 1-й клас «Б» – 1000 м (видобуток нафти з викидом сірководню 0,5–1 т/добу, природного газу, свинцевих руд, ртуті, миш'яку, марганцю та ін.);

– 2-й клас – 500 м (видобуток фосфоритів, апатитів, вугілля, залізної руди без використання вибухових засобів, вугільні природні відвали палаючі висотою більше 30 м і не палаючі висотою більше 50 м та ін.);

– 3-й клас – 300 м (видобуток нафти з викидом сірководню до 0,5 т/добу, видобуток доломіту, магнезиту, азбесту, збагачувальні фабрики з мокрим збагаченням, інші вугільні породні відвали та ін.);

– 4-й клас – 100 м (видобуток кам'яної солі, металевих руд шахтним способом та ін.).

Підприємства будівельної промисловості, оброблення деревини, текстильні виробництва, легкої промисловості, оброблення тваринних продуктів, санітарно-технічні споруди та установи комунального призначення поділяють на п'ять класів: 1-й клас – 1000 м; 2-й клас – 500 м; 3-й клас – 300 м; 4-й клас – 100 м; 5-й клас – 50 м.

Підприємства харчової промисловості поділяють на такі класи: 1-й клас – 500 м; 2-й клас – 300 м; 3-й клас – 100 м; 4-й клас – 50 м.

Для сільськогосподарських підприємств встановлено такі розміри санітарно-захисних зон:

- рослинницькі – від 50 до 300 м;
- тваринницькі – від 25 до 2000 м;
- перероблення сільськогосподарських продуктів – від 50 до 1000 м;
- склади, овочесховища – від 50 до 300 м.

За необхідності і за наявності техніко-економічного та гігієнічного обґрунтування розмір СЗЗ може бути збільшеним, але не більш ніж у три рази. Наприклад, СЗЗ може бути збільшена за відсутності засобів очищення, при розміщенні житлової забудови з підвітряного боку відносно підприємства, у зоні можливого забруднення атмосфери; за умови несприятливої рози вітрів або інших несприятливих метеоумов (частий штиль, туман тощо); якщо не можна зменшити надходження в навколишнє середовище хімічних речовин, електромагнітних випромінювань та інших чинників до значень, установлених нормативами. Розміри СЗЗ можуть бути зменшені, якщо розрахунками встановлено, що на її межі концентрація забруднювальних хімічних речовин та рівні інших чинників не перевищують гігієнічних нормативів.

Нормативні розміри СЗЗ, установлені в «Державних санітарних правилах планування і забудови населених пунктів», а також можливі відхилення від цих розмірів у проектах мають бути підтверджені розрахунками розсіювання.

Дослідження властивостей рослин показали, що використання різних їх видів у СЗЗ дасть змогу покращити екологічний стан території, що зазнає впливу джерел викидів. При підборі дерев і трав'янистих рослин для зон підвищеного забруднення повітря необхідно враховувати їх стійкість до дії токсикантів та еколого-географічне положення.

Відомо, що у санітарно-захисних зонах варто створювати змішані посадки, які мають найбільшу біологічну стійкість та високі декоративні якості. Рекомендується використовувати в насадженні одну-дві породи дерев і дві-три породи чагарників з урахуванням їх взаємодії. Не менше 50 % відсотків висаджених дерев має становити головна порода дерев, що має найбільшу життєздатність за цих ґрунтово-кліматичних умов і газостійкість щодо викидів конкретного підприємства. Решту насаджень повинні становити породи, які сприятимуть кращому зростанню головної. Необхідно враховувати сприятливе і несприятливе міжвидове змішування дерев і чагарників.

Найстійкіші породи дерев і чагарників рекомендують висаджувати в узлісних рядах. Менш стійкі слід розташовувати всередині масиву. З метою збереження ґрунтової вологи і збільшення загальної листової поверхні насаджень усередині масивів необхідно розміщувати чагарники (поодинокі або невеликі групи).

Чистопорідні насадження варто використовувати тільки в найнесприятливіших умовах, коли інші породи рослин є недостатньо стійкими до впливу негативних чинників. При цьому застосування чагарників є обов'язковим.

Суттєве значення має озеленення шляхово-транспортної мережі. При цьому застосовуються види, стійкі до дії свинцю і вуглеводнів, що містяться у вихлопних газах. Ці насадження мають також виконувати вітроломну і водорегулювальну функції, уловлювати пил з повітря, знижувати рівень шуму від автомобільного транспорту, при цьому зберігати естетичну привабливість. При озелененні автомагістралей враховують інтенсивність руху автотранспорту, на вулицях з підвищеною загазованістю необхідно виключити найменш стійкі породи дерев (каштан кінський, модрина, горіх).

У районах з підвищеним рівнем пилу рекомендується використовувати вертикальне озеленення кущами швидкорослих рослин (винограду

амурського, дикого та ін.). Вертикальне озеленення знижує рівень пилу на 30 % і більше. З цією метою можна використати однолітні рослини – запашний горошок, іпомею, боби, іпомею кучеряву, берізку; багаторічні – виноград, хміль, жимолость, плющ звичайний, ломиніс, троянди плетисті.

## **2.5. Нормування якості атмосферного повітря в країнах ЄС**

У законодавстві ЄС питанням якості атмосферного повітря приділяється значна увага. Європейське природоохоронне законодавство реалізують шляхом дотримання загальної стратегії зі встановленням довгострокових цілей щодо якості атмосферного повітря. Шоста Програма дій у сфері навколишнього середовища «Навколишнє середовище 2010: наше майбутнє, наш вибір» визначила навколишнє середовище і здоров'я людей як одне з основних завдань. Основні нормативні документи у галузі забезпечення якості атмосферного повітря можна поділити на п'ять груп:

1) оцінювання та керування якістю атмосферного повітря (Рамкова Директива 96/62/ЄС про якість атмосферного повітря);

2) норми якості атмосферного повітря (Директива 99/30/ЄС про норми вимірювання сірчистого газу, двоокису азоту і оксиду азоту в атмосферному повітрі);

3) контроль за продукцією і матеріалами (Директива 2003/17/ЄС про якість дизельного палива і бензину; Директива 98/32/ЄС про вміст певних речовин у сірці; Директива 99/13/ЄС про викиди органічних сумішей, які легко випаровуються шляхом використання органічних розчинників; Регламент ЄС № 2037/2000 Європейського парламенту та Ради від 29 червня 2000 року про речовини, які сприяють вичерпанню озонового шару та ін.);

4) норми викидів від стаціонарних джерел, норми викидів від пересувних джерел (Директива 2002/80/ЄС про викиди від легкових автомобілів, Директива 2003/27/ЄС про тест на придатність викидів в атмосферне повітря, Директива 97/20/ЄС про викиди сажі внаслідок спалювання дизельного палива, Директива 2001/27/ЄС про викиди від дизельних двигунів, Директива 97/68/ЄС про викиди від недорожніх пересувних джерел та ін.);

5) моніторинг та обмін інформацією (Директива 2002/3/ЄС про забруднення тропосферного озону; Рішення 86/277/ЄС про підписання Протоколу до Конвенції 1972 року про транскордонне забруднення атмосферного повітря та фінансування програми моніторингу та оцінювання передачі забрудників повітря у Європі (EMEP); Рішення 2001/752/ЄС про обмін інформацією та даними, отриманими від систем і станцій, які визначають якість атмосферного повітря на території країн-членів; Директива 2003/4/ЄС про доступ до інформації про стан навколишнього середовища).



Рамкова Директива 96/62/ЄС про оцінювання якості повітря, що була прийнята Радою з питань навколишнього середовища 1996 року, містить нові норми якості атмосферного повітря, які раніше не підлягали регулюванню, а також встановлює часові межі для розроблення «дочірніх» директив стосовно ряду забрудників. Перелік забрудників атмосферного повітря, що розглядаються, містить сірчистий газ (SO<sub>2</sub>), двоокис азоту (NO<sub>2</sub>), бензол, тверді частинки, чадний газ, поліароматичні вуглеводи, кадмій, миш'як, нікель та ртуть. Ця Директива, а також інші «дочірні» директиви зобов'язують оцінювати якість атмосферного повітря на території країн-членів на підставі загальноприйнятих методів і критеріїв.

Після прийняття Рамкової Директиви було прийнято «дочірні» директиви, які встановлюють граничні межі для кожного визначеного забруднювача (Директива 1999/30/ЄС про вміст сірчистого газу, двоокису азоту та оксидів нітрогенів, твердих часток свинцю в атмосферному повітрі; Директива 2000/69/ЄС про граничні норми вмісту бензолу (5 мг/м<sup>3</sup>) та вуглекислого газу (10 мг/м<sup>3</sup>) в атмосферному повітрі). Крім встановлення меж якості атмосферного повітря та тривожних порогів, завданням «дочірніх» директив є гармонізація стратегій проведення моніторингу, методів вимірювання на всій території ЄС, надання певної інформації громадськості.

Країни – кандидати в члени ЄС мають бути ознайомленими з відповідним законодавством ЄС та враховувати положення цього законодавства при розробленні власної екологічної політики та планів дій. Це сприятиме узгодженню екологічного законодавства і створенню спільних екологічних стандартів.

### **3. НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

В умовах постійно зростаючої урбанізації потреба у воді неухильно збільшується, відповідно зростають обсяги відпрацьованої води. Цей процес супроводжується погіршенням якості води та водних джерел, зменшенням можливостей використання цих джерел для господарсько-питних, культурно-побутових, рекреаційних потреб, у рибному господарстві, для зрошування сільськогосподарських угідь і навіть для потреб промислового виробництва.

У минулому столітті мешканець міста витрачав на свої потреби 30–40 л води на добу, сьогодні цей показник сягнув 300 л. Водоспоживання в Україні становить близько 8 % від світового. Водні об'єкти суходолу, які є основними джерелами водопостачання, зараз виконують дві основні функції: це джерела водоспоживання для побутових і технічних потреб, а також вони є місцем для скидання побутових та промислових стоків. Як

результат, вода в цих об'єктах потребує відповідного очищення для її подальшого використання.

Якість природних вод погіршується, в основному, через забруднення їх стічними водами промислових підприємств та комунального господарства, а також за рахунок поверхневого стоку з територій населених пунктів, промислових об'єктів, транспортних шляхів, сільськогосподарських угідь. Зараз в Україні щорічно скидається понад 20 км<sup>3</sup> стічних вод, з них близько 6 км<sup>3</sup> – неочищені або недостатньо очищені.

Забруднення води є наслідком надходження у водойми разом зі стічними водами різноманітних шкідливих домішок як неорганічної (кислоти, мінеральні солі, луги), так і органічної природи (нафта та нафтопродукти, органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, мийні засоби, пестициди тощо). Більшість з цих речовин є небезпечними для мешканців водойм. Це сполуки миш'яку, свинцю, міді, хрому та ін. Їх поглинає фітопланктон, і далі харчовими ланцюгами вони передаються більш високоорганізованим організмам. Цей процес супроводжується кумулятивним ефектом, отже, у кожній наступній ланці вміст шкідливих речовин збільшується. Крім того, стічні води, які містять розчинні органічні речовини і суспензії органічного походження, сприяють зменшенню вмісту O<sub>2</sub> у воді. Нафта і нафтопродукти завдають найбільшої шкоди, вони утворюють на водній поверхні плівку, яка перешкоджає газообміну між водою та атмосферою, і знижують вміст кисню у воді. Органічні суспензії, осідаючи на дно водойм, замулюють його, затримують або повністю припиняють життєдіяльність мікроорганізмів, які беруть участь у самоочищенні.

Кількість хімічних речовин, які забруднюють воду, постійно зростає і зараз сягає 1000 різновидів. Шкідливий вплив багатьох з них є пролонгованим, таким, що проявляється у наступних поколіннях живих істот виникненням шкідливих мутацій, генетичних розладів та ін.

Крім хімічного забруднення, відбувається також і фізичне забруднення води, яке полягає у зміні її фізичних властивостей – прозорості, температури, запаху, смаку, вмісту суспензій, інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин.

Суспензії (пісок, глина, намул) потрапляють у водні об'єкти під час поверхневого змиву дощовими водами з сільськогосподарських угідь, а також функціонуючих підприємств гірничорудної промисловості. Пил потрапляє у водойми під час сильних вітрів, особливо у суху погоду. Тверді частинки різко знижують прозорість води, пригнічують процеси фотосинтезу водних рослин, забивають зябра риб та інших мешканців водойм, погіршують смакові якості води. Найбільш небезпечними для всіх живих водних істот є радіоактивні домішки, які потрапляють у водойми з викидами АЕС (головним чином, під час аварій), з частками золи від працюючих ТЕС тощо.

Особливим видом забруднення гідросфери є теплове забруднення. Його спричинює спуск у водойми теплих вод від різних енергетичних установок. Надмірна кількість тепла, яка потрапляє в річки і озера з нагрітими водами, істотно впливає на їх термічний і біологічний режим. Перше місце серед теплових забруднювачів гідросфери посідають атомні електростанції, що скидають у водойми воду, нагріту до 45 ° С.

За даними спостережень, у річках, що розташовані нижче за течією від діючих теплових і атомних електричних станцій, погіршуються умови нересту риб, зоопланктон гине, а рибу уражають хвороби і паразити.

Основними біологічними забруднювачами води є комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять до водойм без очищення. Але навіть за наявності очисних споруд деяка кількість вірусів і бактерій, які не затримуються фільтрами, потрапляє у водні об'єкти. Промисловими біологічними забруднювачами води є м'ясокомбінати, цукрові заводи, підприємства шкірообробної промисловості.

Неочищені або недостатньо очищені стічні води, потрапляючи у природні водойми, мають здатність до самоочищення. Самоочищення відбувається шляхом розведення стічних вод, випадання в осад твердих забруднювачів, хімічних та інших природних процесів, що приводять до видалення забруднювачів з водойм, сприяють поверненню води до її первісного стану. Однак здатність водойм до самоочищення має свої межі.

На жаль, гідросфера України активно деградує, вона вже не спроможна самоочищуватися, саморегулюватися, самовідновлюватися. Річки, озера, інші водойми зараз не здатні подолати антропогенне навантаження, яке постійно зростає. Тому конче необхідно вживати заходів для повернення забруднених вод до стану, придатного до подальшого використання. Комплекс природоохоронних заходів захисту гідросфери включає:

- нормування якості води, розроблення критеріїв придатності води для різних видів водокористування;
- скорочення обсягів скидів забруднень у водойми за рахунок вдосконалення технологічних процесів;
- очищення стічних вод.

Скорочення обсягів скидів забруднення у водойми та перехід об'єктів господарювання до роботи за схемою замкненого циклу водокористування є основним напрямком захисту водного середовища в промисловості. Впровадження нових прогресивних технологій дає змогу значно скоротити потрібність у воді, а у деяких випадках зовсім відмовитися від неї.

У сільському господарстві, яке є основним споживачем води, рекомендують сувору економію води і її раціональне використання. Наприклад, заміна поверхневого поливання більш раціональними методами (крапельним поливанням, дощуванням тощо) дасть змогу отримувати такі ж врожаї з меншими у 5–7 разів витратами води. Зменшенню кількості пе-

стицидів, фосфатів, нітратів у водоймах сприяє часткова заміна хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби з хворобами і шкідниками рослин, чітке дотримання сівозміни, виведення нових, більш продуктивних і стійких до хвороб і шкідників сортів сільськогосподарських культур.

Указані прогресивні технології, спрямовані на зменшення об'ємів споживання води, можуть впроваджуватися тільки поступово. Тому наразі основним способом захисту водного середовища залишаються наявні технології очищення стічних вод.

Фізичний стан, склад і концентрація забруднювальних речовин зумовлюють використання різних способів очищення стічних вод – механічний, хімічний, фізико-хімічний, біологічний.

Водопостачання – сукупність заходів із забезпечення водою різних користувачів (населення, промисловості, сільського господарства, транспорту та ін.). Комплекс інженерних споруд, що здійснюють водопостачання, називають системою водопостачання, або водопроводом. Зараз системи водопостачання населених пунктів є централізованими, кожна з них забезпечує водою велику кількість користувачів.

Для водопостачання використовують природні джерела води: поверхневі (річки, озера, водосховища, моря) і підземні (артезіанські та ґрунтові води). Найбільш придатними для потреб населення є підземні води. Але підземних джерел часто виявляється недостатньо для постачання водою великих населених пунктів, отримання значної кількості води з підземних джерел є економічно не вигідним. Тому для водопостачання великих міст і об'єктів промисловості переважно використовують поверхневі джерела питної води.

### **3.1. Нормативні показники якості води**

До нормативної бази оцінювання якості води належать загальні вимоги до складу і якості води та значення ГДК речовин у воді водних об'єктів. Загальні вимоги визначають доступний склад і властивості води, що оцінюють найважливішими фізичними, узагальненими хімічними і бактеріологічними показниками. Існує два види нормативів: санітарно-гігієнічні нормативи якості води (для потреб населення) та рибогосподарські нормативи. У вказаних нормативах науково обґрунтовано допустиму концентрацію забруднювальних речовин і показники якості води (загальнофізичні, біологічні, хімічні, радіаційні), що прямо чи опосередковано впливають на життя та здоров'я населення.

До органолептичних показників якості води належать: колір, запах, смак, присмак і прозорість.

Колір води визначається наявністю в ній органічних і неорганічних домішок. Наприклад, гідрат оксиду заліза надає воді жовто-бурого або бурого кольору, а частинки глини фарбують воду у жовтуватий колір. Бурий колір болотної води залежить від великої кількості гумінових кислот, що є продуктами рослинного перегною.

Запах води спричиняють леткі ароматичні речовини, що потрапляють у воду внаслідок процесів життєдіяльності водних організмів, при біохімічному розкладанні органічних речовин, під час хімічної взаємодії компонентів, які містяться у воді, а також з промисловими, сільськогосподарськими, господарсько-побутовими стічними водами. Запах води визначається складом речовин, що містяться у ній, температурою, водневим показником рН, ступенем забруднення водного об'єкта, біологічною обстановкою, гідрологічними умовами та іншими чинниками.

Запахи поверхневих вод можуть бути природного і штучного походження. Природні запахи зумовлюють наявні у воді живі та мертві організми, вплив берегів, дна, навколишніх ґрунтів і порід тощо. Землистий, мулистий або болотний запах води спричинений наявністю в ній рослинних залишків. Якщо вода цвіте і в ній містяться продукти життєдіяльності, вона набуває ароматичного запаху. Гнилісний, сірководневий або фекальний запах виникає у воді при гнитті органічних речовин або при забрудненні її нечистотами. Природні запахи описують з використанням термінології, наведеної в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Визначення природного запаху води (за Є. І. Гончаруком)

Символ	Характер запаху	Приблизний рід запаху
А	Ароматичний	Огірковий, квітковий
Б	Болотний	Мулистий, багнистий
Г	Гнилісний	Фекальний, стічний
Д	Деревний	Мокрої тріски, деревної кори
З	Землистий	Прілий, свіжозораної землі, глинистий
П	Пліснявий	Затхлий, застійний
Р	Рибний	Риб'ячого жиру, рибний
С	Сірководневий	Тухлих яєць
Т	Трав'янистий	Скошеної трави, сіна
Н	Невизначений	Природного походження, що не підпадає під попередні визначення

Запахи штучного походження визначають за назвою речовини, яку вони імітують: фенольний, хлорфенольний, камфорний, хлорний, бензиновий, металевий. Штучні запахи свідчать про забруднення води промисловими стічними водами.

Питна вода має бути приємною на смак, освіжаючою, це зумовлюють розчинені в ній мінеральні солі і гази. Неприємний смак або присмак спричинений великим вмістом у воді деяких солей і органічних речовин. Смак може бути солоний, солодкий, кислий, гіркий, а також з різними присмаками. Наявність у воді хлориду натрію (NaCl), хлориду калію (KCl) понад 500 мг/дм<sup>3</sup> надає їй солоного смаку, а присутність солей магнію (MgSO<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>) понад 1000 мг/дм<sup>3</sup> спричинює гіркий смак води. Двовуглекислі солі закису заліза і сульфат міді, солі марганцю та кальцію надають воді чорнильного, в'язучого смаку. Гумінові кислоти спричинюють болотистий смак, а продукти гниття органічних речовин – неприємний, гнилісний, захлапий, сірководневий смак.

Присмак води буває гірко-солоний, кисло-солоний, гірко-солодкий.

До хімічних показників якості води належать: лужна реакція води, сухий залишок, твердість, окислюваність, наявність розчинного кисню, аміаку, нітратів і нітритів, хлоридів, сульфатів заліза.

Твердість води зумовлена наявністю в ній солей кальцію і магнію, здебільшого вуглекислих та сірчано-кислих.

Вода різних джерел містить різні органічні речовини рослинного і тваринного походження, а також мікроорганізми. Наявність у воді великої кількості органічних речовин свідчить про забруднення води у санітарному відношенні. Кількість органічних речовин у воді визначають непрямим методом за потрібним для окислення киснем. Чим більше у воді органічних речовин, тим більше кисню витрачається на окислення, відповідно більша окислюваність води.

До складу води входить розчинений кисень, який потрапляє із атмосферного повітря. За кількістю розчиненого кисню можна визначити наявність у воді органічних речовин. Чим чистіша вода, тим більше в ній кисню. У воді відкритих водойм кисень постійно використовується для окислення органічних речовин. Тому у сильно забрудненій воді розчиненого кисню може зовсім не бути. В середньому, у воді відкритих водойм при температурі від 10 до 20 °C міститься 5–20 мг/м<sup>3</sup> кисню. Кисню не мають глибокі підземні води, але він дуже швидко збагачує такі води при контакті з повітрям. Під час оцінювання якості води часто визначають біохімічне споживання кисню (БСК). Для визначення цього показника виявляють зменшення розчиненого кисню після п'ятидобового зберігання проби води при температурі 20 °C. Концентрація розчиненого кисню буде тим меншою, чим більше у досліджуваній воді міститься органічних речовин.

Іноді у воді відкритих водойм і шахтних колодязів знаходять залишкову кількість гербіцидів групи сечовини, гептахлору та пестицидів. Тому необхідно проводити дослідження води на наявність вказаних речовин.

Таким чином, показники хімічного аналізу свідчать про безпечність або шкідливість питної води в санітарно-токсикологічному відношенні та про

її фізіологічну цінність. Вода, забруднена радіоактивними речовинами, є шкідливою для людей і тварин. З метою дотримання норм і правил радіаційної безпеки відповідні лабораторії мають здійснювати дозиметричні досліджування води.

Загальні показники якості промислових стічних вод, які скидаються у відкриті водойми господарсько-питного та культурно-побутового призначення, такі:

1. Розчинений кисень. Кількість розчиненого кисню має становити не менше  $4 \text{ мг/дм}^3$  у будь-який період року.

2. Біохімічне споживання кисню (БСК). БСК – не більше  $3 \text{ мг/дм}^3$  при температурі води  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  для водойм першої та другої категорії, а також для морів.

3. Завислі речовини. Вміст завислих речовин у воді водойм після скидання стічних вод не має зростати більш ніж на  $0,25$  і  $0,75 \text{ мг/дм}^3$  для водойм першої та другої категорій відповідно.

4. Запахи та присмаки. Інтенсивність запахів та присмаків має бути не більше 3 балів для морів і 2 балів для водойм першої категорії.

5. Кольоровість. Кольоровість не має бути виявлена у стовпчику води, що скидається, заввишки 20 см – для водойм першої категорії, і 10 см – для водойм другої категорії.

6. Водневий показник. Значення рН після змішування води водойм зі стічними водами має бути в межах  $6,5 < \text{pH} < 8,5$ .

7. Спливні речовини. У стічних водах не допускається вміст мінеральних масел та інших спливних речовин у таких кількостях, що здатні утворювати на поверхні водойми плівку, плями тощо.

8. Мінеральний склад. Вміст неорганічних речовин для водойм першої категорії не має за сухим залишком перевищувати  $1000 \text{ мг/дм}^3$ , зокрема хлоридів –  $350 \text{ мг/дм}^3$ , сульфатів –  $500 \text{ мг/дм}^3$ ; для водойм другої категорії мінеральний склад нормується за показником «Присмаки».

9. Збудники захворювань. Наявність збудників захворювань у воді не допускається. Стічні води зі збудниками захворювань необхідно знезаражувати після проведення попереднього очищення. У біологічно знезаражених стічних водах колі-індекс має становити не більше 1000 при вмісті залишкового хлору  $1,5 \text{ мг/дм}^3$ .

10. Температура води. Температура води у водоймі внаслідок скидання в неї стічних вод не має підвищуватися влітку більш ніж на  $3 \text{ }^\circ\text{C}$  порівняно із середньомісячною температурою найтеплішого місяця за останні десять років.

11. Отруйні речовини. Наявність отруйних речовин у стічних водах у концентраціях, що можуть чинити прямий чи опосередкований шкідливий вплив на здоров'я населення, не допускається.

ГДК шкідливої речовини у воді водойми господарсько-питного і культурно-побутового водокористування – це концентрація, що не чинить прямої або непрямой дії на організм людини протягом всього її життя, а також не впливає на здоров'я наступних поколінь і не погіршує гігієнічних умов водокористування (див. табл. Д.2).

ГДК деяких шкідливих речовин у водоймах господарсько-питного та культурно-побутового водокористування наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

ГДК шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування

№ п/п	Речовина	Клас небезпечності	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>
1	Аміак (за азотом)	3	2,0
2	Амонію сульфат (за азотом)	3	1,0
3	Активний хлор	3	відсутня
4	Ацетон	3	2,2
5	Бензол	2	0,5
6	Дихлоретан	2	ОДР 0,02
7	Залізо	3	0,3
8	Кадмій	2	0,001
9	Капролактам	4	-
10	Кобальт	2	0,1
11	Кремній	2	10,0
12	Марганець	3	0,1
13	Мідь	3	1,0
14	Натрій	2	200,0
15	Нафтопродукти	4	0,1
16	Нікель	3	0,1
17	Нітрати (NO)	3	45
18	Нітрити (NO <sub>2</sub> )	2	0,03
19	Ртуть	3	0,0005
20	Свинець	2	0,03
21	Селен	2	0,01
22	Скипидар	4	0,2
23	Фенол	4	0,001
24	Хром (III)	3	0,5
25	Хром (VI)	3	0,05
26	Цинк	3	1,0
27	Етиленгліколь	3	1,0



### 3.2. Нормативи якості води водойм рибогосподарського призначення

Нормативи якості води встановлено для двох видів рибогосподарського водокористування. До першого належать водойми, які використовують для відтворення і збереження цінних сортів риби. До другого – водойми, які використовують для всіх інших рибогосподарських потреб.

Нормативи складу і властивостей води водойм, які використовують для рибогосподарських потреб, можуть поширюватися на ділянку скидання стічних вод у разі їх швидкого змішування з водою водойм або на ділянку, що розташована нижче місця скидання стічних вод. Заборонено скидання стічних вод на ділянках масового нересту і нагулу риби.

До стічних вод, у разі їх скидання у рибогосподарські водойми, встановлюють жорсткіші вимоги, ніж до вод, які скидають у водойми господарсько-питного та культурно-побутового призначення, а саме:

1. Розчинений кисень. Взимку кількість розчиненого кисню (після змішування стічних вод з водою водойми) має бути не менш ніж 6 і 4 мг/дм<sup>3</sup> для водойм першої та другої категорії водокористування відповідно; влітку – не менш ніж 6 мг/дм<sup>3</sup> у пробі, що відібрана до 12 години дня для обох категорій водойм.

2. Повне біохімічне споживання кисню (БСК<sub>повн</sub>) при температурі 20 °С має бути не більше 3 мг/дм<sup>3</sup> у водоймах обох видів водокористування. Якщо взимку вміст розчиненого кисню у воді водойм першого та другого видів водокористування зменшується відповідно до 6 і 4 мг/дм<sup>3</sup>, то можна допускати скидання в них тільки таких стічних вод, що не змінюють БСК води. Наявність отруйних речовин у концентраціях, які можуть чинити прямий або опосередкований шкідливий вплив на рибу чи водні рослини та організми, які споживає риба, не допускається.

3. Температура води внаслідок скидання стічних вод не має підвищуватися влітку більш ніж на 3 °С, а взимку – на 5 °С (слід враховувати, що сприйнятливість організмів до токсичних речовин збільшується зі зростанням температури).

ГДК шкідливої речовини у воді водойм рибогосподарського призначення – це концентрація, що не чинить шкідливого впливу на популяції.

Дані щодо ГДК деяких шкідливих речовин у водоймах рибогосподарського призначення наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

## ГДК шкідливих речовин у воді водойм рибогосподарського призначення

№ п/п	Речовина	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>
1	Аміак	0,05
2	Арсен	0,01
3	Бензол	0,5
4	Кадмій	0,005
5	Магній	40
6	Мідь	0,005
7	Нафта і нафтопродукти: в розчиненому стані в емульсованому стані	0,001 0,05
8	Нікель	0,1
9	Свинець	0,1
10	Сірковуглець	1.0
11	Смолисті речовини, що вимиваються з дерев хвойних порід	2,0
12	Таніди	10
13	Феноли	0,001
14	Хлор вільний	0
15	Хлорофос	0
16	Цинк	0,05
17	Ціаніди	0,05

## 3.3. Методи оцінювання якості води

**Метод інтегрального оцінювання якості води.** У гідрохімічній практиці використовують метод інтегрального оцінювання якості води за сукупністю забруднювальних речовин у ній та частотою їх виявлення.

Суть методу полягає в такому. Для кожного інгредієнта на підставі фактичних концентрацій  $C_i$  розраховують бали кратності  $K_i$  перевищення гранично допустимої концентрації забруднювальних речовин для водойм рибогосподарського призначення  $ГДК_{ВР}$  та повторюваність випадків перевищення  $ГДК_i$  ( $N_i$ ), а також оцінний бал  $B_i$ :

$$K_i = \frac{C_i}{ГДК_i} ; \quad (3.1)$$

$$N_i = \frac{ГДК_i}{N_i} ; \quad (3.2)$$

$$B_i = K_i \cdot H_i, \quad (3.3)$$

де  $K_i$ ,  $H_i$ ,  $B_i$  – лімітувальні показники забрудненості (ЛПЗ);  $C_i$  – комбінаторний індекс забрудненості, який розраховують як суму загальних оцінних концентрацій у воді  $i$ -го інгредієнта;  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -го інгредієнта для водойм рибогосподарського призначення;  $N_i$  – кількість випадків перевищення  $ГДК$  за  $i$ -м інгредієнтом;  $N_i$  – загальна кількість вимірювань  $i$ -го інгредієнта.

Інгредієнти, для яких величина загального оцінного балу більша за одиницю або дорівнює їй, відокремлюються як ЛПЗ. Комбінаторний індекс забрудненості води визначають за формулою

$$I_k = \sum_{i=1}^n B_i. \quad (3.4)$$

За величиною комбінаторного індексу забрудненості встановлюють клас забрудненості води.

**Метод оцінювання сумарного ефекту якості води.** Точно оцінити комплексну дію шкідливих речовин у воді водойм неможливо, тому застосовують метод оцінювання сумарного ефекту впливу на санітарний стан водойми кількох шкідливих речовин за такою умовою:

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_{N_1}}{ГДК_{N_1}} \leq 1, \quad (3.5)$$

де  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – концентрації шкідливих речовин у воді водойм, мг/дм<sup>3</sup>;  $ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$  – гранично допустимі концентрації відповідних речовин, мг/дм<sup>3</sup>.

Якість води та порівняння сучасного стану водного об'єкта зі встановленими у минулі роки характеристиками оцінюють з використанням індексу забрудненості води (ІЗВ) за гідрохімічними показниками. Цей індекс є формальною характеристикою і розраховується шляхом усереднення як мінімум п'яти індивідуальних показників якості води водного об'єкта. Обов'язковими для врахування є:

- концентрація розчиненого у воді кисню;
- показник кислотності рН;
- величина біохімічного споживання кисню (БСК).

При здійсненні контролю за станом вод та стоків використовують фізичні, хімічні, біологічні та органолептичні методи. Фізичні методи використовують для визначення прозорості, каламутності, кількості завислих часток, електропровідності води. Для визначення кислотності, лужності води, вмісту в ній металів, солей, органічних та синтетичних речовин використовують хімічні методи. Бактеріологічний аналіз здійснюють за допомогою біотестування.

**Комплексне оцінювання рівня забрудненості води за заданою лімітувальною ознакою шкідливості.** Для визначення ступеня забрудненості води використовують чотири критерії шкідливості, за кожним з яких сформовано певну групу речовин і специфічних показників якості води:

– критерій санітарного режиму  $W_c$  враховує розчинений кисень, БСК<sub>5</sub>, ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за впливом на санітарний режим;

– критерій органолептичних властивостей  $W_{op}$  враховує запах, завислі речовини, ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за органолептичною оцінкою шкідливості;

– епідеміологічний критерій  $W_e$  враховує небезпеку мікробного забруднення;

– критерій небезпеки санітарно-токсикологічного забруднення  $W_{ct}$  враховує ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за санітарно-токсикологічною ознакою.

Одні й ті самі показники можуть водночас входити до кількох груп шкідливості. Комплексну оцінку рівня забруднення води вираховують окремо для кожної лімітувальної ознаки шкідливості за формулами

$$W = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - 1)}{n};$$
$$\delta_i = \frac{c_i}{N_i},$$
(3.6)

де  $W$  – кількість показників, що враховується для розрахунків;  $N$  – нормативне значення одиничного показника (найчастіше  $N_i = \text{ГДК}_i$ );  $\delta_i$  – кратність перевищення фактичної концентрації  $i$ -го інгредієнта у воді ( $c_i$ ) до нормативного значення одиничного показника.

Якщо  $\delta_i < 1$ , тобто концентрація менше нормативної, то береться  $\delta_i = 1$ . За відповідними формулами розраховують вміст розчиненого кисню і завислих речовин. Розчинений кисень нормується за нижнім рівнем значення, тобто його вміст має бути меншим за 4 мг/дм<sup>3</sup>, тому при  $< 4$  мг/дм<sup>3</sup> для нього взято

$$\delta_i = 1 + 10 \frac{(N_i - c_i)}{N_i}.$$
(3.7)

Оскільки самі по собі розраховані показники ні на що не впливають, до формул додається традиційна класифікаційна таблиця діапазонів значень комплексних оцінок  $W$  (табл. 3.4).

**Ступінь забруднення водойм залежно від значень комплексних показників  $W$**

Рівень забруднення	Критерій забруднення за величинами комплексних оцінок			
	Органолептичний $W_{op}$	Санітарного режиму $W_c$	Санітарно-токсикологічний $W_{ct}$	Епідеміологічний $W_e$
Допустимий	1	1	1	1
Помірний	1,0–1,5	1,0–3,0	1,0–3,0	1,0–10,0
Високий	1,5–2,0	3,0–6,0	3,0–10,0	10,0–100,0
Найвищий	> 2,0	> 6,0	> 10,0	> 100,0

### 3.4. Гранично допустимий скид

Основним нормативом скидів забруднювальних речовин є гранично допустимий скид.

Гранично допустимий скид (ГДС) – це максимально допустима маса речовин у стічних водах, що потрапляють в об'єми водовідведення за одиницю часу. ГДС у цьому пункті водного об'єкта з установленим режимом має забезпечити якість води в контрольному пункті у межах норми.

ГДС – межа витрат стічних вод і концентрації в них шкідливих домішок. При встановленні ГДС враховують ГДС шкідливих речовин у місцях водокористування (залежно від виду водокористування); асимілювальну спроможність водного об'єкта; перспективи розвитку регіону; оптимальний розподіл шкідливих речовин, що скидають, між водокористувачами, які скидають стічні води. ГДС встановлюють для кожного джерела забруднення і кожного виду шкідливих домішок з урахуванням їх комбінованої дії. В основі визначення ГДС (як і ГДВ) лежить методика розрахунку концентрацій забруднювальних речовин, створюваних джерелом у контрольних пунктах (розрахункових створах) з урахуванням їх розбавлення, вкладу інших джерел, перспектив розвитку (проекування джерела забруднення) та ін.

ГДС (г/год) визначають для всіх категорій водокористування як добуток максимальних годинних витрат стічних вод  $g$  (м<sup>3</sup>/год) на концентрацію в них забруднювальних речовин  $C_{ct}$  (г/м<sup>3</sup>) за формулою

$$ГДС = C_{ct} \cdot g \quad (3.8)$$

Згідно з санітарними нормами і правилами охорони поверхневих вод від забруднень ГДС для скидання стічних вод у межах міста чи населеного пункту встановлюють на рівні відповідних ГДС.

### 3.5. Розрахунок допустимої концентрації забруднювальної речовини у стічних водах

Концентрацію забруднювальної речовини у стічній воді визначають за формулою

$$C_{ст} = \frac{a \cdot Q}{g} \cdot (ГДК - C_{\phi}) + ГДК, \quad (3.9)$$

де  $Q$ ,  $g$  – відповідно витрати води і стічних вод у водному об'єкті;  $a$  – коефіцієнт змішування;  $C_{\phi}$  – фонові концентрації шкідливої речовини у водному об'єкті до скидання стічних вод.

Допустима концентрація забруднювальної речовини у стічній воді ( $D_{ст}$ ) має відповідати умові, за якої  $C_{ст} < ГДК$ :

$$D_{ст} = \frac{a \cdot Q}{g} \cdot (ГДК - C_{\phi}) + ГДК. \quad (3.10)$$

При  $D_{ст} < ГДК$  нормативні вимоги мають бути віднесені не до контрольованого створу водного об'єкта, а до самих стічних вод. Допустима концентрація забруднювальних речовин у стічних водах є основою під час розроблення заходів щодо зниження рівня забруднення. Необхідне очищення стічних вод ( $D$ , %) розраховують за формулою

$$D = \frac{C_{факт} - D_{ст}}{C_{факт}} \cdot 100 \%. \quad (3.11)$$

Якщо  $C_{факт} \geq ГДК$ , скидання стічних вод неприпустиме. Гранично допустимий скид (при визначенні  $D_{ст}$ ) визначають за формулою

$$ГДК = D_{ст} \cdot g. \quad (3.12)$$

Цей розрахунок застосовується у найпростішому випадку, коли стік організований одним випусканням і забруднює водойму переважно сухою речовиною.

Величина ГДС має гарантувати досягнення встановлених норм якості води (санітарних та рибогосподарських) за найгірших умов розбавлення у водному об'єкті.

При скиданні стічних вод або інших видах господарської діяльності, що впливають на стан водних об'єктів, які використовують для господарсько-питних та культурно-побутових потреб, норми якості поверхневих вод (або їх природний склад і властивості у випадку перевищення вказаних норм) мають дотримуватися на водотоках, починаючи зі створів, що розташовані на 1 км вище найближчого за течією пункту водокористування

(тобто водозабір для господарсько-питного водопостачання, місця для організованого відпочинку населення, територія населеного пункту); а на водоймах – на акваторії в радіусі 1 км від пункту водокористування. Найближчі пункти водокористування визначають спеціально уповноважені органи державної влади.

При скиданні стічних вод або інших видах господарської діяльності, що впливають на стан рибогосподарських водотоків або водойм, норми якості поверхневих вод (або їх природний склад і властивості у випадку природного перевищення цих норм) мають дотримуватися упродовж усієї ділянки водокористування, починаючи з контрольного створу, який визначають у кожному конкретному випадку органи Держеконадзора, але далі як на відстані 500 м від місця стічних вод або інших джерел забруднення поверхневих вод (наприклад, місця видобутку корисних копалин, виконання певних робіт на водному об'єкті та ін.).

Якщо значення ГДС за об'єктивних причин не може бути досягнутим, то для таких підприємств, що є джерелами забруднення, встановлюють тимчасово узгоджені обсяги скидів шкідливих речовин (ТУС) і вводять плани поетапного зменшення показників скидів шкідливих речовин до значень, що забезпечували б дотримання ГДС.

Ступінь екологічної безпеки водних  $P_{e.б}$  об'єктів визначають за нерівністю

$$P_{e.б.} = \frac{\sum \Pi_{\phi}(t)}{\sum \Pi_{н}(t)} \leq 1, \quad (3.13)$$

де  $\Pi_{\phi}$  – фактичні значення показників якості води;  $\Pi_{н}$  – нормовані значення показників якості води;  $t$  – функція часу.

### **3.6. Нормативи виділення смуг лісів уздовж берегів водних об'єктів**

Водні об'єкти для забезпечення своєї екологічної рівноваги повинні мати лісову смугу захисту. Вона найчастіше створюється людиною і залежить від особливостей водоймища.

Ці нормативи не поширюються на річки завдовжки понад 1000 км, озера, водоймища площею понад 10 тисяч гектарів, а також на суднохідні та магістральні канали, вздовж яких ширина смуг лісів встановлюється на основі спеціальних обстежень.

Ширина смуг лісів уздовж берегів річок у рівнинній частині України визначається залежно від довжини річок (табл. 3.5, 3.6).

Таблиця 3.5

Залежність ширини лісосмуги від довжини річки

Довжина річки, км	Ширина лісових смуг, м
до 50	150
50–100	300
101–300	400
301–500	500
501–1000	750

Таблиця 3.6

Залежність ширини лісосмуги від лісорослинної зони і довжини річки

Лісорослинні зона і підзони	Довжина річки, км	Ширина лісових смуг, м
Ніжньогірна (до 500 м над рівнем моря), дубові і дубово-грабові ліси	до 25	200
	26–50	300
	51–200	350
Середньогірна (500 і 1000 м над рівнем моря), буково-ялицеві ліси	до 25	150
	26–50	250
	51–200	300

*Примітка:* ширина смуг лісів уздовж берегів гірських річок Криму і Карпат зі збільшенням довжини схилу на кожні 100 м збільшується на 50 м, а зі збільшенням крутизни схилу на кожні 5 градусів – додатково на 20 м.

Смуги лісів уздовж берегів гірських річок Криму і Карпат, якщо загальна довжина схилів, що прилягають до берега річки, не досягає 500 м, а їх крутизна – 10 градусів, визначають залежно від довжини річок.

### 3.7. Визначення розмірів і меж водоохоронних зон

У Постанові Кабінету Міністрів України від 8 травня 1996 року наведено порядок визначення розмірів і меж водоохоронних зон та ведення господарської діяльності в них.

Водоохоронні зони встановлюють для створення сприятливого режиму водних об'єктів, попередження їх забруднення, засмічення і вичерпання, знищення навколоводних рослин і тварин, а також зменшення коливань стоку вздовж річок, морів і навколо озер, водосховищ та інших водойм.

До складу водоохоронних зон обов'язково входять: заплава річки, перша надзаплавна тераса, брівки та круті схили берегів, а також прилеглі балки та яри. У межах водоохоронних зон виділяються землі прибережних захисних смуг та смуги відведення з особливим режимом їх використання відповідно до статей 88–91 Водного кодексу України.



Розміри та межі водоохоронних зон визначаються проектом на основі нормативно-технічної документації. Проекти цих зон розробляються на замовлення органів водного господарства та інших спеціально уповноважених органів, узгоджуються з органами охорони навколишнього природного середовища, земельних ресурсів, власниками землі, землекористувачами та затверджуються відповідними місцевими органами державної виконавчої влади та виконавчими комітетами Рад.

При встановленні меж водоохоронних зон ураховують:

- рельєф місцевості, затоплення, підтоплення, інтенсивність берегоруйнування, конструкцію інженерного захисту берега;
- цільове призначення земель, які входять до складу водоохоронної зони.

Оскільки ліси мають значну водоохоронну функцію, межі водоохоронних зон у них не встановлюються.

Водоохоронна зона має зовнішню і внутрішню межі. Внутрішня межа водоохоронної зони збігається з мінімальним рівнем води у водному об'єкті. Зовнішня межа водоохоронної зони зазвичай прив'язана до наявних контурів сільськогосподарських угідь, шляхів, лісосмуг, меж заплав, надзаплавних терас, брівок схилів, балок та ярів і визначається найбільш віддаленою від водного об'єкта лінією затоплення при максимальному повеневому (паводковому) рівні води, що повторюється один раз на десять років; берегоруйнуванням, меандруванням; тимчасовим та постійним підтопленням земель; ерозійною активністю; береговими схилами та сильно еродованими землями.

На землях сільських населених пунктів, землях сільськогосподарського призначення, лісового фонду, на територіях водогосподарських, лісогосподарських, рибогосподарських підприємств, а також на землях інших власників і користувачів зовнішня межа водоохоронної зони визначається з урахуванням зони санітарної охорони джерел питного водопостачання; розрахункової зони переробки берегів; лісових насаджень, які найбільшою мірою сприяють охороні вод із зовнішньою межею не менше 1000 м від урізу меженного рівня води; усіх земель відводу на існуючих меліоративних системах, але не менше 1000 м від брівки каналів та дамб.

Зовнішня межа водоохоронної зони для гірських і передгірських річок визначається з урахуванням геоморфологічних і гідрологічних умов, а також селевих і зсувних явищ.

На землях міст і селищ міського типу розмір водоохоронної зони, як і прибережної захисної смуги, встановлюють відповідно до існуючих на час улаштування водоохоронної зони конкретних умов забудови.

Водоохоронна зона морів, морських заток і лиманів найчастіше збігається з прибережною захисною смугою і визначається шириною не менше

2 км від урізу води. У водоохоронній зоні слід дотримуватися режиму регульованої господарської діяльності.

На території водоохоронної зони забороняється використання сильнотоксичних пестицидів; розміщення кладовищ, скотомогильників, звалищ, полів фільтрації; скидання неочищених стічних вод із використанням балок, кар'єрів, струмків та ін.

Прибережні захисні смуги у межах водоохоронної зони можуть використовуватися для провадження господарської діяльності за умови обов'язкового виконання вимог, передбачених статтями 89 і 90 Водного кодексу України.

В окремих випадках у водоохоронній зоні може провадитися добування піску та гравію за межами земель водного фонду на сухій частині заплави, у праруслах річок, за погодженням з органами охорони навколишнього середовища, водного господарства та геології. Видобування піску та гравію провадиться на підставі дозволів, які видають у порядку, встановленому законодавством.

Виконання водоохоронних та інших заходів щодо впорядкування водоохоронних зон, за винятком земель водного фонду, покладається на виконавчі комітети Рад, сільськогосподарські, водогосподарські, рибогосподарські підприємства, а також на інших власників і землекористувачів.

Контроль за створенням водоохоронних зон і прибережних захисних смуг, а також за дотриманням режиму використання їх територій здійснюють місцеві органи державної виконавчої влади, виконавчі комітети Рад.

#### **4. НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ҐРУНТ**

Відомо, що ґрунт поєднує всі компоненти біосфери, створює можливість життя рослин і тварин на суходолі, тому він є основою організації біосфери. Ґрунти також є незамінним природним ресурсом. Деякі природні чинники, посилені діяльністю людей, та шкідливий антропогенний вплив завдають ґрунтам значної шкоди.

Основними видами антропогенних впливів на ґрунти є:

– розорювання, яке призводить до посилення взаємодії ґрунтів з атмосферою, вітрової та водної ерозії, зміни чисельності ґрунтових організмів;

– випасання худоби, що спричинює ущільнення ґрунту, знищення трав'яного покриву, ерозію, неможливість відновлення родючості внаслідок втрати детриту, збіднення ґрунтів деякими хімічними елементами, висушування, удобрення гноєм, біологічне забруднення;

– сінокоси, збирання врожаю, що викликають вилучення деяких хімічних елементів, підвищення випаровування;

- випалювання старої трави, яке призводить до знищення ґрунтових організмів у поверхневих шарах, підсилення випаровування;
- зниження лісистості, що спричиняє вимивання поживних речовин із ґрунту, втрату вологості, затоплення низинних місцевостей, посилення водної та вітрової ерозії, спустелювання;
- зрошення, яке часто зумовлює вимивання солей з глибини у верхні горизонти ґрунту і їх засолення, при неправильному поливанні – заболочення;
- осушення, що призводить до зниження вологості, виникнення вітрової ерозії;
- застосування пестицидів, добрив, яке може спричинити загибель ґрунтових організмів, зміни ґрунтових процесів, накопичення небезпечних для живих організмів отруйних речовин;
- створення побутових і промислових звалищ, розростання забудови, що спричинює вилучення родючих земель із сільськогосподарського вжитку, пригнічення і навіть загибель живих організмів на прилеглих територіях;
- робота наземного транспорту, яка зумовлює ущільнення ґрунту, отруєння ґрунтів відпрацьованими газами та сипкими матеріалами;
- стічні води і викиди в атмосферу, що викликають забруднення ґрунтів хімічними речовинами, зміну їхнього складу;
- шум, вібрація, енергетичні випромінювання та інші фізичні чинники, які зумовлюють сповільнення росту рослин, забруднення ґрунтів, загибель організмів;
- видобуток корисних копалин, що призводить до ерозії, до забруднення ґрунтів, до заболочення внаслідок заповнення відпрацьованих кар'єрів водою, до зменшення площі землі, придатної для сільськогосподарських робіт;
- будівництво гідроелектричних станцій (ГЕС), яке супроводжується затопленням значних територій, інфільтрацією води з великих водосховищ у прилеглі землі, заболочуванням.

Забруднення ґрунтів через різні види діяльності є найбільш поширеним видом антропогенного впливу на них. Основними забруднювачами ґрунтів є мінеральні добрива, пестициди, важкі метали, нафтопродукти, радіонукліди, канцерогени. Азотні, калійні, фосфорні мінеральні добрива вносять у ґрунт для компенсації втрат мінеральних речовин, але при цьому не враховують хімічний склад ґрунту, агротехніку культури, терміни і норми внесення, що призводить до їх накопичення у ґрунті. Пестициди – це велика група речовин, створених для боротьби зі шкідниками, бур'янами, грибковими захворюваннями сільськогосподарських культур та ін. Більшість з них є токсичними для людей і тварин, можуть спричинити отруєння, генетичні відхилення. Джерелами надходження до ґрунту важких металів (цинку, кадмію, хрому, меркурію, свинцю, марганцю тощо) та їх

сполук є видобуток корисних копалин, викиди хімічних підприємств і металургійних виробництв, сміттєспалювальних заводів, ТЕС, звалища відходів та ін. Нафтопродукти потрапляють у ґрунт під час видобутку нафти і природного газу, при аваріях на нафтопроводах, зі стічними водами, під час роботи техніки на полях, змиванням з поверхні автомобільних магістралей. Забруднення ґрунту радіонуклідами відбувається під час розробки уранових руд, роботи підприємств паливно-енергетичного комплексу, утворення могильників радіоактивних відходів, аварій на АЕС. Досить поширеними забруднювачами ґрунтів є канцерогени типу поліциклічних ароматичних вуглеводнів, основними джерелами яких є вихлопні гази двигунів автомобілів, літаків, тепловозів, а також викиди промислових підприємств і котельень.

Забруднення ґрунтів відбувається як природним шляхом, так і внаслідок антропогенної діяльності. За величиною зон і рівнем забруднення ґрунтів забруднення поділяють на фонове, локальне, регіональне і глобальне.

Фоновим вважають вміст забруднювальних речовин у ґрунті, який відповідає або близький до його природного складу.

Забруднення ґрунту одним або кількома джерелами забруднення вважають локальним.

Регіональне забруднення ґрунту виникає внаслідок перенесення забруднювальних речовин на відстань понад 40 км від техногенних та більше 10 км – від сільськогосподарських джерел забруднення.

Глобальне забруднення ґрунту виникає внаслідок перенесення забруднювальної речовини на відстань 1000 км від будь-якого джерела забруднення.

Хімічне забруднення, ерозія та засолення є найбільш небезпечними для ґрунтів.

Унаслідок внесення великої кількості мінеральних добрив ґрунт забруднюється баластними речовинами – хлоридами і сульфатами.

Пестициди пригнічують біологічну активність ґрунтів, знищують потрібні мікроорганізми, черв'яків, зменшують природну родючість. Комахи-запилувачі також гинуть. Нині близько 500 видів комах стали стійкими проти застосування інсектицидів. Подібна стійкість виникає і у рослин.

Дослідження свідчать, що інтенсивне застосування сільськогосподарських отрутохімікатів призводить до негативних змін у стані здоров'я населення: ушкоджуються структури спадковості, трапляються розлади діяльності центральної нервової системи, у жінок спостерігаються ускладнення перебігу вагітності, випадки народження неповноцінних або мертвих дітей, збільшується повторюваність онкологічних захворювань. Загальна площа земель, забруднених залишками отрутохімікатів, сягає 13 млн га.

Ґрунти забруднюються також відпрацьованими газами комбайнів, тракторів, автомобілів, мастилами та паливом. У ґрунт потрапляють техногенні забруднювачі від промислових підприємств – сульфати, окиси азоту, важкі метали (нікель, свинець, хром, кобальт, ванадій тощо) та інші забруднювальні речовини, значення ГДК яких наведено в табл. Д.3.

Негативний вплив мають і такі важливі для сільського господарства роботи, як зрошування та осушення земель. Зрошувані землі дають близько 30 % продукції рослинництва, але створення штучних водойм і зрошення великої території призводить до підняття рівня ґрунтових вод і до зміни їх хімічного складу. Виникає засолення ґрунтів, заболочування, підвищується сейсмічність території.

Ґрунти за ступенем забруднення поділяються на сильнозабруднені, середньозабруднені та слабозабруднені.

У сильнозабруднених ґрунтах кількість забруднювальних речовин у кілька разів перевищує ГДК. Вони мають низьку біологічну продуктивність та істотні зміни фізико-хімічних, хімічних та біологічних властивостей, внаслідок чого вміст хімічних речовин у вирощуваних культурах перевищує встановлені норми.

У середньозабруднених ґрунтах перевищення ГДК незначне, що не призводить до помітних змін його властивостей.

У слабозабруднених ґрунтах вміст хімічних речовин не перевищує ГДК, але перевищує фонову концентрацію.

Для земель єдиного державного земельного фонду встановлюється номенклатура показників ґрунтів згідно з ГОСТ 17.4.2.01-81 «Охорона природи. Ґрунти. Номенклатура показників санітарного стану». Ця номенклатура показників повинна застосовуватися при розробленні нормативно-технічної документації з охорони ґрунтів від забруднень, а також при контролі стану ґрунтів. При регламентації і контролі забруднення ґрунтів стан ґрунту характеризується хімічними, санітарними та біологічними показниками. Під хімічним забрудненням ґрунту розуміють зміну його хімічного складу внаслідок антропогенної діяльності, здатну спричинити погіршення його якості. Принцип контролю забруднення ґрунтів – перевірка відповідності концентрацій забруднювальних речовин встановленим нормам і вимогам у вигляді ГДК і ОДК. При контролі забруднення ґрунтів хімічні речовини відповідно до ГОСТ 17.4.1.02-83 «Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднень» за ступенем небезпеки поділяють на три класи:

- 1-й клас – високонебезпечні;
- 2-й клас – помірно небезпечні;
- 3-й клас – малонебезпечні.

Визначено показники, за якими встановлюють клас небезпеки речовини (токсичність при пероральному введенні ЛД<sub>50</sub>, стабільність – персис-

тентність – у ґрунті, міграція в ґрунт, повітря, підземну воду, транслокація в рослини, персистентність у рослинах і вплив на їх харчову цінність, вплив на санітарний стан ґрунту). Клас небезпеки встановлюють не менш ніж за трьома показниками із переліку, наведеного у стандарті. Норми для класів небезпеки в одиницях ГДК (ОДК) становлять: 1-й клас – менше 0,2 мг/кг, 2-й клас – 0,2–0,5 мг/кг, 3-й клас – понад 0,5 мг/кг. Виконано орієнтовний розподіл речовин за класами небезпеки. З пестицидів до першого класу небезпеки належать атразин, ДДТ, метафос та ін.; до другого – карбофос, нітрафен, хлорофос; до третього – дилер, полікарбоцин. З речовин, що потрапляють у ґрунт з викидами, скидами, відходами, до першого класу відносять миш'як, кадмій, ртуть, селен, цинк, фтор, бенз(а)пірен; до другого – бор, кобальт, нікель, молібден, сурму, хром; до третього – барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенон.

Забруднення ґрунтів, як і інших середовищ, є комбінованим, у зв'язку з чим при хімічному контролі забруднення виникає необхідність виділити пріоритетні забруднювальні речовини, які підлягають контролю в першу чергу. Класи небезпеки речовин враховують при визначенні пріоритетних забруднювальних речовин. У разі неможливості обліку всього комплексу хімічних речовин, що забруднюють ґрунт, оцінювання здійснюють за найбільш небезпечними речовинами, тобто за речовинами, які належать до більш високого класу небезпеки. У цілому, під час оцінювання небезпеки забруднення ґрунту хімічними речовинами враховують такі положення:

– небезпека забруднення тим вище, чим більше фактичний рівень вмісту (С) контрольованих у ґрунті речовин перевищує ГДК, тобто чим більше значення коефіцієнта небезпеки  $K_0 = \frac{C_0}{ГДК}$  перевищує 1;

– небезпека забруднення тим вище, чим вище клас небезпеки контрольованого режиму;

– оцінювання небезпеки забруднення будь-яким токсикантом має проводитися з урахуванням буферності ґрунту, що впливає на рухомість хімічних елементів, яка визначає їх вплив на контактувальні середовища.

Буферність ґрунту – це сукупність властивостей ґрунту, що визначають його бар'єрну функцію, яка обумовлює рівні вторинного забруднення хімічними речовинами середовищ, що контактують із ґрунтом – рослинності, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря. Основні компоненти, що створюють буферність – тонкодисперсні мінеральні частки, що визначають її механічний склад; органічна речовина (гумус) і реакція середовища – рН. Небезпека забруднення тим більша при однаковому значенні  $K_0$  (коефіцієнта небезпеки), чим менше значення рН (чим кисліший ґрунт), чим менше вміст у ньому гумусу, чим легший його механічний склад. За зростанням небезпеки забруднення ґрунту можна розташувати так: чорно-

зем – суглинний дерено-підзолистий ґрунт – супіщаний дерено-підзолистий.

Система контролю забруднення ґрунтів на основі гігієнічної регламентації (ГДК) не є досконалою. Трапляються певні труднощі в інтерпретації та об'єктивному оцінюванні забруднення ґрунту комплексом токсичних або інших речовин, для яких не розроблено нормативи ГДК. У таких випадках рівень хімічного забруднення порівнюють із фоновим.

Серед усіх забруднювачів ґрунту необхідно більше уваги приділяти тим речовинам, які відіграють значну роль у забрудненні біосфери, мають високу стабільність, рухливість, розчинність, тому головне значення має не загальна кількість хімічних речовин у ґрунті (наприклад, важких металів), а форми сполук, які існують у цьому середовищі. Найбільш рухливими хімічними елементами є хлор, бром, фтор, бор, натрій, кальцій, магній, барій.

У сучасних умовах сільськогосподарського виробництва найбільш важливим є оцінювання пестицидного забруднення ґрунтів. Прояв токсичних ефектів пестицидів та інших хімічних речовин у ґрунті та процеси їх накопичення залежать від таких чинників: об'ємів і термінів внесення, властивостей пестициду (токсичності, стійкості, здатності до кумуляції, сорбції), механічного складу та структури ґрунту, наявності органічних речовин, рН, вологості тощо.

Санітарний стан ґрунту – це сукупність фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту, що визначають його безпеку в епідеміологічному та гігієнічному відношеннях (ГОСТ 17.4.2.01-81). До переліку контрольованих параметрів показників належать санітарно-бактеріологічні, санітарно-гельмінтологічні, санітарно-ентомологічні показники. Це санітарне число (відношення азоту білкового до загального органічного азоту), показники концентрацій амонійного та нітратного азоту, хлоридів, залишкової кількості пестицидів та інших речовин (важких металів, нафти і нафтопродуктів, фенолів, сірчистих сполук), канцерогенів, радіоактивних речовин, макро- і мікродобрих, термофільних бактерій, бактерій групи кишкової палички, патогенних мікроорганізмів, яєць і личинок гельмінтів і мух. Для різних видів землекористування (населених пунктів, курортів і зон відпочинку, зон джерел водопостачання, територій підприємств, сільськогосподарських угідь, лісів) перелік показників відрізняється. У чистих ґрунтах організми, які характеризують санітарно-бактеріологічні показники, відсутні: їх присутність вказує на специфічне органічне, фекальне та інші види забруднень.

Біологічні показники характеризують здатність ґрунту до самоочищення, що визначається в першу чергу активністю ґрунтової мікрофлори та ґрунтових тварин, фізико-хімічними умовами і властивостями ґрунту. Антропогенні впливи (внесення добрив, оброблення пестицидами, режим меліорації та осушення), а також чинники навколишнього середовища (те-

температура, кількість опадів, топографія території) впливають на активність ґрунтової мікрофлори і фауни. В екологічних дослідженнях ґрунтів використовують різні біологічні показники: «подих», показники целюлозорозкладальної активності, активність ферментів (дегідрогенази, фосфатази), кількість грибів, дріжджів тощо. Зазвичай використовують декілька показників, тому що їх чутливість до різних забруднювальних речовин значно відрізняється. Зниження рівня активної мікробної маси є ознакою біологічної деградації ґрунту внаслідок токсичного впливу. Як комплексний показник забруднення ґрунту використовують показник фітотоксичності. Це тестовий інтегральний показник, який визначають за здатністю забрудненого ґрунту придушувати проростання насіння, ріст і розвиток вищих рослин. Зменшення кількості проростків насіння порівняно з контролем при біотестуванні вважають показником наявності фітотоксичності ґрунту.

Згідно з ГОСТ 17.4.3.06-86 «Охорона природи. Ґрунти. Загальні вимоги і класифікація ґрунтів за впливом на них хімічних забруднювальних речовин» ґрунти за ступенем забрудненості поділяють на сильнозабруднені, середньозабруднені, слабозабруднені.

#### **4.1. Нормативні показники якості ґрунтів**

Нормативи вмісту забруднювальних речовин у ґрунті розробляють за трьома напрямками:

- нормування вмісту шкідливих хімічних речовин в орному шарі ґрунту;
- нормування накопичення токсичних речовин на території підприємства;
- нормування забруднення ґрунту в житлових районах, переважно в місцях зберігання побутових відходів.

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в орному шарі ґрунту ( $ГДК_{гр}$ ) – це концентрація, яка не чинить прямого або опосередкованого негативного впливу на середовища, що контактують з ґрунтом (атмосферу, гідросферу), на здоров'я людини, а також на здатність ґрунту самовідновлюватися.

Нормативи  $ГДК_{гр}$  розроблено для речовин, які можуть мігрувати в атмосферне повітря або ґрунтові води, знижувати врожайність або погіршувати якість сільськогосподарської продукції, а також продуктів харчування рослинного походження.

#### **4.2. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів**

Рівень забруднення оцінюють за показниками, розробленими при поєднанні результатів геохімічних і гігієнічних досліджень міських середовищ.



Такими показниками є коефіцієнт концентрації хімічного елемента  $K_c$  і сумарний показник забрудненості  $Z_c$ . Коефіцієнт концентрації визначають як відношення реального вмісту хімічного елемента в ґрунті до фонового вмісту того ж елемента:

$$K_c = \frac{C}{C_{\phi}} \quad \text{або} \quad K_c = \frac{C}{ГДК_{гр}}, \quad (4.1)$$

де  $C$  – реальний вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті, мг/кг;  $C_{\phi}$  – фоновий вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті, мг/кг;  $ГДК_{гр}$  – гранично допустима концентрація забруднювальної речовини в ґрунті, мг/кг.

Оскільки досить часто ґрунти забруднені кількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів:

$$Z_c = \left( \sum_{i=1}^n K_{c_i} \right) - (n-1), \quad (4.2)$$

де  $K_{c_i}$  – коефіцієнт концентрації  $i$ -го хімічного елемента в пробі ґрунту;  $n$  – кількість урахованих хімічних елементів.

Сумарний показник забрудненості може бути визначений як для всіх елементів однієї проби, так і для ділянки території за геохімічною вибіркою.

Небезпечність забруднення ґрунтів комплексом хімічних елементів оцінюють за показником  $Z_c$ , користуючись шкалою, градація якої розроблена на основі вивчення стану здоров'я населення, що мешкає на територіях з різними рівнями забрудненості ґрунтів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Орієнтовна оцінна шкала небезпечності забрудненості ґрунтів за сумарним показником  $Z_c$

Категорія забруднення ґрунту	$Z_c$	Зміна показників якості здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
Допустима	<16	Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
Помірно небезпечна	16–32	Підвищення загального рівня захворюваності
Небезпечна	32–128	Підвищення загального рівня захворюваності, кількості дітей, які часто хворіють, дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи
Дуже небезпечна	>128	Підвищення захворюваності у дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофій немовлят)

Важливим елементом комплексу заходів щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їх забруднення. При цьому термін «гранично допустима кількість речовини, що забруднює ґрунти» означає частку хімічної речовини, що забруднює ґрунт (мг/кг) і не чинить прямої або опосередкованої дії, включаючи віддалені наслідки для навколишнього природного середовища та здоров'я людини. Значення ГДК, деяких речовин, що забруднюють ґрунт, наведено в табл. 4.2. Крім ГДК, застосовують показник орієнтовно допустимої кількості (ОДК) хімічної речовини, що забруднює ґрунти. Цей показник визначають розрахунковим методом.

Таблиця 4.2

Значення ГДК хімічних речовин у ґрунті

Назва речовини	ГДК, мг/кг
<i>Метали</i>	
Кобальт	5,0
Марганець, вилучений з чорнозему та дерено-підзолистого ґрунту	700,0
Мідь (рухома форма)	3,0
Нікель	4,0
Ртуть	2,1
Свинець (рухома форма)	6,0
Свинець	32,0
Хром	6,0
Цинк	23,0
<i>Неорганічні сполуки</i>	
Нітрати	130,0
Миш'як	20,0
Сірководень	0,4
Фосфор (суперфосфат)	200,0
Фториди	10,0
<i>Ароматичні вуглеводні</i>	
Бензол	0,3
Ізопропілбензол	0,5
Ксилоли	0,3
Стирол	0,1
Толуол	0,3
<i>Добрива та ПАР</i>	
Рідкі комплексні добрива з додаванням марганцю	80,0
Азотно-калійні добрива	120,0
Поверхнево-активні речовини	0,2

### 4.3. Оцінювання санітарного стану ґрунтів

Санітарний стан ґрунтів оцінюють за спеціальними нормованими показниками. Як основний хімічний показник використовують санітарне число – частку від ділення кількості ґрунтового білкового азоту в міліграмах на 100 г абсолютно сухого ґрунту до кількості органічного азоту в тих самих одиницях. Показником бактеріального забруднення ґрунту є титр кишкової палички та титр одного з анаеробів. Санітарно-гельмінтологічним показником ґрунту є кількість яєць гельмінтів в 1 кг ґрунту. Ентомологічний показник визначають за наявністю личинок і лялечок мух на 0,25 м<sup>2</sup> поверхні ґрунту (табл. 4.3)

Таблиця 4.3

Показники санітарного стану ґрунтів населених пунктів  
і сільськогосподарських угідь

Ґрунт	Кількість личинок та лялечок мух	Кількість яєць гельмінтів	Титр колі	Титр анаеробів	Санітарне число
Чистий	0	0	1 і більше	0,1 і більше	0,98–1,0
Мало забруднений	Одиниці	До 10	1–0,01	0,1–0,001	0,85–0,98
Забруднений	10–25	11–100	0,01–0,001	0,001–0,0001	0,7–0,85
Сильно забруднений	25	Понад 100	0,001 і менше	0,0001 і менше	0,7 і менше

Стан єдиного державного земельного фонду контролюють за спеціальними методиками, контроль хімічного забруднення здійснюють агрохімічні лабораторії та організації з охорони природи.

### 4.4. Нормативи оцінювання пестицидного забруднення ґрунтів

Пестициди – це хімічні сполуки (речовини), які використовують як засоби захисту рослин і тварин від шкідливих організмів. Пестициди широко застосовуються в сільському господарстві для підвищення якості продукції і зменшення втрат врожаю.

Промислова класифікація пестицидів базується на тому, на які шкідливі організми вони діють. Вказана класифікація дає змогу полегшити вибір препарату для захисту конкретної культури від певного типу шкідливих організмів. Так, арборициди призначені для знищення небажаної деревної та кущової рослинності; бактерициди захищають від патогенних бактерій; гербіциди обмежують чисельність небажаної рослинності; дефоліанти застосовують для видалення листя; інсектициди – для обмеження чисельності шкідливих комах; репеленти призначені для відлякування комах; рета-

рданти є регуляторами росту рослин; родентициди необхідні для знищення гризунів; фунгіциди – для обмеження поширення хвороб та фітопатогенних грибків – збудників захворювань рослин.

У сільському господарстві найчастіше використовують гербіциди, інсектициди, фунгіциди і регулятори росту рослин.

Залежно від способу проникнення в шкідливий організм та механізму дії пестициди поділяють на різні групи. Наприклад, інсектициди бувають: контактні (вважають комах при контакті речовини з будь-якою частиною тіла), кишкові (отруюють при потраплянні їх у кишківник комах), системні (здатні рухатися судинною системою рослин і отруювати комах після поїдання отруєних рослин).

Залежно від ступеня небезпечності для людей і тварин пестициди поділяють на такі:

- високотоксичні – 50–200 мг/кг;
- середньотоксичні – 200–1000 мг/кг;
- малотоксичні – понад 1000 мг/кг.

Для більш об'єктивного оцінювання екологічного стану земель необхідно мати дані не тільки про пестицидне навантаження, а й про залишкову кількість пестицидів у ґрунтах і рослинах. Рівень забрудненості ґрунтів та рослинної маси залишками пестицидів визначають шляхом порівняння фактичного вмісту пестицидів у ґрунті або у сільськогосподарській продукції з ГДК. Перевищення фактичного вмісту залишкової кількості пестицидів відносно ГДК є показником небезпечності екологічної ситуації. У табл. 4.4 наведено нормативи оцінювання пестицидного забруднення ґрунтів. За відсутності ГДК можна встановлювати тимчасово допустимі концентрації (ТДК), які визначають за емпіричним рівнянням регресії:

$$ТДК = 1,23 + 0,48 \cdot \lg ГДК_{x.n}, \quad (4.3)$$

де  $ГДК_{x.n}$  – гранично допустима концентрація речовини у харчових продуктах.

Таблиця 4.4

Нормативи оцінювання пестицидного забруднення ґрунтів

Тип екологічної ситуації	Залишкова кількість пестицидів, кг/га	У ґрунті	У рослинах
Сприятлива	< 3	Не виявляється	Не виявляється
Задовільна	3–4	< ГДК	< ГДК
Передкризова	4–5	< ГДК	< ГДК
Кризова	5–6	1,1–1,5 ГДК	1,1–1,5 ГДК
Катастрофічна	> 6	1,6–10,0 ГДК	1,6–10,0 ГДК

#### 4.5. Екологічне оцінювання ґрунтів населених пунктів

Ґрунти через свої природні властивості здатні накопичувати велику кількість забруднювальних речовин. На територіях населених пунктів можливе перенесення забруднювальних речовин із ґрунтів у повітря і воду, що може безпосередньо впливати на здоров'я населення. Тому для міських (селітебних) територій доцільний санітарно-гігієнічний підхід до вибору критеріїв екологічного оцінювання ґрунтів.

На території населених пунктів переважає промислове забруднення ґрунтів. Серед токсичних речовин антропогенного походження значну роль відіграють важкі метали (ВМ): хром, нікель, кадмій, свинець тощо, а також нафтопродукти і поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). Збільшенню забруднення ґрунтів сприяє радіація, викликана аваріями на АЕС, атомними вибухами, витоками з реакторів, порушенням правил поховання радіоактивних відходів.

Критерієм і найважливішим нормативом, який дає змогу оцінити ступінь забруднення ґрунту хімічними речовинами, є ГДК забруднювальних речовин.

При оцінюванні сумарного забруднення ґрунтового покриву при кількості речовин менше 8 використовується безрозмірний показник

$$БПЗ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (4.4)$$

де  $C_i$  – концентрація  $i$ -го елемента в ґрунті, мг/кг ґрунту;  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -го інгредієнта в ґрунті, мг/кг ґрунту;  $n$  – кількість інгредієнтів, що враховується.

Одним з методів побудови шкал оцінювання є статистичний метод сигнальних відхилень, що може бути використаний для оцінювання рівнів досліджуваних показників для окремих територій, груп підприємств тощо.

Суть методу полягає в розрахунку середнього квадратичного відхилення для ряду показників

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n-1}}, \quad (4.5)$$

де  $\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2$  – сума квадратів відхилень кожного з показників від середньої величини, розрахованої за формулою

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}, \quad (4.6)$$

де  $n$  – кількість значень аналізованого ряду показників.

Для побудови шкали оцінювання необхідно розрахувати інтервали з використанням значення середнього квадратичного відхилення. За «нормальні» або «базові» показники можуть бути взяті ті з них, що не виходять за межі інтервалу  $\bar{p} + 0,5 \cdot \sigma$ .

На підставі величини відхилення показників від середнього значення в межах ( $1\sigma$ ) визначається значення показників за п'ятирівневою шкалою (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Шкала значень показників

Рівень показника	Межі коливань
Високий	Від $p + \sigma$ і вище
Вище середнього	Від $p + 0,5 \cdot \sigma$ до $p + \sigma$
Середній	Від $p - 0,5 \cdot \sigma$ до $p + 0,5 \cdot \sigma$
Нижче середнього	Від $p - 0,5 \cdot \sigma$ до $p - \sigma$
Низький	Від $p - \sigma$ і нижче

Для забруднювальних речовин неприродного походження коефіцієнт концентрації визначають як результат від розподілу масової частки забруднювальної речовини і її ГДК.

Значення сумарного показника забруднення ґрунтів  $K_c$  порівнюють з орієнтовною шкалою небезпеки забруднення, яка має такі градації: припустима (до 16); помірно небезпечна (до 32); небезпечна (до 128); надзвичайно небезпечна (понад 128) категорії забруднення, які статистично пов'язані зі зміною показників стану здоров'я населення в зонах забруднення. Найчастіше для населених пунктів застосовується шкала оцінювання, що базується на зміні показників здоров'я населення в осередках забруднення.

Екологічне оцінювання радіоактивного забруднення ґрунтів селітебних територій проводиться за двома показниками: за потужністю експозиційної дози на рівні 1 м від земної поверхні (мкР/год) і за ступенем радіоактивного забруднення за окремими радіоізотопами ( $K_i/\text{км}^2$ ).

## 5. НОРМУВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

З їжею в організм людини надходять не тільки поживні, а й сторонні хімічні речовини. Так, з їжею в організм потрапляють 95 % пестицидів, тоді як з водою – 4,7 %, з повітрям – 0,3 %. До 70 % нітратів і нітритів надходить в організм з продуктами рослинного походження, решта – з водою і продуктами тваринного походження. До 94 % радіонуклідів потрапляють з продуктами харчування, а решта – з повітрям і водою. Забруднювачі

потрапляють у продукти харчування з некондиційної сировини з сільсько-господарської продукції, вирощеної за недосконалою технологією. У разі використання недосліджених добрив (мінеральних або органічних), нераціонального їх внесення чи зрошування угідь забрудненими стічними водами, хімічні речовини у надмірній кількості надходять у продукцію рослинництва та тваринництва, а потім – у харчові продукти.

Продукція тваринництва і птахівництва забруднюється неапробованими кормами та різними кормовими добавками (консервантами, стимуляторами росту, лікувальними та профілактичними засобами і т. ін.). Надходження забруднювачів може відбуватися з харчових добавок: антиоксидантів, ароматизаторів, барвників, консервантів тощо.

Шкідливі домішки також можуть потрапляти у харчові продукти з неякісної упаковки та утворюватися внаслідок небажаних біохімічних та фізико-хімічних процесів під час транспортування та зберігання харчової продукції. До них належать токсиканти, що потрапили в продукти харчування з обладнання, посуду і тари при використанні неапробованих або недозволенних пластмас та інших полімерних матеріалів.

Забруднювачі, що надходять з навколишнього середовища, характеризуються різною структурою і властивостями, здатністю до біокумуляції. До них належать канцерогенні багатоядерні ароматичні вуглеводні, бенз(а)пірен, антрацен та ін. Особливо шкідливі сполуки (переважно канцерогенні) можуть утворюватися внаслідок порушення технології термічного оброблення. Токсикологічну класифікацію речовин подано в табл. 5.1. Токсикологічну характеристику деяких важких металів наведено нижче, а їх ГДК для продуктів харчування – в табл. Д.4.

1. Свинець (Pb) – його присутність виявлена у будь-якому виді харчових продуктів, що випускаються у різних країнах. Картопля, капуста, огірки, томати, морква і цибуля, вирощені на ґрунтах з вмістом свинцю 220–480 мг/кг, містять його у 2–5 разів більше, ніж овочі, які виростили в таких самих кліматичних умовах, але на ґрунті з меншим вмістом (18 мг/кг) вказаного токсиканта. В організм людини (масою 70 кг) з харчовими продуктами за добу надходить у середньому 0,2–0,3 мг, а з водою – близько 0,02 мг свинцю. Для дорослої людини максимально допустимою кількістю свинцю вважається доза 3 мг на тиждень. Іони двовалентного свинцю утворюють міцні зв'язки з сульфагідрильними групами органічних речовин. Ця реакція спричиняє блокування SH-утримувальних ферментів. Стабільні сполуки двовалентного свинцю з нуклеотидами, особливо з цитидином. Свинець також утворює стабільні комплекси з карбоксильними і фосфатними групами біополімерів. Указані властивості лежать в основі токсичної дії сполук свинцю. Спричиняє ураження печінки, нирок, судин, статевих органів, центральної і периферійної нервової системи, церебральний пара-

ліч, викидні, анемії, паралічі, атрофію зорового нерву. Летальна доза для дорослої людини – 10 г/добу.

Таблиця 5.1

Токсикологічна класифікація речовин (І. І. Залеський, М. О. Клименко, 2005 р.)

Клас токсичності	LD <sub>50</sub> для людини, мг/кг маси	Середня смертельна доза	Приклади
Надтоксичні	Менше 0,01	Менше 1 краплі	Нервово-паралітичні гази, ботулінічний токсин, діоксин
Вкрай токсичні	Менше 5	Менше 7 крапель	Ціаністий калій, героїн, атропін, нікотин тощо
Дуже токсичні	5–50	Від 7 крапель до 1 чайної ложки	Солі ртуті, морфій, кодеїн
Токсичні	50–500	Від 1 чайної ложки до 1 унції (28,35 г)	Солі свинцю, ДДТ, гідроксид натрію, сірчана кислота, кофеїн, тетрахлор вуглець
Помірно токсичні	500–5000	Від 1 унції до 1 пінти (0,473 л)	Метиловий спирт, ефір, фенобарбітал, амфетамін, керосин, аспірин
Малотоксичні	5000–15000	Від 1 пінти до 1 кварта (0,9463 л)	Етиловий спирт, мило

2. Цинк (Zn) є біомікроелементом, що входить до складу 80 ферментів, які утримуються в організмі людини. Для дорослої людини добова потреба в цинку становить 15 мг. У харчових продуктах вміст цинку становить у мг/кг: фрукти, овочі – 5; картопля, морква – 10; яйця – 15–20; зерно і горіхи – 25–30; борошно – 5–8. Найбільше цинку міститься в печінці і бобових. У варених овочах вміст цинку зменшується на 30–70 %. У біологічному середовищі іон цинку легко утворює комплекси з амінокислотами, пептидами і білками, а також з нуклеотидами, його виявляють у РНК. Входить до складу гормону інсуліну, який бере участь у вуглеводневому обміні, а також входить до складу багатьох важливих ферментів. Нестача цинку у дітей затримує ріст і статевий розвиток. При надлишку може спричинити анемію, пухлини, інтоксикацію, набряк легень, ураження шкіри. Летальна доза для дорослої людини – 6 г/добу.

3. Олово (Sn). Понад 50 % його кількості, що видобувається в усьому світі, йде на виробництво олов'яних покриттів і припоїв. Відповідно до тимчасових гігієнічних нормативів допускається вміст олова у фруктах, соках і безалкогольних напоях близько 100 мг/кг, а в овочевих консервах – більше



200 мг/кг. Підвищена концентрація олова в харчових продуктах може призвести до гострого отруєння. Реакція людей на визначену кількість поглиненого олова може бути різною. Катіони олова взаємодіють з донорними групами білків. Іон двовалентного олова як м'яка кислота Льюїса міцно зв'язується з м'якою SH-групою. Здійснює загальнотоксичну дію. Летальна доза для дорослої людини – 2 г/добу.

4. Кадмій (Cd) розчиняється в органічних кислотах і легко переходить у харчові продукти. З усіх важких металів, які забруднюють напої і харчові продукти, кадмій належить до найбільш небезпечних не тільки через високу токсичність, а й у зв'язку з його широким поширенням і застосуванням. Кадмій не є біомікроелементом. При надходженні до організму з харчовими продуктами засвоюється 6–8 % кадмію. Період напіввиведення його з організму становить 13–40 років. У харчових продуктах кадмій міститься в таких кількостях, мкг/кг: у зернових – 28–35; картоплі – 12–50; капусті – 2–26; помідорах – 10–30; салаті – 17–23; цукрі – 5–31. Дуже велика кількість кадмію міститься у грибах – 0,1–5,0 мг/кг. Токсична дія кадмію, що надходить до організму з харчовим раціоном і питною водою, пов'язана з його антагонізмом до цинку. Спричиняє хвороби нирок і легень, рак підшлункової і передміхурової залози, цироз печінки, розпад кісткової тканини. Виявляє мутагенну і тератогенну дію. Має кумулятивні властивості. Летальна доза для дорослої людини – 1,5–9,0 г/добу.

Для запобігання утворенню шкідливих речовин та зменшення їх кількості в харчових продуктах слід чітко виконувати агротехнічні заходи і вимоги технічних регламентів, що забезпечить вирощування якісної сировини та виготовлення з неї якісних харчових продуктів. У процесі технологічного та кулінарного оброблення і зберігання необхідно уникати утворення нових шкідливих речовин, неприпустимих змін харчової цінності, смаку, аромату, інших органолептичних властивостей продуктів унаслідок дії сторонніх речовин.

Забруднення харчових продуктів спричиняють харчові отруєння, які поділяють на бактеріальні, небактеріальні та мікотоксикози.

Бактеріальні отруєння – це токсикоінфекційні отруєння, спричинені мікроорганізмами групи сальмонел. Ці захворювання виникають через споживання заражених мікробами м'ясних, молочних, рибних та рослинних продуктів, яєць качок і гусей та ін. Отруєння, спричинені стафілококами, також належать до бактеріальних. Ці захворювання пов'язані з вживанням недоброякісних продуктів (молока, сиру, консервів, морозива, кондитерських виробів тощо).

Небактеріальні отруєння пов'язані з потраплянням у харчові продукти хімічних отруйних речовин та радіонуклідів. Наприклад, з сільськогосподарськими продуктами (зерном, овочами і фруктами) потрапляють пести-

циди, а з посуду і пакувальної тари в харчові продукти потрапляють деякі важкі метали (свинець, мідь, цинк, нікель, ртуть тощо).

Мікотоксикози – це отруєння, спричинені мікотоксинами, що потрапляють до організму з харчовими продуктами.

Під час розроблення нормативів ГДК шкідливих речовин у харчових продуктах (ГДК<sub>хп</sub>) враховують дані токсикології та гігієнічного нормування цих речовин у повітрі, воді, ґрунті, а також інформацію про природний вміст різних хімічних елементів у харчових продуктах.

Гранично допустима концентрація (допустима залишкова кількість) шкідливої речовини у харчових продуктах – це концентрація шкідливої речовини, яка протягом необмеженого часу (при щоденному впливі) не спричиняє захворювань або відхилень у стані здоров'я людини.

Санітарно-гігієнічне нормування забрудненості харчових продуктів стосується головним чином пестицидів, важких металів та деяких аніонів (наприклад, нітратів).

Надмірна кількість нітратів у харчових продуктах становить велику небезпеку для здоров'я людини. Останнім часом доведено канцерогенну дію нітратів, особливо у разі тривалого і систематичного надходження їх до організму людини. Максимально допустимі рівні (МДР) нітратів у плодовоовочевій продукції затверджено МОЗ України (табл. 5.2).

Не дозволяється реалізовувати харчові продукти з вмістом нітратів вище допустимого. Їх слід знищувати або, за наявності дозволу санітарно-ветеринарної служби, використовувати як корм для тварин. Якщо вміст нітратів удвічі перевищує встановлені рівні, підрозділи МОЗ можуть дозволити використання таких продуктів для харчування людей у разі змішування їх з іншими незабрудненими продуктами (приготування салатів). Забруднені овочі слід вживати у відвареному вигляді, оскільки близько 50 % нітратів переходить у відвар.

### **5.1. Нормування пестицидного забруднення харчових продуктів**

Пестициди за накопиченням у харчових продуктах поділяються на такі:

- з вираженою, помірною і слабо вираженою акумуляцією;
- дуже стійкі (час розкладу на нетоксичні компоненти – більше 2 років);
- стійкі (0,5–2 роки);
- помірно стійкі (1–6 місяців);
- малостійкі (до 1 місяця).

Сільськогосподарська сировина та харчові продукти забруднюються пестицидами прямим і непрямим шляхами. Під час оброблення сільськогосподарських культур, тварин, птиці, зерна, фуражу тощо відбувається

забруднення прямим шляхом. Непрямими шляхами забруднення харчових продуктів пестицидами є: перенесення їх у рослини з ґрунту (плоди, овочі); занесення пестицидів у період обробляння на непередбачені площі та водойми; використання забрудненої води для повторного обробляння рослин; напування тварин забрудненою водою і використання для них кормів, що забруднені пестицидами.

Таблиця 5.2

Максимально допустимі рівні нітратів у плодоовочевій продукції

Продукція	Норма нітратів, мг/кг сирого продукту за нітрат-іоном
Картопля: рання (до 1 вересня) пізня (після 1 вересня)	240 120
Капуста білоголова: рання пізня	800 400
Морква: рання пізня	600 300
Томати у ґрунті: відкритому захищеному	100 200
Огірки у ґрунті: відкритому захищеному	200 400
Буряки столові	1400
Цибуля ріпчаста	80
Цибуля на перо у ґрунті: відкритому захищеному	400 800
Зелені овочеві культури у відкритому ґрунті (салат, шпинат, щавель, капуста салатна, петрушка, селера, кінза, кріп)	1500
Те саме у захищеному ґрунті	3000
Перець солодкий у відкритому ґрунті	200
Кабачки у захищеному ґрунті	400
Кавуни	60
Дині	90
Гарбузи	60
Виноград столових сортів, яблука, груші	60
Продукти дитячого харчування: консерви на фруктовій основі	50
Консерви на овочевій основі	100

Ступінь шкідливості пестицидів визначається надходженням та рівнем вмісту їх у харчових продуктах. Залишкова кількість пестицидів у хар-

чових продуктах зумовлена їх фізико-хімічними властивостями: розчинністю у воді, жирах; швидкістю і характером трансформації.

У сільськогосподарських культурах пестициди можуть зберігатися від одного тижня до п'яти місяців. Деякі хлорорганічні речовини дуже стійкі, і їх можна виявити у ґрунті та харчових продуктах через 4–12 років після застосування.

Для боротьби зі шкідниками зернових, зернобобових, технічних і овочевих культур, плодівих дерев і виноградників здебільшого використовують хлорорганічні пестициди. Вони дуже акумулятивні, тому тривале вживання продуктів харчування, що містять такі пестициди, є дуже небезпечним. Хлорорганічні препарати і сполуки пошкоджують різні органи людини, особливо центральну нервову та ендокринну систему, печінку, нирки. У людей з гострим отруєнням виникають головний біль, запаморочення, втрата апетиту, нудота, інколи блювання, біль у животі, м'язах, підвищення температури.

Фосфорорганічні пестициди швидко розпадаються під впливом чинників навколишнього природного середовища (сонячне світло, ультрафіолетове випромінювання, температура, кислотність середовища), а в продуктах харчування при проварюванні руйнуються. Якщо дотримуватися правил оброблення рослин і тварин, а також термінів від моменту оброблення до збирання врожаю, отруїтися фосфорорганічними речовинами практично неможливо. Таке може трапитися тільки у разі значного перевищення доз препарату під час оброблення або при скороченні встановленого інтервалу між останнім обробленням рослин і тварин сильнодіючими препаратами та збиранням врожаю або забоєм тварин.

Найчастіше використовують фосфорорганічні препарати. Токсичність фосфорорганічних сполук зумовлена тим, що вони пригнічують діяльність ряду ферментів і в крові накопичується ацетилхолін, що призводить до порушення функцій центральної нервової та серцево-судинної систем.

Для захисту рослин, садів, плодівих культур і овочів від хвороб широко застосовуються неорганічні препарати, до складу яких входять мідь, залізо, сірка, ртуть тощо.

З ртутьорганічних сполук використовується тільки гранозан, яким протравлюють зерно. Він стійкий, леткий, високотоксичний і діє на білок тканин людського організму, внаслідок чого порушується обмін речовин у тканинах, змінюється стан центральної нервової системи, серця, судин, інших органів, можливі отруєння.

Сполуки, що містять мідь (сульфат міді або мідний купорос, бордоська рідина, купронафт, хлорокис міді), широко використовуються для захисту садів, виноградників, плодівих культур і овочів від шкідників і хвороб.

## 5.2. Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах

Вміст важких металів у харчових продуктах і продовольчій сировині не має перевищувати допустимі рівні, встановлені санітарними правилами і нормами, медично-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини й харчових продуктів. Норми вмісту важких металів у харчових продуктах також зазначені в Державних стандартах України.

Налічується близько 20 токсичних металів, які за ступенем токсичності поділяють на три класи небезпечності:

- перший клас (найнебезпечніші) – кадмій, ртуть, нікель, свинець, кобальт, миш'як, що мають виняткову токсичність;
- другий клас – мідь, цинк, марганець, вони мають помірну токсичність;
- третій клас – інші токсичні важкі метали.

Харчові продукти та продовольчу сировину контролюють тільки на вміст кадмію, міді, ртуті, свинцю, цинку, олова, миш'яку і заліза. Норми вмісту перелічених важких металів у деяких харчових продуктах наведено у табл. Д.4. Нормується також вміст важких металів у продуктах тваринного походження і питній воді.

Забруднення продуктів харчування важкими металами є небезпечним, оскільки вони виявляють високу токсичність у залишкових кількостях і концентруються у живих організмах. Токсичність важкого металу зростає зі збільшенням його атомної маси. При значних концентраціях важкі метали можуть призводити до гострих отруень людей і тварин.

У кожного металу власний механізм токсичної дії, зумовлений конкуренцією між необхідними та токсичними властивостями металів за місцем зв'язку в білкових молекулах.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

Войцицький, А. П. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: консп. лекцій / А. П. Войцицький. – Житомир : ДАУ, 2005. – 132 с.

Непошивайленко, Н. О. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : консп. лекцій / Н. О. Непошивайленко. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2012. – 70 с.

Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл. / В. Ю. Некос, Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко. – Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.

Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення : навч. посіб. / В. Г. Петрук, І. В. Васильківський, В. А. Іщенко, Р. В. Петрук, П. М. Турчин. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 253 с.

Славов, В. П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: теорія та лабораторно-розрахунковий практикум : навч. посіб. / В. П. Славов, А. П. Войцицький, З. В. Корж. – Житомир : ЖНАУ, 2013. – 195 с.

Таблиця Д.1

Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднювальних речовин  
в атмосферному повітрі населених міст

№ п/п	Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
		Максимальна разова	Середньодобова	
1	Азота діоксид	0,085	0,04	4
2	Азота оксид	0,6	0,06	3
3	Амілени (суміш ізомерів)	1,5	1,5	4
4	Аміак	0,2	0,04	4
5	Ацетальдегід	0,01	0,01	3
6	Ацетон	0,35	0,35	4
7	Ацетофенон	0,003	0,003	3
8	Білок пилу білково-вітамінного концентрату (БВК)	-	0,001	2
9	Бенз(а)пірен	-	0,1 мкг/100 м <sup>3</sup>	1
10	Бензин (нафтовий, малосірчистий у перерахунку на вуглець)	5	1,5	4
11	Бензол	1,5	0,1	2
12	Бутилацетат	0,1	0,1	4
13	Бутилен	3	3	4
14	Бутиловий ефір акрилової кислоти (бутилакрилат)	0,0075	-	2
15	Завислі речовини	0,5	0,15	3
16	Вінілацетат	0,15	0,15	3
17	Дихлоретан	3	1	2
18	Заліза оксид (в перерахунку на залізо)	-	0,04	3
19	Заліза сульфат (в перерахунку на залізо)	-	0,007	3
20	Заліза хлорид (в перерахунку на залізо)	-	0,004	2
21	Ізобутенілкарбонал	0,8	-	2
22	Ізобутил бромистий	0,7	-	2
23	Йод	0,7	-	2
24	Кадмія оксид (в перерахунку на кадмій)	-	0,001	2

## Продовження табл. Д.1

№ п/п	Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
		Максимальна разова	Середньодобова	
25	Капролактам (пари, аерозоль)	0,06	0,06	3
26	Кислота азотна за молекулою HNO <sub>3</sub>	0,4	0,15	2
27	Кислота масляна	0,015	0,01	3
28	Кислота сірчиста за молекулою H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,3	0,1	2
29	Кислота терефталъова	0,01	0,001	1
30	Кислота оцтова	0,2	0,06	3
31	Ксилол	0,2	0,2	3
32	Магнію оксид	0,4	0,05	3
33	Марганець і його сполуки (в перерахунку на оксид марганцю)	0,01	0,001	2
34	Міді оксид (в перерахунку на мідь)	-	0,02	2
35	Метилацетат	0,07	0,07	4
36	Метиловий ефір акрилової кислоти (метакрилат)	0,01	0,01	4
37	Неорганічні сполуки миш'яку (в перерахунку на миш'як)	-	0,003	2
38	Нікельрозчинні солі	-	0,0002	1
39	Нікелю оксид (в перерахунку на нікель)	-	0,001	2
40	Пеніцилін	0,05	0,0025	3
41	Пил неорганічний, що вміщує діоксид кремнію, вище 70 %	0,15	0,05	3
42	Те саме 70...20 (цемент та інше)	0,3	0,1	3
43	Те саме нижче 20 %	0,5	0,15	3
44	Пил бавовняний	0,5	0,05	3
45	Розчинник ацетоношкіряний (за еталоном)	0,5	-	3
46	Ртуть металева	-	0,0003	1



№ п/п	Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
		Максимальна разова	Середньодобова	
47	Ртуті ацетат (у перерахунку на ртуть)	-	0,0003	1
48	Сажа	0,15	0,05	3
49	Свинець і його сполуки, крім тетраетилсвинцю (в перерахунку на свинець)	-	0,0003	1
50	Сірководень	0,008	-	2
51	Сірковуглець	0,03	0,005	2
52	Спирт бутиловий	0,1	0,1	3
53	Спирт метиловий	1	0,5	3
54	Спирт етиловий	5	5	4
55	Стирол	0,04	0,002	2
56	Оксид вуглецю	5	3	4
57	Фенол	0,01	0,003	2
58	Формальдегід	0,035	0,03	2
59	Хлор	0,1	0,003	2
60	Хлорбензол	0,1	0,1	3
61	Етил хлористий	-	0,2	4
62	Етилацетат	0,1	0,1	4
63	Етилбензол	0,02	0,02	3
64	Етилен	3	3	3
65	Етиленемін	0,001	0,001	1

При спільному знаходженні в атмосферному повітрі декількох речовин, що мають ефект сумачії, сума їх концентрацій не має перевищувати одиницю. Ефект сумачії мають:

1. Ацетон, акролеїн, фтальовий ангідрид.
2. Ацетон, фенол.
3. Ацетон, ацетофенон.
4. Ацетон, фурфурол, формальдегід, фенол.
5. Ацетальдегід, вінілацетат.
6. Аерозолі оксиду ванадію (V), оксиди марганцю.
7. Аерозолі оксиду ванадію (V), оксиди сірки.
8. Аерозолі оксиду ванадію (V), оксиди хрому.
9. Бензол, ацетофенон.
10. Валеріанова, капронова, масляна кислоти.
11. Вольфрамний ангідрид, сірчистий ангідрид.
12. Гексахлоран, фазолон.

13. 2, 3-дихлор, 1,4-нафтохінон.
14. 1, 2-дихлорпропан, 1, 2, 3-трихлорпропан і тетрахлоретилен.
15. Ізопропілбензол, гідроперекис ізопропілбензолу.
16. Ізобетенілкарбінол, диметилвінілкарбанол.
17. Метилдегідропіран, метилентетрагідропіран.
18. Триоксид димиш'яку, свинцю ацетат.
19. Триоксид димиш'яку, германій.
20. Озон, діоксид азоту, формальдегід.
21. Оксид вуглецю, діоксид азоту, формальдегід, гексан.
22. Пропіонова кислота, пропіоновий альдегід.
23. Діоксид сірки, аерозоль сірчаної кислоти.
24. Діоксид сірки, нікель металевий.
25. Діоксид сірки, сірководень.
26. Діоксид сірки, діоксид азоту.
27. Діоксид сірки, оксид вуглецю, фенол, пил конверторного виробництва.
28. Діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, фенол.
29. Діоксид сірки, фенол.
30. Діоксид сірки, фтороводень.
31. Оксид сірки, діоксид сірки, аміак, оксид азоту.
32. Сірководень, диніл.
33. Сильні мінеральні кислоти (соляна, сірчана, азотна).
34. Оксид вуглецю, пил цементного виробництва.
35. Оцтова кислота, оцтовий ангідрид.
36. Фенол, ацетофенол.
37. Фурфурол, етиловий спирт, метиловий спирт.
38. Циклогексан, бензол.

Таблиця Д.2

Значення ГДК забруднювальних речовин у водоймах

Показник	ГДК у водоймах рибогосподарського призначення	ГДК у водоймах господарсько-питного призначення
Алюміній, мг/л	0,04	0,5
Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> ), мг/л	0,5	2,0 (по N)
БСК <sub>5</sub> , мг/л		3–6
Завислі речовини, мг/л	20,0	20,0
Залізо, мг/л	0,1	0,3
Кадмій, мг/л	0,005	0,01

## Закінчення табл. Д.2

Показник	ГДК у водоймах рибогосподарського призначення	ГДК у водоймах господарсько-питного призначення
Калій, мг/л	50	-
Кальцій, мг/л	180	-
Кобальт, мг/л	0,01	0,1
Магній, мг/л	50	-
Марганець, мг/л	0,01	0,1
Мідь, мг/л	0,001 до фону	1,0
Натрій, мг/л	120	200
Нафтопродукти, мг/л	0,05	0,3
Нікель, мг/л	0,01	0,1
Нітрати (NO <sub>3</sub> ), мг/л	40,0	45,0
Нітрити (NO <sub>2</sub> ), мг/л	0,08	3,0
Окислюваність перманганатна, мг/л	10,0	10,0
pH	6,5–8,5	6,5–8,5
Розчинений кисень, мг/л	4,0	4,0
Ртуть, мг/л	0,00001	0,005
СПАР, мг/л	0,028 по алкілбензосульфату натрію	0,4 по алкілбензосульфату натрію
Свинець мг/л	0,1	0,03
Сульфати, мг/л	100	500
Сухий залишок, мг/л		не > 1000
Феноли, мг/л	0,001	0,001
Фосфати PO <sub>4</sub> , мг/л	0,17	3,5
Фториди, мг/л	0,05 до фону (але не більше сумарного 0,75)	0,70
ХСК, мг/л	-	15–30
Хлориди, мг/л	300	350
Хром Cr <sup>3+</sup> , мг/л	-	0,5
Хром Cr <sup>6+</sup> , мг/л	0,001	0,05
Цинк, мг/л	0,01	1,0

Таблиця Д.3

## Значення ГДК забруднювальних речовин у ґрунтах

Назва показника	Значення ГДК з урахуванням фону, мг/кг
Альфа-метилстирол або $\alpha$ -метилстирол	0,5
Ацетальдегід	10,0
Бенз(а)пірен	0,02
Бензин	0,1
Бензол	0,3
Ванадій (валовий вміст)	150,0
Відходи флотації вугілля (ВФВ)	3000,0
Ізопропілбензол	0,5
Ізопропілбензол + альфа-метилстирол	0,5
Калій (рухомі форми)	560,0
Кобальт (рухомі форми)	5,0
Комплексні гранульовані азотно-калійні мінеральні добрива (КГД) складу N:P:K = 64:0:15 за вмістом нітратів у ґрунті	120,0 (76,8 у перерахунку на N)
Ксилоли (орто-, мета-, пара-)	0,3
Марганець (валовий вміст)	1500
Марганець (витяжка 0,1н H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	
чорноземи:	700,0
дерено-слабокідзолисті ґрунти:	
з рН 4,0	300,0
з рН 5,1–6,0	400,0
з рН $\geq$ 6,0	500,0
Марганець (рухомі форми)	
чорноземи:	140,0
дерено-слабокідзолисті ґрунти:	
з рН 4,0	60,0
з рН 5,1–6,0	80,0
з рН $\geq$ 6,0	100,0
Миш'як	2,0
Мідь (рухомі форми)	3,0
Нітрати	130,0
Нікель (рухомі форми)	4,0
Рідкі комплексні добрива (РКД) з добавками марганцю складу N:P:K = 10:34:0 за вмістом фосфору (рухомих форм) у ґрунті	80,0 (27,2 у перерахунку на P)
Ртуть (валовий вміст)	2,1
Свинець (валовий вміст)	32,0
Свинець (рухомі форми)	6,0
Сірководень	0,4
Сірчана кислота	160,0
Стирол	0,1
Сульфати	160,0
Суперфосфат або фосфор (загальний)	200,0

## Закінчення табл. Д.3

Назва показника	Значення ГДК з урахуванням фону, мг/кг
Сурма	4,5
Толуол	0,3
Формальдегід	7,0
Цинк (рухомі форми)	23,0
Фтор (рухомі форми)	2,8
Хром (рухомі форми)	6,0
Хром (VI)	0,05
Фтор (водорозчинні рухомі форми)	10,0

## Таблиця Д.4

## ГДК важких металів у харчових продуктах, мг/кг

Продукти	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	Sn	As
Картопля і овочі (свіжі, свіжозаморожені)	0,03	5	0,02	0,5	10	-	0,2
Фрукти і ягоди свіжозаморожені	0,03	5	0,02	0,4	10	-	0,2
Грибі свіжі та консервовані	0,1	10	0,05	0,5	20	-	0,2
Консерви овочеві	0,03	5	0,02	0,5	10	-	0,2
Консерви в металевій тарі	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Консерви фруктово-ягідні	0,03	5	0,02	0,4	10	-	0,2
Консерви фруктово-ягідні в збірній металевій тарі	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Картопля, овочі сушені та консервовані	0,03	5	0,02	0,5	10	-	0,2
Фрукти, ягоди сушені та консервовані	0,03	5	0,02	0,4	10	-	0,2
Консерви для дитячого харчування на овочевій та фруктовій основі	0,02	5	0,01	0,3	10	-	0,2
Овочево-молочні та плодово-молочні суміші	0,02		0,01	0,3	50	-	0,2

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Теоретичні основи нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище.....	4
1.1. Мета, завдання і об'єкти нормування.....	4
1.2. Санітарно-гігієнічне нормування.....	5
1.3. Екологічне нормування.....	7
1.4. Науково-технічне нормування.....	9
1.5. Комплекс екологічних норм.....	10
2. Нормування антропогенного навантаження на атмосферне повітря.....	13
2.1. Нормативні показники якості атмосферного повітря.....	13
2.2. Оцінювання якості повітряного середовища.....	15
2.3. Гранично допустимий викид. Розроблення проекту нормативу гранично допустимого викиду.....	17
2.4. Обґрунтування створення санітарно-захисних зон.....	20
2.5. Нормування якості атмосферного повітря в країнах ЄС.....	24
3. Нормування антропогенного навантаження на водне середовище.....	25
3.1. Нормативні показники якості води.....	28
3.2. Нормативи якості води водойм рибогосподарського призначення.....	33
3.3. Методи оцінювання якості води.....	34
3.4. Гранично допустимий скид.....	37
3.5. Розрахунок допустимої концентрації забруднювальної речовини у стічних водах.....	38
3.6. Нормативи виділення смуг лісів уздовж берегів водних об'єктів.....	39
3.7. Визначення розмірів і меж водоохоронних зон.....	40
4. Нормування антропогенного навантаження на ґрунт .....	42
4.1. Нормативні показники якості ґрунтів.....	48
4.2. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів.....	48
4.3. Оцінювання санітарного стану ґрунтів.....	51
4.4. Нормативи оцінювання пестицидного забруднення ґрунтів.....	51
4.5. Екологічне оцінювання ґрунтів населених пунктів.....	53
5. Нормування забруднення продуктів харчування.....	54
5.1. Нормування пестицидного забруднення харчових продуктів...	58
5.2. Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах.....	61
Бібліографічний список.....	62
Додаток.....	63

Таблиця Д.1. Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднювальних речовин в атмосфері населених міст.....	63
Таблиця Д.2. Значення ГДК забруднювальних речовин у водоймах...	66
Таблиця Д.3. Значення ГДК забруднювальних речовин у ґрунтах.....	68
Таблиця Д.4. ГДК важких металів у харчових продуктах, мг/кг.....	69

Навчальне видання

**Кручина Вікторія Віталіївна  
Клеєвська Валерія Леонідівна**

**НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ  
НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ  
Частина 1**

Редактор Н. В. Мазепа

Зв. план, 2021

Підписано до друку 08.11.2021

Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офс. Офс. друк

Ум. друк. арк. 4,0. Обл.-вид. арк. 4,5. Наклад 50 пр.

Замовлення 218. Ціна вільна

---

Видавець і виготовлювач  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»  
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17  
<http://www.khai.edu>  
Видавничий центр «ХАІ»  
61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17  
[izdat@khai.edu](mailto:izdat@khai.edu)

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів  
видавничої продукції сер. ДК № 391 від 30.03.2001