

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Географічний факультет  
Кафедра фізичної географії

**М. Р. ЗАБОКРИЦЬКА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ  
ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У КУРСІ «РАЦІОНАЛЬНЕ  
ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ»**

Луцьк  
Вежа-Друк  
2021

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 10 від 14 червня 2021 р.)*

**Рецензенти:**

**Хільчевський Валентин Кирилович** – доктор географічних наук, професор кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

**Фесюк Василь Олександрович** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної географії Волинського національного університету імені Лесі Українки.

**З 12 Забокрицька М. Р.** Методичні рекомендації з вивчення забруднення природних вод у курсі «Раціональне використання та охорона водних ресурсів». Луцьк. : Вежа-Друк. 2021. 36 с.

*Методичні рекомендації призначені для допомоги студентам у підготовці до семінарських занять з даної теми. Розраховані для студентів денної та заочної форм навчання, спеціальностей – 103 Науки про Землю, 106 Географія та освітніх програм – Гідрологія, Географія. Висвітлюють відомості про основні джерела забруднення природних вод; стічні води, їх класифікацію та методи очищення; основні напрямки охорони вод та удосконалення моніторингу поверхневих вод суші.*

УДК 502.51(28):556.5(072)

© Забокрицька М. Р., 2021

© Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2021

## Зміст

Вступ.....	4
Розділ 1.Джерела забруднення природних вод.....	5
Розділ 2.Господарсько-побутові стічні води і методи їх очищення.....	7
Розділ 3.Стічні води промислових об'єктів і методи їх очищення.....	12
Розділ 4.Стічні води з сільськогосподарських об'єктів.....	15
Розділ 5.Самоочищення водою.....	21
Розділ 6.Охорона вод від забруднення.....	23
Розділ 7.Удосконалення моніторингу якості поверхневих вод суші.....	27
Список використаних джерел.....	33

## Вступ

Навчальна дисципліна «Раціональне використання та охорона водних ресурсів» передбачена для студентів денної та заочної форми навчання, спеціальностей – 103 Науки про Землю, 106 Географія, та освітніх програм – Гідрологія, Географія.

Використання водних ресурсів, як і інших видів природних ресурсів, неминуче призводить як до позитивних, так і негативних наслідків. У міру розвитку цивілізації використання води неухильно збільшувалося. Одночасно зростала і кількість стічних вод, які скидаються у водотоки і водойми. Оскільки такі води не завжди бувають достатньо чистими, вони обумовлюють зміни якості природних вод, або забруднення їх, що і є одним із проявів негативного впливу людини на водні ресурси та основною причиною якісного виснаження останніх.

Запобігання забрудненню природних вод – глобальна проблема, яка вирішується в різних регіонах світу по-різному. Високорозвинені в економічному відношенні країни давно зрозуміли значення охорони і зберігання навколишнього природного середовища для життя і діяльності людини і вкладають великі кошти в оздоровлення забруднених, раніше природних об'єктів та впровадження екологічно чистих технологій. Важче вирішувати цю проблему країнам, економіка яких потребує значних коштів. Тому у нагоді стають зусилля міжнародного співтовариства, інвестиції в природоохоронні програми. В наш час забруднення навколишнього природного середовища може бути навіть значним важелем під час військових дій. Прикладом цього є агресивні дії Іраку проти Кувейту в 1992 р., коли в Перську затоку іракською стороною була спрямована велика кількість нафти з кувейтських промислів для її забруднення.

Надзвичайно актуальною проблема охорони водних ресурсів є для України. Дефіцит водних ресурсів у деяких регіонах (південь України, Донбас, Кривбас), висока концентрація промисловості, інтенсивне ведення сільського господарства (70 % розорюваних земель), наслідки аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 р. – подібні фактори потребують невідкладних заходів з їх знешкодження або зменшення негативної дії.

Матеріал в даних методичних рекомендаціях подано відповідно до одного із змістовних модулів навчальної програми курсу «Раціональне використання та охорона водних ресурсів», під час вивчення якого розглядаються загальні відомості про основні джерела забруднення природних вод; стічні води і методи їх очищення; питання охорони вод та удосконалення моніторингу поверхневих вод суші.

## Розділ 1. Джерела забруднення природних вод

*Забрудненням* водних об'єктів називається перевищення концентрацій забруднювальних речовин чи значень показників фізичних властивостей води над гранично допустимими концентраціями (ГДК), яке спричиняє порушення норм якості води.

Треба чітко розділяти і відповідно вживати поняття забруднювач і забруднювальна речовина.

*Забруднювач* – це джерело забруднення природних вод, яке вносить у них забруднювальні речовини, гідробіонти або тепло, в результаті чого може бути перевищена ГДК. Термін «забруднювач» не можна вживати замість терміна «забруднювальна речовина».

Останнім часом термін «забруднювач» замінюють терміном «джерело забруднення» – об'єкт, який вносить у поверхневі або підземні води забруднювальні речовини, мікроорганізми або тепло.

*Забруднювальна речовина* – це будь-яка хімічна речовина, тепло або біологічний вид, який в результаті господарської діяльності людини потрапляє у водний об'єкт чи виникає у ньому в кількостях, що виходять за природні граничні коливання чи середній природний фон і призводять до погіршення якості води.

Крім загального поняття забруднення природних вод, виділяють ще такі види забруднення, як біологічне, теплове, вторинне (забруднення природних вод у результаті перетворення внесених раніше забруднювальних речовин, масового розвитку організмів чи розкладання мертвої біомаси, яка міститься у воді та донних відкладах).

Головним джерелом надходження у природні води токсичних речовин є *стічні води промислових підприємств*. Незважаючи на те, що на будівництво очисних споруд використовуються величезні кошти, стічні води ряду підприємств містять деяку кількість важких металів, детергентів, нафтопродуктів та інших інгредієнтів. Ці речовини відсутні в незабруднених природних водах або ж містяться в значно менших концентраціях. Найбільша кількість забруднювальних речовин у воду потрапляє разом із стічними водами підприємств нафтопереробної, хімічної, целюлозно-паперової, металургійної, текстильної і деяких інших галузей промисловості.

Значної шкоди природним водам можуть завдати *стічні води з сільськогосподарських територій* у разі порушення технологій внесення агрохімічних засобів на сільгоспугіддя та їх надходження у водні об'єкти. Особливо це стосується колекторних і дренажних вод зрошуваних полів. Стік з сільськогосподарських угідь може бути поверхневим і ґрунтовим. Тому на цих територіях часто забруднюються ґрунтові води.

Склад мінеральних солей, які вилугуюються з ґрунту, залежить від ступеня і характеру засоленості ґрунту, умов поливу, стану колекторно-дренажної мережі та інших умов. У зв'язку з широким використанням добрив значна частка з загального складу мінеральних компонентів, які стікають з сільгоспугідь, припадає на азот і фосфор.

З колекторними і дренажними водами у водні об'єкти потрапляють

мінеральні і органічні речовини, а також пестициди. Під впливом надходження органічних речовин у водах річок інших водних об'єктів спостерігаються значні зміни концентрацій окремих компонентів, а також фауни і флори.

Збільшення ерозії ґрунтів при розорюванні сільгоспугідь, а особливо при поливі, сприяє стоку значної кількості мінеральних і завислих речовин, що призводить не тільки до забруднення водних об'єктів, а й до посилення темпів їх евтрофікації, порушення умов живлення.

У зв'язку з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва і спорудження крупних тваринницьких комплексів, важливого значення набуває забруднення водних ресурсів стічними водами комплексів.

Суттєвим джерелом забруднень водойм і водотоків є *господарсько-побутові стічні води*. Вони утворюються в результаті використання населенням водопровідної води для побутових цілей. Побутові стічні води містять фізіологічні виділення людей, відходи людської діяльності – миття посуду, прання білизни, ганчір'я, папір тощо.

За зовнішнім виглядом ці стічні води є рідиною з низькою прозорістю, сірим кольором і неприємним запахом. Для них характерна насиченість яйцями гельмінтів і бактеріальною флорою, значну частину якої становлять шкідливі для здоров'я мікроорганізми.

В наш час збільшується *забруднення повітряного басейну*, що також погіршує якість води. В атмосферних опадах містяться мінеральні, органічні і завислі речовини і, насамперед, сполуки сірки, вуглецю, деякі важкі метали. Значне забруднення водойм спричиняють «кислі» дощі як наслідок сполучення в атмосфері діоксиду сірки з парами води.

Гідрохімічний і гідробіологічний режими водних об'єктів значною мірою змінюються тепловими і атомними електростанціями за рахунок скидання теплих вод. Таке «теплове забруднення» порушує хід природних гідрохімічних процесів, часто спричиняє евтрофікацію водойм.

У нашій країні встановлено граничні норми підвищення температури природних водойм у результаті скидання теплих вод. Ця температура не має перевищувати більше ніж на 3°C температуру водойми в літні часи.

Крім названих основних джерел надходження забруднювальних речовин у водні об'єкти, слід згадати міські зливові стічні води, втрати нафтопродуктів і хімікатів при транспортуванні, води шахт.

Від наведених видів забруднень відрізняється *радіоактивне забруднення водних об'єктів*, яке не залежить від природних фізичних і хімічних умов і не може бути одразу ліквідоване на очисних спорудах. Радіоактивне забруднення виникає внаслідок наявності у воді радіоактивних елементів природного або штучного походження. Найбільшу небезпеку мають осколки ділення важких ядер, утворені при ядерних вибухах і в атомних реакторах Радіоактивні елементи мають властивість адсорбуватись завислими речовинами, які є у воді. Останні осідають і спричиняють радіоактивне забруднення донних відкладів. Тому при вивченні водойм на можливе радіоактивне забруднення необхідно відбирати проби донних відкладів, рослинності, водних тварин.

## Розділ 2. Господарсько-побутові стічні води і методи їх очищення

Стічні води міст та інших населених пунктів утворюються з фекальних і господарських вод (кухонні відходи, вода для умивання, прання тощо), вод комунальних підприємств (бань, пральних, транспортних підприємств тощо) і дощових вод (зливових), які стікають з території міст і змивають бруд. Виконані дослідження по Україні свідчать, що для 45-50% створів, розташованих на річках нижче міст, погіршується якість води порівняно зі створами вище міст.

Об'єм стічних вод залежить від кількості жителів, благоустрою населеного пункту (наявність водопроводу, каналізації). Вважається, що середня норма водопостачання міст на одного жителя становить 150 л/добу. Об'єм стічних вод комунальних каналізацій міст приблизно в 10 разів менший, ніж об'єм стічних вод промисловості. Але господарсько-побутові стічні води становлять не меншу небезпеку, ніж промислові, оскільки з ними у водойми можуть надходити збудники різних захворювань.

Склад міських стічних вод подібний для різних міст, хоча і може відрізнятися за концентраціями окремих компонентів. Дослідження свідчать, що в середньому за добу здорова людина виділяє близько 100 г твердих і 1200 г рідких відходів, які потім розбавляються водопровідною водою, що використовується для різних потреб. У цілому в стічних водах великих міст кількість завислих і розчинених речовин на одного жителя залишається досить сталою. Вміст розчинених речовин становить приблизно 100 г/добу. Склад їх характеризується середніми концентраціями (табл. 2.1).

**Таблиця 2.1.** Середня кількість мінеральних та органічних речовин у стічній воді в розрахунку на 1 жителя міста

Інгредієнт	Кількість, г/добу
Азот амонійний	7-8,0
Хлориди харчового раціону	8,5-9,0
Сульфати	1,8-4,4
Фосфати	1,5-1,8
Калій	3,0
Завислі речовини	30-50

Природно, що в стічних водах комунальних каналізацій міститься величезна кількість бактерій, оскільки людина виділяє за добу близько 4,5 трлн мікробів. Біологічне населення міських стічних вод представлено також вірусами, бактеріофагами, яйцями гельмінтів і грибами.

В міських стічних водах присутні як апатогенні, так і патогенні бактерії. *Апатогенні бактерії* становлять основну масу, переважно це мікроби, які розкладаються в умовах анаеробіозу. Значно розвиваються в колекторі уробактерії, які гідролізують основний компонент сечі – сечовину. Тому в каналізації середньої протяжності вся сечовина гідролізується з утворенням карбонату амонію.

Крім того, у міських стічних водах активну діяльність розвивають анаеробні мікроби, за допомогою яких утворюються різні гази: сірководень,

вуглекислота, водень, метан. *Патогенні бактерії* (ті, що збуджують хвороби), особливо збудники кишкових інфекцій, потрапляють у міські стічні води від хворих і бацилоносіїв. Тому, в малих населених пунктах може і не бути патогенних мікроорганізмів у міжепідеміологічний період. У великих містах завжди є бацилоносії, тому навіть за відсутності епідемії трапляються окремі захворювання на гострі інфекційні хвороби.

У стічну рідину надходять всі віруси, які є причиною захворювання людини. Але виживають лише ті, які пристосовані до умов життя в цьому середовищі.

З господарсько-побутовими стічними водами в міську каналізацію надходять *яйця гельмінтів*. Кількість їх досягає кількох сотень на 1 дм<sup>3</sup>, це в основному аскариди. Яйця гельмінтів – найстійкіші представники живого світу міських стічних вод, вони протягом доби переносять відносно високі та низькі температури, хлорування. Ті дози, які знищують бактеріальні клітини, на яйця гельмінта не діють і лише нагрівання до температури 55-60°C спричиняє їх загибель. Тому на очисних спорудах зменшення концентрації яєць гельмінтів досягається лише при їх осадженні разом з твердою фазою і подальшою термічною обробкою осаду.

Існують різні методи очищення стічних вод міських каналізацій. Частина з них базується на відтворенні природних умов розпаду органічних речовин і ставить своїм завданням як найповнішу мінералізацію органічних залишків і знезараження хвороботворних бактерій. Це так зване *біологічне очищення стічних вод в аеробних умовах*.

З даних таблиці 2.2 видно, що показники окиснювальної здатності на спорудах штучного біологічного очищення значно вищі, ніж на спорудах природного.

**Таблиця 2.2.** Показники окиснювальної здатності на спорудах природного та штучного біологічного очищення стічних вод

Вид очисних споруд	Кількість кисню з 1 м <sup>3</sup> споруд на добу, г
<i>Природного біологічного очищення</i>	
Поля зрошення	0,5-1,0
Поля фільтрації	2,0-36
Біологічні ставки	12,5
<i>Штучного біологічного очищення</i>	
Контактні фільтри	72
Перколяторні фільтри	100
Аеротенки	1000
Аерофільтри	1000
Аерокоагулятори	4500

Інтенсифікація процесів біологічного очищення призводить не тільки до збільшення їх окиснювальної здатності, а й до значного зменшення площі, яку займають ці споруди. Так, при витраті стічних вод 5000 м<sup>3</sup>/добу площа, яку займають поля зрошення, становить 150-200 га, поля фільтрації – 30-50, біофільтри – 2-3, аеротенки – 1 га. Незначна площа останніх двох споруд може бути додатково зменшена при збільшенні подачі кисню і створенні певних умов



для працюючих специфічних біоценозів.

*Біологічні ставки* (ставки-відстійники) складаються з кількох, послідовно сполучених ставків, крізь які проходить стічна вода, поступово очищуючись від завислих речовин. Стічна вода ставків багата на біогенні речовини, тому в ній добре розвивається як фітопланктон, так і вища водна рослинність. Це сприяє постійному надходженню у воду розчиненого кисню, необхідного для окиснення стічних вод і підтримання аеробних умов. Крім того, у воді ставків міститься величезна кількість бактерій, які мінералізують органічні речовини стічних вод. Дуже різноманітна у ставках і донна фауна, яка сприяє переробці органічних твердих частинок, що осідають. В результаті вода, яка виходить зі ставка, при нормальному його режимі стає прозорою, має порівняно низьку окиснюваність, БСК і знижений колі-індекс.

*Поля зрошення* становлять значні території, які віддалені від місця, куди перекачуються стічні міські води. Тут у шарі ґрунту, крізь який фільтрується стічна рідина, відбуваються складні біохімічні процеси розкладання органічних речовин і зміна мікрофлори. При фільтрації крізь ґрунтовий шар для очищення від завислих частинок і мікробів велике значення мають і адсорбційні процеси. Виявлено, що через 100 днів повністю відмирають патогенна мікрофлора і мікроорганізми кишкової групи.

Стічні води, профільтрувавшись крізь ґрунти, надходять у річки вже досить очищеними від забруднень. Цей метод очищення стічних вод при правильній експлуатації дає добрі результати, при цьому одночасно збагачується ґрунт на цінні для родючості речовини. Проте для полів зрошення необхідні поблизу міст великі площі, що може порушувати нормальні умови життя населення.

Стічні води, які містять велику кількість сполук азоту, фосфору і калію, можуть ефективно використовуватися для зрошення й удобрення сільськогосподарських угідь. Зараз, зокрема в Україні, стічними водами зрошується близько 100 тис. га. Це щороку запобігає скиданню у водойми 110-120 млн м<sup>3</sup> стічних вод, з яких 70 % становлять очищені міські стічні води. В країні експлуатуються крупні зрошувальні системи, де використовуються стічні води: Бортницька у Київській області (23,3 тис. га), Безлюдівська у Харківській (3,9 тис. га), Красинська, Каменська, Баглійська та інші у Дніпропетровській (21,5 тис. га), Маріупольська та інші у Донецькій (11,4 тис. га), Шкодогірська в Одеській області (1,6 тис. га).

Інша група методів очищення стічних вод міських каналізацій базується на біохімічних процесах розкладання нестійкої органічної речовини, для прискорення яких штучно створюються оптимальні умови. Для цього стічні води, насамперед, поділяють на грубо-дисперсні та рідкі, використовуючи процеси фільтрації чи відстоювання. Рідше води очищаються в аеробних умовах на біофільтрах чи аеротенках, а тверді – в анаеробних умовах у септиктенках і метантенках.

*Аеротенк* – це резервуар, з дна якого крізь пористі пластинки інтенсивно подається повітря у стічну воду. В аеротенку у завислому стані (під дією струменів повітря) у суміші зі стічною рідиною міститься активний мул, тобто колоїдна маса мінерального і органічного складу, багата на мікроорганізми. Крім бактерій, у процесі очищення беруть участь і простіші організми.

Періодично активний мул піддається регенерації. У стічні воді при її проходженні через аеротенк різко знижується вміст нестійкої органічної речовини, кількість бактерій, в тому числі кишкової палички (до 95 %), і вода освітлюється. Потім для знезараження очищену стічну воду перед спусканням її у водойми додатково хлорують.

*Біофільтр* за принципом дії нагадує аеротенк, але в очищенні, крім бактерій, активну участь беруть і водорості (синьо-зелені, діатомові), личинки комах, утворюючи складний біоценоз. Біофільтр становить споруду, викладену дрібним сипким матеріалом (шлак, щебінь тощо), на якій перед пуском утворюється активна біологічна плівка. У біофільтрі кількість активного мулу більша, ніж в аеротенку. Існують біофільтри, в яких проходить примусова аерація.

Швидкість очищення стічних вод на біофільтрі і в аеротенку набагато вища, ніж у природних умовах (на біофільтрі 4-10 годин, в аеротенку близько 2 годин). До недоліків застосування біофільтра та аеротенка (крім сильного впливу температури) належить сприйнятливості комплексу очисних організмів до токсичних речовин, які виявляються у стічних водах і вважаються згубними для них. У цьому випадку витрачається багато часу (кілька тижнів) на відновлення біофільтра.

Очищення стічних вод виконується і в *анаеробних умовах*. У цьому бактеріальному процесі бере участь різноманітна мікрофлора, яка розкладає протеїни (білки м'яса, риби), жири, вуглеводи (клітчатка, крохмаль), відновлює сульфати, нітрати. В результаті цього отримуються органічні кислоти жирного ряду (мурашина, оцтова, масляна), а також головні кінцеві продукти – метан ( $\text{CH}_4$ ) та діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), в таких кількостях, які економічно вигідно використовувати як паливо –  $\text{CH}_4$  (наприклад, на Бортницькій станції аерації вод, куди надходять стічні води Києва) і для отримання сухого льоду ( $\text{CO}_2$ ).

Анаеробний процес очищення здійснюється найпримітивніше у *септиктенках*, де він триває близько року. Причому осад зменшується в об'ємі вдвоє, але у збродженному осаді залишаються патогенні бактерії і яйця гельмінтів, через що його не можна використовувати як добриво. Досконалішим є двоярусний відстійник, у якому процес прискорюється додаванням активного септичного мулу.

Найдосконалішою спорудою для очищення твердої частини стічних вод є *метантенк*, в якому використовується активний септичний мул, і процес проходить при підвищеній температурі (підігрівання парою). Це, з одного боку, збільшує швидкість процесу (доба), а з іншого – істотно знижує кількість патогенних мікробів і яєць гельмінтів. Зброджений осад після метантенка використовується як цінне добриво, а також паливо. Метантенки будуються великих розмірів діаметром до 6 м.

Міську стічну рідину можна очистити до якості чистої річкової води і навіть такої, яка використовується для питних цілей, хоча на практиці це не робиться з багатьох причин. Залежно від напряму розвитку промисловості та питомої ваги її стічних вод склад міських стічних вод змінюється (табл. 2.3).

Крім використання очищених стічних вод для зрошення сільськогосподарських угідь, їх також намагаються використовувати для поповнення ресурсів водних об'єктів для подальшого водопостачання у

районах, де спостерігається водний дефіцит.

**Таблиця 2.3.** Хімічний склад біологічно очищених стічних вод деяких міст України, мг/дм<sup>3</sup>

Місто	<i>pH</i>	<i>Cl</i>	$SO_4^{2-}$	$HCO_3^-$	$K^+$	$Na^+$	$Mg^2$	$Ca^{2+}$	$P_2O_5$	$N_{заг}$	$\Sigma_i$
Київ	8,2	83	80	322	14	80	26	64	4,3	23	696
Харків	8,0	118	144	127	17	135	12	60	1,2	17	631
Донецьк	8,2	218	262	180	17	142	20	100	6,7	31	967
Луганськ	7,8	386	179	185	11	215	55	132	4,3	17	118
Євпаторія	8,2	439	67	509	12	244	39	104	9,8	8	1431
Маріуполь	7,9	390	309	195	11	205	84	150	2,7	26	1372
Одеса	7,5	294	302	329	29	193	51	94	6,7	25	1323

Так, в Ізраїлі деяку кількість стічних вод після очищення використовують у сільському господарстві, а іншу частину закачують у підземні горизонти з метою її самоочищення і подальшого використання. Відомі такі системи і в інших країнах. Зокрема, у Шефільді (Великобританія) господарсько-побутові стічні води після повного біологічного очищення перекачували на спеціальну водоочисну станцію, після чого воду спускали у річку вище міста.

### Розділ 3. Стічні води промислових об'єктів і методи їх очищення

Стічні води промислових об'єктів мають різноманітний хімічний склад, який залежить від характеру виробництва. До основних водокористувачів, які потім утворюють найбільшу кількість стічних вод, належать такі галузі промисловості: нафтопереробна, металургійна, хімічна та целюлозно-паперова. Величезна кількість води витрачається ними на одиницю продукції. Наприклад, для виробництва однієї тонни чавуну необхідно 150-200 м<sup>3</sup> води; паперу – 65-100 м<sup>3</sup>, целюлози – 175-400 м<sup>3</sup>, нафтопродуктів – 2-20 м<sup>3</sup>. Стічні води деяких комбінатів становлять цілі річки. Так, стічні забруднені води паперово-целюлозного комбінату дорівнюють 10 тис. м<sup>3</sup>/год умовно забруднених вод, фабрики синтетичного каучуку і гідролізного спирту – 50 тис. м<sup>3</sup>/год. Визначено еквівалентне співвідношення між промисловими і міськими стічними водами (табл. 3.1).

**Таблиця 3.1.** Забруднення природних вод стічними водами деяких виробництв на одиницю продукції, еквівалентне забрудненню господарсько-побутовими стічними водами на число жителів населених пунктів

Виробництва і промислові об'єкти	Одиниця продукції	Еквівалентна кількість жителів
Цукрові заводи	1 т буряка	120-140
Пивні заводи	1000 л пива	300-1200
Спиртові заводи	1000 т зерна	1500-2000
Крохмальне виробництво	1 т кукурудзи	800-1000
Шкіряне виробництво	1 т шкіри	1000-4000
Вовняне виробництво	1 т вовни	2000-5000
Білильне підприємство	1 т товару	250-350
Сірчаністе фарбування	1 т товару	2000-3000
Сульфід-целюлозне виробництво	1 т целюлози	4000-6000
Паперова фабрика	1 т паперу	100-00
Виробництво штучної вовни	1 т вовни	500-700

Крім завислих частинок різної дисперсності, в стічних водах промисловості присутні різноманітні речовини – органічні (кислоти, спирти, феноли, гербіциди, детергенти тощо), неорганічні сполуки (солі, кислоти, луги), нафтопродукти, токсичні речовини (ціаніди, арсен, солі міді, цинку, ртуті тощо), радіоактивні елементи та багато інших.

Особливо забруднюють водойми нафта і нафтопродукти (керосин, дизельне паливо, масла). Нафта, вкриваючи плівкою поверхневі води, перешкоджає її аерації, утворює стійку високодисперсну емульсію і мало розчиняється у воді. При залпових і аварійних викидах нафтопродуктів у водойми спостерігається зараження нафтою величезних просторів.

Важкі фракції, які становлять 30-40 % нафти, осаджуються на дні і утворюють дуже стійкий до окиснення шар на поверхні мулу, в якому гинуть донні організми, що є кормом для риб. Вода набуває запаху керосину при вмісті

нафти 0,2-0,4 мг/дм<sup>3</sup>. Причому цей запах не усувається навіть при хлоруванні та фільтрації води.

Сильним джерелом забруднення водойм є стоки целюлозно-паперової промисловості. Луг, який утворюється при сульфатному і сульфатному методах її виробництва, частково утилізується для отримання різних побічних продуктів (лугів, спирту, добрив, дріжджів та ін.). Втім, стічні води цієї промисловості містять велику кількість волокна із деревини і органічних речовин. Волокна, які виносяться зі стічними водами, утворюють в річках і озерах відклади у кілька метрів, у яких створюються анаеробні умови, згубні для риб.

Стічні води коксохімічної і коксогазової промисловості містять токсичні речовини: феноли, ціаніди та ін. Феноли є одним з неприємних домішок у стічних водах. Окрім сильних токсичних властивостей, феноли навіть при малих концентраціях надають воді неприємного запаху, який ще посилюється при наступному хлоруванні води. Особливо забруднюються стічними водами цього виду виробництва річки Донбасу.

Слід підкреслити, що стічні води промислових підприємств перед скиданням їх у міську каналізацію проходять локальне очищення.

Методи очищення стічних вод промисловості поділяють на чотири групи: фізичні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні. Часто для одних і тих самих вод використовуються одночасно кілька з наведених методів.

*Фізичні методи* включають відстоювання, фільтрацію, випаровування, перегонку з парою. Широко застосовується відстоювання як один з етапів очищення забруднених вод. Для цього слугують ставки-накопичувачі. З метою вилучення речовин, які спливають на поверхню (нафта, масло, жири, смола), використовують уловлювачі, фільтрування. Для усунення летких речовин, особливо при їх утилізації (наприклад, фенолів), застосовують відгонку їх водяною парою у спеціальних колонках.

*Хімічними методами* нейтралізують кислі стічні води (вапном, крейдою, доломітом) та окиснюють (хромом, діоксидом хлору, озоном).

*Фізико-хімічними методами* адсорбують забруднювальні речовини (такі сорбенти як торф, глина, шлак, активоване вугілля, іоніти). Використовується екстракція із застосуванням бензолу та інших екстрареагентів, флотація, коагуляція.

Біологічні методи, які розглянуто вище, для промислових стічних вод застосовують лише за наявності достатньої кількості органічних речовин і відсутності отруйних для мікроорганізмів домішок.

Проблема очищення стічних вод повинна вирішуватися спільними зусиллями інженерів-технологів, конструкторів та гігієністів, враховуючи інтереси санітарії та виробництва. Кількість стічних вод і їх склад залежать від технології виробництва, яка повинна вдосконалюватися у напрямку зниження кількості стічних вод до мінімуму так само, як і кількість в них забруднювальних речовин. По суті, очищення стічних вод є виробництвом, в якому сировиною є забруднена вода, а продукцією – очищена. Побічним продуктом при очищенні стічних вод є вилучені з них забруднювальні речовини, які часто є дуже цінними. Щороку у річки на території України скидаються зі стічними водами сотні і тисячі тонн фенолів, металів, солей, нафтопродуктів, масел, кислот. Багато забруднювальних компонентів є цінним

добривом для сільського господарства.

Радикальним напрямом у вирішенні проблеми очищення стічних вод і охорони природних вод від забруднення має стати максимальне використання стічних вод для потреб промисловості. Підприємства повинні налагодити очищення стічних вод виробництва так, щоб очищену воду знову можна було б використовувати для водопостачання даного підприємства (оборотне водопостачання). У деяких випадках зменшити кількість стічних вод можна шляхом використання їх для інших підприємств (повторне водопостачання).

## Розділ 4. Стічні води з сільськогосподарських об'єктів

### Основні фактори впливу сільського господарства на водні ресурси.

Сільське господарство здійснює різний за видами, інтенсивністю і територіальними масштабами вплив на природу. За формою і способом взаємозв'язків з природою сільське господарство суттєво відрізняється від інших галузей господарства. Це зумовлює специфіку вивчення, обліку і регламентації його впливу.

За масштабами використання території сільське господарство є однією з найкрупніших галузей. Одночасно воно належить до виробництв, найбільш «занурених» у природу. Інтенсивність впливу залежить не просто від сполучення регіональних природних і техніко-економічних умов, а й значною мірою від їх сукупності за певний період (місяць, сезон, рік). Природні екосистеми змінюються, порушуються встановлені в них взаємозв'язки біотичних і абіотичних факторів. Так, зміна ландшафтів під впливом осушення призводить до суттєвих змін фіто- і зооценозів; привнесення в природне середовище невластивих йому хімічних препаратів також змінює видовий склад рослинного і тваринного світу; механічна зміна ґрунтового покриву порушує динамічну рівновагу на поверхні ґрунту, сприяє розвитку ерозійних процесів; добрива, пестициди і відходи тваринницьких комплексів у разі надходження їх у водні об'єкти не лише їх забруднюють, а й можуть змінювати встановлені трофічні ланцюги.

Сільськогосподарське виробництво перетворилося у потужний фактор впливу на навколишнє природне середовище, зокрема на природні води. За даними Г. Гудзона, забруднення деяких водойм США біогенними речовинами за рахунок стоку з території сільгоспугідь у чотири рази перевищує забруднення від господарсько-побутових стічних вод.

Дослідження впливу сільського господарства на хімічний склад природних вод має бути комплексним, включати оцінку внеску основних факторів його активного впливу (хімічні меліорації, застосування добрив і пестицидів, водна меліорація), вивчення джерел забруднення (водний стік з богарних і меліорованих земель, стічні води тваринницьких комплексів).

Загальновідомо, що запаси поживних речовин у ґрунтах значно перевищують потреби рослин. Втім, більша частина з них представлена недоступними для рослин сполуками. Тому інтенсифікація сільськогосподарського виробництва передбачає застосування мінеральних добрив як основного фактора підвищення врожаю. Хоча є цілий ряд вчених (в основному не спеціалісти-аграрії), які виступають за радикальне зменшення застосування добрив. Більшість же дослідників вважають, що проблеми росту продуктивності сільського господарства і охорони навколишнього природного середовища, зокрема водних ресурсів, не повинні бути суперечними. Їх вирішення мають здійснюватися паралельно. При цьому вимагається керування порушеним кругообігом біогенних елементів. Мета керування потоками елементів полягає у виявленні та наступному підтриманні кругообігу елемента заданого рівня (І. С. Коплан-Дікс та інші, 1985). В. Г. Мінеєв підкреслює, що розвинуте високопродуктивне сільське господарство – кращий засіб управління

екологічними системами, збереження і удосконалення навколишнього природного середовища на сучасному етапі існування людства, про що свідчить досвід високорозвинених країн.

*Біогеохімічний кругообіг елемента* – це шлях його участі в перетворенні речовини і енергії в просторі та часі, у трансформаційних і міграційних процесах, які відбуваються у біогеоценозах за участю біоти і неживих компонентів ґрунту. Біогеохімічний кругообіг можна представити у такому вигляді: 1) хімічні форми елемента у ґрунті; 2) надходження доступних форм у рослини; 3) біологічна міграція, тобто перерозподіл елемента наземними органами у кореневій системі; 4) повернення елемента в ґрунт у трансформованій формі; 5) утилізація і трансформація рослинних залишків ґрунтовою біотою у сполученні з абіотичними процесами трансформації та міграції речовин до початкового стану.

Знання біогеохімічного кругообігу органічної речовини і хімічних елементів дає змогу регулювати водний і повітряний режими ґрунтів, розробляти й ефективно використовувати різні прийоми захисту ґрунту та водних об'єктів від забруднення токсичними речовинами.

Агрохімія вже не може задовольнятися традиційними методами досліджень. Необхідне вивчення поведінки добрив у ландшафті із застосуванням біогеохімічних методів досліджень. Отже, виник новий напрям у науці – *агрогеохімія*. Стосовно гідрохімії цей напрям можна назвати *агродірохімією*, оскільки основним об'єктом його досліджень є природні води. Зростаючі обсяги застосування агрохімічних засобів призводять до забруднення природних вод. Джерелами невиробничих втрат добрив і засобів захисту рослин, їх надходження у водні об'єкти є: суттєві механічні втрати в технологічному ланцюзі від заводу до поля; стік з поверхні полів у річки, озера, ставки; міграція хімічних речовин по профілю ґрунту; втрати через водну і вітрову ерозію ґрунту; втрати різних відходів тваринництва в результаті негосподарського до них ставлення; непродуктивне і безконтрольне використання відходів різних галузей промисловості як добрив.

Важливою причиною забруднення навколишнього природного середовища добривами і засобами захисту рослин є недосконалість їх хімічних, фізичних і механічних властивостей, а також порушення науково-обґрунтованих технологій їх внесення.

*Добрива* – це речовини, призначені для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту. Їх класифікують за способом виробництва, хімічним складом, фізичним станом, характером дії на ґрунт, походженням. За хімічним складом добрива поділяють на мінеральні, органічні та мікродобрива. До *мінеральних* належить добрива, які містять елементи живлення рослин у вигляді неорганічних сполук, до *органічних* – які містять елементи живлення у вигляді органічних сполук. *Мікродобрива* є мінеральними, проте виділяються в окрему групу, оскільки містять специфічні елементи в мікродозах.

Вид мінерального добрива характеризують за поживною речовиною. Розрізняють азотні, фосфорні, калійні, борні, марганцеві, молібденові, цинкові, мідні та інші добрива.

*Поживна речовина добрива* – це основний елемент живлення, що міститься в ньому. В азотних добривах поживною речовиною є азот (N), у



фосфорних – фосфор у вигляді  $P_2O_5$ , у калійних – калій у вигляді  $K_2O$  тощо.

*Пестициди* – це хімічні препарати, які використовуються для боротьби з шкідниками та хворобами рослин, бур'янами.

*Стік хімічних речовин з сільгоспугідь*. Колекторні води зрошуваних масивів надходять у водні об'єкти протягом всього року. Об'єм води, яка скидається, не однаковий і залежить від ряду умов: площі масиву, який дронується колектором, та його гідрогеологічних умов; культури, що вирощується; режиму її поливу (об'єм води, терміни, способи поливу); фізико-хімічних і механічних властивостей ґрунтів зрошуваної ділянки тощо. Найбільші об'єми колекторних вод скидаються з квітня до вересня.

Як показали дослідження Л. М. Горєва, частка зрошувальних меліорацій у формуванні антропогенного іонного стоку з території України становить 60 % для сульфатів і 12 % для хлоридів.

Дослідження, виконані Гідрохімічним інститутом (Ростов-на-Дону) свідчать, що мінералізація колекторних вод змінюється від 0,3 до 30 г/дм<sup>3</sup>. Вона обернено пропорційна об'ємам скинутої води: у вегетаційний період, коли в колекторну мережу скидається велика кількість зрошуваних вод, вона мінімальна, а взимку, коли колекторна мережа заповнена переважно ґрунтовою водою – максимальна.

Стік солей коливається від 1 до 200 т/га на рік. Найбільша кількість солей надходить із зрошуваних масивів у вегетаційний період за рахунок більших об'ємів скидання вод.

Між стоком солей і об'ємом колекторних вод, які скидаються, існує тісний кореляційний зв'язок, який описується у більшості випадків рівнянням

$$G = aW^b, \quad (4.1)$$

де  $G$  – стік солей через колектор за місяць, т;  $W$  – об'єм води, скинутий через колектор за місяць, м<sup>3</sup>;  $a$ ,  $b$  – емпіричні коефіцієнти.

Тому безпосередньо розрахунок стоку солей, добрив і пестицидів як з колекторними водами із зрошуваних масивів, так і з поверхневими стічними водами з богарних земель проводять двома способами.

1. За формулою

$$G = \sum C_i W_i, \quad (4.2)$$

де  $G$  – стік речовин за рік, вегетаційний період і т. д., т/рік;  $C_i$  – концентрація речовин за  $i$ -й розрахунковий період, мг/дм<sup>3</sup>;  $W_i$  – водний стік за  $i$ -й розрахунковий період, м<sup>3</sup>.

2. Кореляційний – за наявності багаторічних матеріалів спостережень визначаються кореляційні зв'язки стоку розчинених речовин колекторними водами з об'ємом їх стоку. Ці залежності застосовуються для визначення приблизної кількості стоку речовин за відомим об'ємом стоку.

Якісний склад розчинених речовин зумовлюється фізико-географічними умовами зрошуваних територій і асортиментом внесених добрив.

Стік азоту протягом року коливається від 1 до 20 кг/га. При цьому 30-40 % загального стоку припадає на період підживлення рослин. Всього протягом року з колекторними водами втрачається від 15 до 22 % азоту від загального його надходження на ділянку з добривами і зрошувальною водою.

Стік фосфору значно менший. У середньому на рік з 1 га зрошуваної території стікає від 0,03 до 1,36 кг фосфору, що становить близько 1 % внесених добрив. Концентрації пестицидів і тривалість періоду, протягом якого вони виявляються в колекторних водах, дуже різноманітні. Це залежить від фізико-хімічних властивостей препаратів, норм, термінів і способів застосування, характеру ґрунтового покриву, культур і режиму зрошення. Особливо важливе значення мають фізико-хімічні властивості пестицидів: стійкість (*персистентність*), леткість, розчинність, сорбційні властивості тощо.

Згідно з класифікацією за ступенем стійкості у навколишньому природному середовищі, пестициди поділяються на 4 групи:

- 1) дуже стійкі – понад 2 роки (ГХЦГ, хлордан, діддрин, гептахлор);
- 2) стійкі – від 6 місяців до 2 років (симазин, севін, атразин, монурон, діурон);
- 3) помірно стійкі – від 1 до 6 місяців (трифлоралін, метафос, 2, 4, 5-Т, 2, 4-Д, діазин, фосфамід, далапон);
- 4) малостійкі – до 1 місяця (хлорофос, карбофос, фورات).

Застосування ДДТ (стійкість 2-15 років) заборонено в Україні з 1969 р.

У колекторну мережу пестициди можуть потрапляти у період поливу як із зрошувальною водою, що фільтрується крізь ґрунт, так і в результаті скидання надлишків води з поверхні зрошувальної системи.

Досліди на рисових зрошувальних системах України і Росії свідчать, що після обробки полів гербіцидами (пропанід і ордрам) вони з'являються в колекторних водах.

Концентрація пропаніду та його метаболітів у колекторних водах коливається від 1 до 100 мгк/дм<sup>3</sup>, а в окремих випадках досягає 250-270 мкг/дм<sup>3</sup>. Максимальні концентрації пропаніду виявляються після першого поливу, що настає після обробки полів. Протягом подальшого короткого часу, що в окремі роки неоднаковий і коливається від 5 до 15 днів, спостерігається різке зниження вмісту гербіциду.

Ордрам виявляється в колекторних водах протягом всього вегетаційного періоду. Найвищі концентрації гербіциду (до 150 мкг/дм<sup>3</sup>) спостерігаються в період обробки полів препаратом і перших поливів.

У різних природних умовах зберігання пестицидів одного типу у ґрунті неоднакове. У степовій зоні розкладання пестицидів відбувається швидше, ніж у зоні мішаних лісів (табл. 4.1).

Води поверхневого стоку з богарних сільгоспугідь формуються на водозборах у періоди танення снігу і випадання дощів. На режим стоку хімічних речовин значний вплив має водний стік на досліджуваній території, його розподіл та мінливість. Велике значення має генезис водного стоку. Концентрація розчинених речовин залежить від того, чи є водний стік дощовим, чи сніговим і яка в ньому частка ґрунтового живлення.

Коливання водності у різні роки і характер внутрірічного розподілу стоку зумовлюють різкі зміни стоку легкокорозинних речовин з одних і тих самих водозборів.

Основна частина річного водного стоку припадає на період весняного водопілля. В цей же період спостерігається і найбільша кількість стоку

хімічних речовин.

**Таблиця 4.1.** Персистентність деяких пестицидів у ґрунтах водозборів, розташованих у різних фізико-географічних умовах (за А. С. Демченко)

Пестицид	Доза, г/га	Зона	Період, діб	Період повного зникнення, діб
ГХЦГ (гексахлорциклогексан)	100	Степова	2	350
	100	Мішаних лісів	5	460
Метафос	7,5	Степова	0,5-1,0	12
	7,5	Мішаних лісів	1,0-1,6	12-34
Хлорофос	2,0	Степова	0,4	6
	2,0	Мішаних лісі	0,4	4
	15,0	Степова	1,2-1,3	13-15
	15,0	Мішаних лісів	1,4	35

Концентрація азоту у водах поверхневого стоку, які стікають з водозборів, розташованих у різних фізико-географічних умовах, коливається від сотих часток до десятків мг/дм<sup>3</sup>. У період весняного водопілля найбільші концентрації азоту спостерігаються в перші дні водопілля.

Внесення азотних добрив під зяблеву оранку супроводжується зростанням концентрації азоту у водах поверхневого стоку в період весняного водопілля (у 2-3 рази). Особливо різке підвищення вмісту азоту у водах у період водопілля спостерігається при внесенні добрив на поверхню снігу чи сильно промерзлий ґрунт.

Під час дощових паводків концентрація азоту у стічних водах з удобрених масивів у 2-8 разів вища, ніж у неудобрених.

У період весняного водопілля стік азоту коливається від 0,01 до кількох кілограмів з 1 га.

Найбільша кількість азоту стікає з полів, зайнятих озимими культурами – до 6 % внесених добрив, найменша – з луків і полів багаторічних трав (до 2,5 %).

Фосфор втрачається з водами поверхневого стоку в незначних кількостях (до 0,1 кг з 1 га під час водопілля).

Концентрація пестицидів у водах поверхневого стоку залежить як від властивостей пестицидів, так і від умов навколишнього природного середовища.

У період весняного водопілля у поверхневому стоку виявляються лише високоперсистентні пестициди (наприклад, хлорорганічні), які застосовувалися у минулий вегетаційний період.

Під час дощових паводків концентрація пестицидів у водах поверхневого стоку зумовлюється швидкістю їх зникнення з ґрунтів, об'ємом водного стоку і тривалістю часу, який пройшов між обробкою полів препаратом і початком стоку.

У період весняного водопілля стік хлорорганічних пестицидів досягає 80

% річного. У степовій зоні він коливається в межах від 0,1 до 4 г/га.

Фосфорорганічні пестициди втрачаються переважно у період дощових паводків. Максимальний стік пестицидів, як правило, спостерігається після перших опадів, які утворюють водний стік.

Україна має високий показник розорюваності ґрунтів (до 70 % загальної площі), порівняно з європейськими країнами (близько 30 %). Раніше вносилися велика кількість добрив, а в даний час вона значно скоротилася. Так, в 2008 році загалом було внесено 1,06 млн. т мінеральних добрив у діючій речовині, а в 2009 – лише 0,89 млн. т і близько кількох десятків тис. т пестицидів (понад 150 видів препаратів).

У республіці під удобрювані угіддя зайнято 45 % площі, яка розташована над зонами поширення водоносних горизонтів. Доза добрив становить, в середньому, 100 кг/га і залежить від вирощуваних культур. Сумарна міграція азоту вниз з ґрунтового шару може досягати 10-30 %, калію – 30 %, фосфору – 6 % від внесеного, причому втрати добрив на легких піщаних ґрунтах у 8-12 разів вищі, ніж на глинистих.

За даними УкрНДІагропроекту в Україні діє більше декілька тис. ферм і тваринницьких комплексів. Кількість відходів становить 300 млн. м<sup>3</sup>, в яких вміст азоту сягає 1,5 млн. т. Не менше 10 % цього азоту в процесі зберігання, транспортування й утилізації змивається чи фільтрується в поверхневі і підземні води. В перерахунку на нітратне забруднення в навколишнє природне середовище щорічно надходить 450 тис. т азотних сполук.

Головним джерелом нітратів у поверхневих водах є ґрунтовий покрив, в якому вони накопичуються як за рахунок природних процесів, так і за рахунок внесення азотних добрив.

Підземні води як складова частина гідросфери також сприйнятливі до впливу пестицидів. У них виявляється до 15 % асортименту хімічних засобів захисту рослин, які використовуються в країні. Дослідження свідчать, що в підземних водах різних регіонів виявляються стійкі хлорорганічні речовини (ДДТ і його метаболіти, ГХЦГ, гептахлор), симетричні триазини (симазин, атразин, пропазин), похідні тіо- та дитіофосфорних кислот (хлорофос, метафос, фозалос). Рівні вмісту коливаються в межах  $10^{-3}$ - $10^{-7}$  мг/дм<sup>3</sup>.

Найчастіше пестициди містяться в ґрунтових водах, незахищених або слабо захищених, на більшій частині країни. Наявність пестицидів у підземних водах, які надійно захищені від вертикального проникнення забруднювальних речовин, свідчить про суттєву роль горизонтального переміщення пестицидів у підземній гідросфері від областей живлення.

## Розділ 5. Самоочищення водойм

Сукупність всіх процесів, спрямованих на відновлення початкового хімічного складу води, відповідно до існуючої раніше рівноваги, називається самоочищенням водойми. Це поняття стосується не лише складу води, а й мікрофлори, водної рослинності, тваринного світу водойми, тобто всього біоценозу, який склався в природних умовах і дуже тісно пов'язаний з хімічним складом води.

Нестійкість більшості компонентів забруднень, які з часом виводяться з розчину під впливом різних процесів, сприяє самоочищенню. Нестійкі органічні речовини, внесені у водойму зі стічними водами, є чужими для тих умов, які властиві водоймі, і не можуть існувати через присутність великої кількості мікроорганізмів. Таке саме явище спостерігається і в разі бактеріального складу, що вноситься зі стічними водами у водойму, умови якої не відповідають умовам їх розвитку. З часом більша частина їх відмирає, чому сприяє також антагонізм між внесеною із забрудненнями мікрофлорою, що містилась у водоймі в природних умовах.

Сильно забруднена річка, за сприятливих обставин і відсутності постійного поповнення забруднювальними речовинами, може послідовно шляхом самоочищення перейти від стану сапробної зони у мезосапробну і навіть в олігосапробну. Це трапляється внаслідок покращання фізичних властивостей під впливом адсорбції завислими частинками органічних речовин, важких металів, мікроорганізмів, коагуляції та седиментації завислих неорганічних і органічних речовин, мінералізації нестійкої органічної речовини, зростання концентрації кисню за рахунок аерації та водної рослинності, різкого зниження вмісту сапрофітних мікроорганізмів і відмирання патогенних бактерій.

За великої кількості завислих частинок, які надходять із стічними водами, самоочищення уповільнюється. Хоча вони, з одного боку, сприяють адсорбції багатьох речовин, з іншого – осідаючи, утворюють осади, часто великої потужності, в яких розвиваються бактеріальні анаеробні процеси, що зумовлюють тривале надходження у воду продуктів анаеробного розпаду.

Завдяки самоочищенню невелике забруднення не може змінити природного стану водойми. Але кожна водойма має певну межу самоочисної здатності від забруднень, після якої різко погіршуються всі характеристики санітарного стану водойми.

Процеси самоочищення відбуваються сприятливіше у річках, ніж в озерах і водосховищах завдяки проточності.

При вивченні процесів самоочищення важливе значення мають співвідношення кількості забруднювальних речовин і об'єму водної маси, швидкість течії, глибини, умови вітрового перемішування, температурний режим тощо. У багатьох випадках, особливо при забрудненні господарсько-побутовими стічними водами, провідним процесом у самоочищенні є розкладання органічної речовини, кінцевим продуктом якого є мінеральні сполуки. В анаеробних умовах цей процес спричиняє посилене споживання кисню і корелюється з величиною БСК. Тому величина БСК характеризує

ступінь розкладання нестійкої органічної речовини.

Кількість кисню, необхідна для окиснення органічної речовини за проміжок часу  $i$ , пропорційна кількості нерозкладеної органічної речовини. Для обчислення біохімічного споживання кисню необхідно знайти його повну величину БСКпов, яку можна визначити, знаючи БСК5, за номограмою Л.К.Зак. Кількість кисню, необхідна для окиснення за час  $i$  (БСК $t$ ), пов'язана з БСКпов залежністю

$$\text{БСК}t = \text{БСКпов} \cdot (1 - 10^{-rt}) \quad (5.1)$$

Константа швидкості реакції  $r$  може бути визначена експериментально, якщо зробити послідовно два визначення БСК з таким розрахунком, щоб друге визначення  $2i$  за часом було вдвоє більше першого. Тоді розрахунок ведеться за формулою

$$\text{БСК}t = 1/t \cdot 1g \cdot [\text{БСК}t / (\text{БСК}2t - \text{БСК}t)] \quad (5.2)$$

Константа  $K$  залежно від складу забруднень має різні значення, для господарсько-побутових стічних вод – близько 0,1. Приблизно таке саме  $K$  і при розкладанні фітопланктону. Промислові забруднення дають більші коливання константи. Швидкості розпаду органічних речовин донних відкладів у 20-50 разів нижчі, ніж в разі господарсько-побутових стічних вод.

Для характеристики самоочищення велике значення має швидкість змінення кількості бактерій. Протягом перших 15 годин відмирає 70 % початкової величини бактеріального зараження, а на п'яту добу їх залишається лише частки відсотка.

## Розділ 6. Охорона вод від забруднення

В усьому світі розробляються заходи з охорони водних об'єктів. У результаті цього концентрація деяких забруднювальних речовин або стабілізувалась, або знизилася. Прикладом може бути р. Рейн, вода якої була оздоровлена завдяки цілеспрямованій водоохоронній політиці. Проблема охорони вод від забруднення комплексна і дуже складна.

За А. М. Никаноровим, охорона вод включає такі основні напрями: правову основу проведення комплексних заходів і організаційні аспекти охорони водних ресурсів; технологічні; економічні; наукові та соціальні аспекти.

*Правовою основою проведення комплексних заходів, спрямованих на охорону вод від антропогенного впливу в Україні, є Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991), «Водний кодекс України» (1995), «Правила охорони поверхневих вод» (1991), «Санітарні правила та норми» (1988), а також урядові постанови, які стосуються конкретних питань з охорони водних ресурсів: запобігання забрудненню басейнів Чорного й Азовського морів (1976), посилення охорони басейнів малих річок від забруднення (1989), державний контроль за охороною підземних вод (1982) та ін.*

*Організаційні аспекти охорони водних ресурсів – це комплекс заходів, спрямованих на охорону водних ресурсів від забруднення. В нашій країні здійснюється шляхом створення схем комплексного використання й охорони вод басейнів річок.*

Заходи, які передбачено в схемах, забезпечують збереження якості води згідно з вимогами «Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами», «Правил санітарної охорони прибережних вод морів» і «Положення про порядок використання й охорони підземних вод».

Ці документи визначають ступінь придатності хімічного складу і фізичних властивостей природних вод для господарсько-питного водопостачання і культурно-побутових потреб населення, а також рибогосподарських цілей. Розроблені і діють спеціальні норми – «Граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин у воді водойм санітарно-побутового призначення», «Граничнодопустимі концентрації радіоактивних речовин у воді водойм і джерел водопостачання», «Граничнодопустимі концентрації деяких шкідливих речовин у воді рибогосподарських водойм», а також державні стандарти – «Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю» (ГОСТ 2874–82), «Гідросфера. Використання і охорона вод» (ДСТ України 3041–91).

Визначення розташування підприємств, які впливають на стан природних вод, узгоджуються органами регулювання з використанням і охорони вод, місцевими управліннями і органами нагляду за станом водних об'єктів. Проекти будівництва крупних підприємств проходять спеціальну екологічну експертизу.

Названі установи за участю органів санітарного нагляду слідкують, чи відповідають вимогам нормативів умови скидання стічних вод.

Постійний контроль здійснюють Держкомгідромет, Міністерство охорони

здоров'я, Держводгосп, Держкомгеологія.

*Технологічні аспекти охорони природних вод* включають такі напрями:

- зменшення об'єму стічних вод за рахунок удосконалення технології виробництва;
- очищення стічних вод;
- вилучення з стічних вод і утилізація цінних речовин;
- впровадження оборотного водопостачання (чи повторного);
- заміна водяного охолодження повітряним.

Зниження загального об'єму стічних вод, які скидаються підприємствами, досягається шляхом нормування води на одиницю продукції, а також використанням у системі оборотного водопостачання очищених раніше стічних вод.

Зниження концентрації забруднювальних речовин, які містяться у стічних водах, можна досягти не тільки суворим дотриманням технологічного режиму, а й підвищенням ступеня очистки стічних вод, вилученням з них і утилізацією цінних продуктів.

Наприклад, на Байкальському ЦПК працює унікальна триступінчаста система очисних споруд, яка включає механічне і хімічне очищення з подальшим 24-годинним відстоюванням у ставку-аераторі. Ця система дає змогу досягти 97-99 % ступеня очистки. Вже через 100 м від місця випускання таких вод концентрації речовин не перевищують фонові.

Інший приклад – експериментальна система для очищення вод на американському високогірному озері Тахо. Це озеро, відоме глибиною і красивим кольором води, у свій час почало інтенсивно забруднюватися у зв'язку з розвитком туризму. Встановлена очисна система щоденно очищує 7,5 млн т озерної води. Вода після вилучення звичайних забруднювальних речовин та мулу пропускається крізь вапно для вилучення фосфору і очищається від азоту. Потім вода проходить крізь фільтри, після цього – крізь активоване вугілля, яке адсорбує більшу частину хімічних сполук, що залишились. Ефективність очищення становить 95 %, проте вартість її також на 25-30 % вища, ніж на інших очисних спорудах.

Іде боротьба з забрудненням води морським транспортом. У замикаючих створах крупних судноплавних річок останнім часом знизився вміст нафтопродуктів.

У ряді місць, особливо густонаселених промислових районів, спостерігається забруднення підземних вод. Оскільки підземні води зони активного водообміну (грунтові, верховодка) часто прямо пов'язані гідравлічно з поверхневими, якість підземних вод визначається забрудненістю поверхневих вод. Крім того, забруднювальні речовини потрапляють у підземні водоносні горизонти при фільтрації стічних вод з накопичувачів, при їх закачуванні у глибокі підземні горизонти для захоронення. Важливу роль в охороні підземних вод від забруднення відіграє будівництво нефільтрувальних накопичувачів стічних вод, екранування поверхні з метою упередження вимивання атмосферними опадами токсичних компонентів.

*Економічні аспекти охорони водних ресурсів.* Основними елементами економічного обґрунтування водоохоронних заходів є вибір критерію їх ефективності та оптимізація, оцінка збитків від забруднення вод, вибір



економічного стимулювання водоохоронних заходів.

Головним критерієм ефективності водоохоронних заходів для джерел питної води, середовища існування риб, тварин і птахів є досягнення необхідних стандартів якості природних вод у місцях водокористування.

Максимальна віддача від водоохоронних заходів має бути на всіх стадіях: від їх проектування і до експлуатації. При проектуванні слід закласти такі параметри системи, щоб при мінімальних витратах можна було забезпечити потрібні показники якості природних вод. Для цього враховують найнесприятливіші умови прийому стічних вод: 95 %-ва забезпеченість витрати водотоку, найвищі концентрації домішок та мінеральне самоочищення.

Під час експлуатації водоохоронних споруд треба шляхом регулювання витрати водотоку за допомогою попусків, спостерігаючи за температурою вод, які скидаються ТЕС і АЕС, використовуючи аераційні пристрої, чітко дотримуватися норм якості природних вод. Важливо правильно оцінити збитки, які можуть бути нанесені забрудненням природних вод. Це необхідно для визначення витрат на впровадження водоохоронних заходів.

Також необхідно раціонально планувати розміщення промислових підприємств, враховуючи не лише наявність сировини і кваліфікованих кадрів, а й достатню забезпеченість району водними ресурсами.

*Наукові аспекти проблеми захисту природних вод від забруднення* базуються на проведенні наукових досліджень, теоретичних або прикладних. Теоретичні дослідження в області охорони природних вод від забруднення ведуться за такими основними напрямками: розробка науково-технічних основ і комплексу заходів з метою покращання використання водних ресурсів; охорони вод; розробка комплексу науково-технічних заходів з максимального упередження негативного впливу господарської діяльності на навколишнє природне середовище; розробка методів прогнозування наслідків впливу антропогенних факторів на якість природних вод та ін.

Прикладні дослідження спрямовані: на вдосконалення існуючих методів очищення стічних вод, створення і вдосконалення газоочисних пристроїв для існуючих технологічних процесів; на розробку технологічних процесів, які забезпечують максимальне використання і знезараження промислових відходів підприємств; на розробку рекомендацій з підвищення імунітету важливих сільськогосподарських культур до шкідників і хвороб, що дає змогу зменшити застосування пестицидів; на розробку заходів щодо зниження впливу радіаційного забруднення територій на водні ресурси.

*Соціальні аспекти охорони вод.* Охорона водних ресурсів від забруднення є частиною проблеми охорони навколишнього природного середовища, вирішення якої спрямоване на створення сприятливих умов для життя, здоров'я та відпочинку.

В Україні прийнята і реалізується національна програма з оздоровлення водних ресурсів Дніпра, діє і громадський комітет з цієї проблеми. В рамках міждержавних угод утворено комісії, які займаються проблемами Дніпра (разом із Російською Федерацією і Республікою Білорусь), Десни (разом із Російською Федерацією), Прип'яті (разом із Республікою Білорусь). Україна входить до складу комісії придунайських країн і країн причорноморського регіону.

Певну роль у вихованні бережливого ставлення до природи в цілому

відіграють громадська організація «Зелений світ», шкільні екологічні центри.

Відчутні результати водоохоронної політики багато в чому залежать від виховання і підготовки кадрів у цій області. Таких спеціалістів готують вищі і середні навчальні заклади: Київський національний університет імені Тараса Шевченка (кафедра гідрології та гідроекології географічного факультету), Одеський гідрометеорологічний інститут, Українська академія водного господарства (м. Рівне), Харківський та Херсонський гідрометеорологічні коледжі.

## **Розділ 7. Удосконалення моніторингу якості поверхневих вод суші**

Моніторингом називається система спостережень за антропогенними змінами навколишнього природного середовища, оцінки та прогнозу її стану на фоні природних змін. Моніторинг вирішує такі завдання: 1) спостереження за змінами стану біосфери, визначення змін, зумовлених діяльністю людини та узагальнення результатів спостережень; 2) виявлення тенденцій та прогноз можливих змін стану біосфери шляхом порівняння з критеріями (гранично допустима концентрація – ГДК і гранично допустиме навантаження – ГДН), які встановлюють межі можливого екологічного збитку.

І. П. Герасимов виділяє три ступені моніторингу: 1) біоекологічний (санітарно-гігієнічний), який включає спостереження за станом навколишнього природного середовища з погляду його впливу на здоров'я людини. Цей ступінь спирається на систему спостережень постів і роботу санітарно-гігієнічних служб. Використовуються показники, які відображають реакцію людини, захворюваність, смертність, народжуваність, тривалість життя тощо; 2) геоекологічний, геосистемний, чи природно-господарський, який включає спостереження за зміненням природно-господарських систем, перетворенням їх на природно-технічні. Спирається на систему географічних стаціонарних, спеціальних зональних чи регіональних і фонових спостережень. Використовуються показники масоенергообміну, граничнодопустимі концентрації речовин; 3) біосферний, який охоплює спостереження за параметрами біосфери в глобальному масштабі (запилення атмосфери, світовий водний баланс, забруднення Світового океану, зміна біопродуктивності суші та океану). Основою є система біосферних полігонів, що включає як заповідники, так і зони господарської діяльності людини. Мета спостережень – оцінка наслідків цих змін для здоров'я і діяльності людини.

Найнебезпечнішим наслідком антропогенного впливу на навколишнє природне середовище є забруднення складових середовища – атмосферного повітря, поверхневих вод суші, морів та ґрунтів. Організація системи моніторингу забруднення навколишнього природного середовища є важливим складовим елементом сучасної стратегії регулювання якості цього середовища і управління нею.

Національна система моніторингу забруднення навколишнього природного середовища включає моніторинги: забруднення морів, джерел забруднення; забруднення поверхневих вод суші; забруднення атмосферного повітря; забруднення ґрунтів; фонові спостереження.

Система моніторингу забруднення навколишнього природного середовища, крім того, поділяється за видами спостережень і контролю на базовий, біологічний, дистанційний, фоновий та ін.

Моніторинг забруднення морів. Це система спостережень, оцінки і прогнозу стану морів і океанів для отримання інформації про якість води, необхідної для раціонального використання морських водних ресурсів і вживання заходів з їх охорони від забруднення.

Моніторинг забруднення морів має ряд особливостей і призначається:

– для спостереження і контролю рівня забрудненості води і донних відкладів за фізичними, хімічними та гідробіологічними показниками, особливо в курортно-оздоровчих і рибогосподарських зонах, а також на ділянках морів, які піддаються інтенсивному впливу (гирлові зони, морські нафтопромисли, порти тощо);

– для вивчення балансу забруднювальних речовин у морях та їх окремих частинах (затоках) з урахуванням процесів на границі розподілу атмосфера – вода, розкладання і трансформації забруднювальних речовин і накопичення їх у донних відкладах;

– для вивчення закономірностей просторових і часових змін концентрації забруднювальних речовин, встановлення зв'язку цих змін з природними циркуляційними процесами, з гідрометеорологічним режимом і особливостями господарської діяльності.

Комплексність моніторингу забруднення морів потребує визначення ряду гідрометеорологічних параметрів: температури води, швидкості і напрямку течії, швидкості і напрямку вітру, кількості і якості атмосферних опадів, атмосферного тиску тощо.

Система спостереження і контролю ґрунтується на утворенні мережі локальних пунктів (станцій), розміщення яких дає змогу визначати поля забруднень. Важливою особливістю морської станції моніторингу є проведення синхронних спостережень на всіх стандартних океанографічних горизонтах (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 та інші), включаючи придонний шар, а також шари стрибка властивостей (густина, солоності, кисню тощо).

На морських станціях моніторингу забруднення води роботи виконуються за двома програмами – скороченій і повній.

Наукові основи моніторингу забруднення морів мають такі головні принципи організації: 1) комплексність проведення хімічного аналізу (води, завислих речовин, донних відкладів) і метеорологічні спостереження, особливо на станціях I категорії – в місцях скиду забруднювальних речовин і II категорії – в забруднених районах морів і океанів; 2) визначення динаміки забруднення морської води шляхом проведення довготривалих систематичних спостережень за фоновими концентраціями забруднювальних речовин у найбільш віддалених від джерел забруднення районах на базових станціях III категорії; 3) аналіз процесів переносу забруднювальних речовин шляхом спостережень на океанографічних розрізах і основних циркуляційних системах Світового океану; 4) узгодженість моніторингу забрудненості океану як підсистеми моніторингу навколишнього природного середовища з моніторингом впливу забруднювальних речовин на морські організми.

Моніторинг джерел забруднення. Це система спостережень, оцінки і прогнозу об'єму і рівня забрудненості стічних вод, які скидаються джерелом забруднення у водні об'єкти. Система спостережень може бути стаціонарною і рухомою. Добута інформація про склад і об'єм стічних вод, дальший розвиток джерела забруднення дає змогу прогнозувати зміни внаслідок впливу джерела забруднення на водний об'єкт і встановити граничнодопустимі викиди (ГДВ), які обмежують об'єм і кількість шкідливих речовин, що скидаються у водні об'єкти. Це є реальним технічним засобом регулювання якості природних вод, завдяки чому моніторинг джерел забруднень стає системою контролю

дотримання ГДВ.

Моніторинг забруднення поверхневих вод суші. Це система спостережень, оцінки і прогнозу стану поверхневих вод суші для отримання інформації про їх якість, яка необхідна для раціонального використання водних ресурсів і здійснення заходів з їх охорони від забруднення і виснаження.

У зв'язку з цим моніторинг забруднення поверхневих вод суші вирішує такі основні проблеми:

- спостереження і контроль рівня забрудненості поверхневих вод суші за фізичними, хімічними і гідробіологічними показниками;
- вивчення динаміки забруднювальних речовин і виявлення умов, за яких спостерігаються різкі коливання рівня забрудненості, для забезпечення прогнозів рівня забрудненості водних об'єктів;
- вивчення закономірностей процесів самоочищення і накопичення забруднювальних речовин у донних відкладах;
- вивчення закономірностей надходження і винесення речовин крізь гирлові створи річок для складання балансу хімічних речовин водних об'єктів.

Систематичні спостереження і контроль рівня забруднення поверхневих вод як у місцях, які піддаються впливу господарської діяльності людини, так і в районах мінімального забруднення (фоновий створ) виконуються при організації:

- стаціонарної мережі пунктів спостережень за природним станом і забрудненням поверхневих вод за фізичними, хімічними і гідробіологічними показниками;
- спеціалізованої мережі і пунктів спостереження і контролю на забруднених водних об'єктах для вирішення ряду науково-дослідних завдань;
- тимчасової експедиційної мережі пунктів спостереження і контролю на водних об'єктах, не охоплених вказаними вище спостереженнями.

На пунктах стаціонарної мережі перелік компонентів якості води визначається переважно складом і об'ємом стічних вод, які скидаються у водний об'єкт, їх токсичністю і вимогами з боку споживачів води. До них належать: температура води, завислі речовини, мінералізація, колірність, рН, розчинений кисень, ХСК і БСК, запах, головні іони, біогенні речовини, а також дуже поширені забруднювальні речовини, такі, як нафтопродукти, СПАР, леткі феноли, біогенні речовини, важкі метали.

Підхід до організації системи спостережень за біологічними показниками в цілому такий, як і за фізичними, так і хімічними, тобто передбачає проведення спостережень і контролю у встановлених пунктах у погоджені терміни та за єдиною уніфікованою методикою. Для визначення програми гідробіологічних спостережень необхідно протягом деякого періоду накопичувати гідробіологічну інформацію за різними видами: макрофітами, фіто-, бактеріо- і зоопланктоном, зообентосом, нейстоном, перифітоном.

До системи моніторингу забруднення поверхневих вод суші входять спостереження і контроль рівня забрудненості донних відкладів водного об'єкта. При існуючих темпах забруднення водних об'єктів багато шкідливих забруднювальних речовин накопичується в значних кількостях у донних відкладах, які є джерелом вторинного забруднення.

Пункти спостережень і контролю обов'язково суміщаються з гідрологічними постами чи ділянками, які забезпечені гідрологічними даними.

Удосконалення системи спостережень і контролю поверхневих вод суші розвивається за такими головними напрямками:

- 1) оптимізація системи спостережень (зокрема розміщення пунктів контролю), уточнення програм спостережень (терміни, частота тощо);
- 2) удосконалення хіміко-аналітичного і біологічного забезпечення системи контролю (нові методи аналізу вод, їх уніфікація);
- 3) розробка і широке впровадження автоматизованих і дистанційних методів здобуття, обробки і передачі гідрохімічної інформації;
- 4) створення електронних банків гідрохімічної інформації;
- 5) створення нових і вдосконалення існуючих методів прогнозування якості вод.

У цілому ж автоматизація методів аналізу, поряд із утворенням нових високочутливих методів, є найважливішими напрямками в гідрохімії.

У ряді країн утворено автоматичні станції контролю якості води, які визначають такі показники, як температуру, розчинений кисень, питому електропровідність, рН, вміст натрію, хлору – усього до 20 показників. Декілька станцій, розташованих на водних об'єктах за певною схемою, за наявності центру обробки інформації та каналів зв'язку створюють систему. Перевагою таких систем є безперервність спостережень. Автоматизовані системи доцільно створювати в районах з напруженим водним балансом, де вони у майбутньому стануть частиною управління якістю води. Такі автоматизовані системи контролю якості води (АНКОС-В) було створено у Гідрохімічному інституті та впроваджено у Москві і Санкт-Петербурзі. Пізніше досконаліші системи (АНКОС-ВГ) було споруджено на річках Дон і Кура. В Україні на теперішній час автоматичні станції контролю якості води широко використовуються в Закарпатській області в басейні р. Чорна Тиса.

Автоматизовані системи включають: центр обробки інформації, який складається з диспетчерського пункту, обчислювального комплексу і стаціонарних гідрохімічних та гідробіологічних лабораторій; автоматичні станції контролю забруднення вод (АСКЗВ), які визначають показники хімічного складу води; пересувних гідрохімічних і гідробіологічних лабораторій (ПГХБЛ).

Перспективними методами спостережень і контролю за станом водних об'єктів є дистанційні, в тому числі аерокосмічні, методи, які надзвичайно ефективні при вивченні великих акваторій і потребують подальшої їх розробки.

Проведені дослідження виявили зв'язок між параметрами електромагнітного випромінювання і деякими показниками водних об'єктів: концентрацією хлорофілу фітопланктону, мінеральних завислих і розчинених органічних речовин, мінералізації та температури води, інтенсивності хвильових процесів.

Створюються перші системи дистанційного моніторингу водних об'єктів. Вони включають: космічний апарат; центри прийому та обробки даних; повітряні станції спостереження; автоматичні буйкові станції.

Верхній рівень системи оперативного моніторингу – космічний апарат з апаратурою дистанційного зондування. Багатозональна відеоінформація

передається в центри прийому і обробки даних. Тут обробляють інформацію і створюють карти оптично активних інгредієнтів, за якими визначають мінливість у часі та просторі гідрохімічних і гідробіологічних полів, а також виявляють різкі зміни стану водних екосистем. Ця інформація передається в територіальні гідрометеорологічні управління. Якщо на картах за космічними даними виявлено аномалії, які свідчать про зміни води в екосистемі, до моніторингу підключається його середня ланка – повітряна станція спостережень. На цих станціях (наприклад, літаках) розміщують дистанційні засоби вимірювань електромагнітних випромінювань у видимому, інфрачервоному і надвисокочастотному діапазонах хвиль.

Отримана на повітряній станції спостереження інформація надходить до бортового інформаційно-вимірювального комплексу, за допомогою якого робиться візуалізація цих даних, їх попередня обробка.

Ланка дистанційного моніторингу може включати пересувну гідрохімічну і гідробіологічну лабораторію, яку розміщують на борту судна чи на автомобілі, та автоматичні буйкові станції. На автоматичних буйкових станціях розміщують засоби для екстрених вимірювань концентрацій деяких інгредієнтів. Отримана з буйків інформація передається на повітряну станцію спостережень, а з неї, через космічний апарат – до центру прийому і обробки даних.

У системі моніторингу гідрометслужби України регулярні спостереження за забрудненням поверхневих вод на початку 90-х років здійснюються на 140 річках, 15 водосховищах, 8 озерах і лиманах у 255 пунктах і 406 створах. Визначають 53 показники якості води. Найбільше пунктів спостережень розташовано в басейні Дніпра – понад 90 (1995).

Спостереження проводять за фізичними, хімічними і біологічними показниками якості води. Пункти контролю якості води суміщені з гідрологічними постами і ділянками, які забезпечені гідрологічними даними. До інгредієнтів, які визначаються, належать: іонний склад, мінералізація, завислі речовини, розчинений кисень, біогенні сполуки, нафтопродукти, феноли, пестициди, важкі метали тощо.

Радіаційний моніторинг поверхневих вод у зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС проводиться в басейні Дніпра – на водосховищах, основних притоках (Прип'ять, Уж, Тетерів, Десна) і деяких малих річках.

Протягом останніх років оптимізують мережі спостережень, розширюючи перелік інгредієнтів, що визначаються, та уточнюють розміщення пунктів спостережень.

Лабораторії хімічного аналізу поверхневих вод діють в структурних підрозділах гідрометслужби України. Мережа спостережень гідрометслужби налічує 231 стаціонарний пункт (2009), які розміщені на 134 річках, 15 водосховищах та 1 лимані й охоплюють такі основні річкові басейни України: Дніпра, Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Західного Бугу, Сіверського Дінця, річок Приазов'я та водних об'єктів Криму. Вибір пунктів спостережень обумовлений фізико-географічними умовами регіону, а для проведення досліджень на забруднених об'єктах – розміщення пунктів спостережень має забезпечувати якнайповнішу характеристику масштабів і видів забруднення.

Як правило, більшість пунктів включає кілька створів (вище і нижче від

місця скидання стічних вод), вертикалей (на стрижні й на відстані 3-5 м від берега) та горизонталей (поверхнева, глибинна) відбирання проб. Усього з урахуванням створів, вертикалей і горизонталей проби відбирають майже у 500 точках. Найбільша щільність пунктів спостережень у промислових районах, особливо на Дніпрі та його водосховищах, а також у Криму у зв'язку зі значною кількістю річок невеликої довжини. В середньому, на кожну річку, крім Дніпра, припадає 1-2 пункти спостережень, що забезпечує досить повну інформацію про їх екологічний стан. Особливу увагу приділено контролю якості води Дніпра та його водосховищ, середній водний стік якого становить 60 % загального водного стоку річок України.

У системі моніторингу Держводагентства України для прогнозування водозабезпечення галузей економіки і населення водою відповідної якості спостереження проводять на 125 річках, 34 водосховищах, 6 каналах, 32 зрошувальних системах, води яких використовуються для інтенсивного технічного і питного водопостачання (1995).

Постійні гідрохімічні та радіологічні спостереження проводяться у 223 створах, експедиційні спостереження за радіологічним станом водних ресурсів — у 619 створах. Радіологічний моніторинг здійснюється згідно з Законом України «Про статус території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» (1991).

Держводагентство України проводить також роботи з відомчого еколого-меліоративного моніторингу. Матеріали спостережень про існуюче положення та динаміку показників меліоративного стану зрошуваних та осушуваних земель використовуються для інформування сільськогосподарських та водогосподарських організацій. Ці матеріали включають дані про хімічний склад ґрунтових вод, які впливають на водосольовий режим ґрунтів та їх родючість.



## Список використаних джерел

1. ДСТУ 2730-94. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів "Якість природної води для зрошення К. : Держстандарт України, 1994. 14 с
2. Васенко О. Г., Вернієнко Г. А. Комплексне планування та управління водними ресурсами: Монографія. Київ: Інститут географії НАН України, 2001. 367 с.
3. Забокрицька М. Р. Хільчевський В. К., Манченко А. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України: Монографія. К. : Ніка-Центр, 2006. 184 с.
4. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р., Кравчинський Р. Л. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона: Навчальний посібник. К. : ПВЦ «Київський університет», 2015. 154 с.
5. Хільчевський В. К., Осадчий В. О., Курило С. М. Основи гідрохімії: підручник. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
6. Яцик А. В., Грищенко Ю. М., Волкова Л. А. та ін. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. закладів. К. : Генеза, 2007. 360 с.

**Для нотаток**

**Для нотаток**

Навчально-методичне видання

**Забокрицька Мирослава Романівна**

**Методичні рекомендації з вивчення  
забруднення поверхневих вод у курсі  
«Раціональне використання та охорона  
водних ресурсів»**

для студентів географічного факультету

*Редактор, верстка М. Р. Забокрицька*

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Обсяг 2,09 ум. друк. арк., 1,96 обл.-вид. арк.  
Наклад 100 пр. Зам. 93. Видавець і виготовлювач – Вежа-Друк  
(м. Луцьк, вул. Шопена, 12, тел. (0332) 29-90-65).  
Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України  
ДК № 4607 від 30.08.2013 р.