

**Яцик А.В., Грищенко Ю.М., Волкова Л.А., Пашенюк І.А.**

**ВОДНІ РЕСУРСИ:  
ВИКОРИСТАННЯ, ОХОРОНА,  
ВІДТВОРЕННЯ, УПРАВЛІННЯ**

**Підручник для студентів  
вищих навчальних закладів**

*Затверджено Міністерством освіти і науки України*

За редакцією академіка УААН,  
доктора технічних наук,  
професора, заслуженого діяча  
науки і техніки України  
**А.В. Яцика**

Київ – 2007

УДК 631.6  
ББК 26.22  
Я 93

*Затверджено Міністерством освіти і науки України  
як підручник для студентів вищих навчальних закладів  
(Лист № 1.4/18-Г-933 від 14.06.2007р.)*

*Рецензенти:*

**М.М. Гіроль**, доктор технічних наук, професор, Національний університет водного господарства та природокористування.

**П.І. Коваленко**, академік УААН, доктор технічних наук, професор, Інститут гідротехніки і меліорації Національної академії аграрних наук.

**В.Я. Шевчук**, доктор економічних наук, професор, Інститут законодавства Верховної Ради України.

**Яцик А.В**

**Я 93** Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. закладів / А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенюк. – К.: Генеза, 2007. -360 с.: іл.

ISBN 978-966-504-708-7

У підручнику викладено особливості формування водного господарства як галузі економіки. Дана класифікація водних ресурсів, характеристика їх запасів і розподіл. Розглянуті види водоспоживання, основні споживачі води, їх особливості та вимоги. Розглянуто види регулювання стоку, складання водогосподарських балансів та схем комплексного використання водних ресурсів, основні джерела забруднення водних ресурсів та заходи щодо запобігання негативного впливу води на навколишнє природне середовище. Наведені критерії та параметри цінності гідрологічних охоронних територій та об'єктів. Розглянуто досвід управління водними ресурсами в розвинених країнах і викладені рекомендації щодо запровадження басейнового принципу управління в Україні.

Підручник для студентів вищих навчальних закладів, наукових та інженерно-технічних працівників, спеціалістів усіх галузей економіки.

## Передмова

Люди всього світу поступово усвідомлюють, що відбувається глобальне забруднення навколишнього середовища, природні ресурси вичерпуються і особливо головний з них – вода.

Генеральна Асамблея Організації Об'єднаних Націй на своїй ще сорок сьомій сесії 6 листопада 1992 року, визначаючи роль водних ресурсів у забезпеченні сталого соціально-економічного розвитку суспільства, прийняла резолюцію, згідно з якою 22 березня кожного року відзначається Всесвітній день води. В іншому міжнародному документі [5] сказано, що „вода насичує (просякає) всі аспекти розвитку людини. Якщо людям відказано у чистій побутовій воді або її не досить як виробничого ресурсу, то їх вибір і свобода обмежені слабким здоров'ям, бідністю і приниженням”.

Згідно з даними ЮНЕСКО на сьогодні у світі понад 1, 5 мільярди людей не мають доступу до якісної питної води, а за прогнозами Всесвітньої метеорологічної організації до 2020 року з нестачею питної води може зіткнутися все населення землі.

Питна вода є однією з головних проблем ХХІ століття. З якістю питної води пов'язані стан здоров'я людей, екологічно безпечне харчування, вирішення проблем медичного і соціального благополуччя.

Вплив факторів людської діяльності проявляється неоднозначно і з різною інтенсивністю. Вилучення з річок частини стоку на господарсько-побутові, сільськогосподарські та промислові цілі, його регулювання і перерозподіл, скидання стічних і поворотних вод прямо впливає на режим, якість та об'єм стоку. Розорювання територій, агротехнічні, гідротехнічні та інші меліорації, вирубування лісів, застосування важкої сільгосподарської техніки безпосередньо впливають на зміни водно-фізичних властивостей ґрунтів, теплового і водного балансів, порушують взаємозв'язок поверхневих і підземних вод, їх хімічний склад. Інтенсивні засади ведення господарства потребували введення до кругообігу все нових і нових природних ресурсів у всезростаючих об'ємах, що призводило до нагромадження великих об'ємів відходів. Щоб вийти із стану екологічної кризи, необхідно змінити систему природокористування, у якій поруч з використанням мали б місце пріоритети охорони природи та відновлення природних ресурсів.

Водні ресурси України у сучасних умовах — один з головних лімітуючих факторів розвитку і розміщення продуктивних сил. Вони також у повній мірі визначають рівень життя і здоров'я населення. У цілому небезпечна екологічна ситуація, що склалася в Україні, особливо у галузі водного господарства, пов'язана з недоліками господарського планування, екстенсивним веденням господарства залишковим принципом виділення коштів на водоохоронні (і загалом на природоохоронні) цілі, низьким рівнем використання у водогосподарській практиці товарно-грошових відносин, недостатнім рівнем фінансування наукових досліджень у галузі водокористування, безконтрольним і без урахування місцевих умов розвитком енергетики, хімічної та металургійної промисловості.

Для підтримання природно-екологічної рівноваги в навколишньому природному середовищі і забезпечення сталого розвитку держави необхідне удосконалення управління використанням, охороною і відновленням водних ресурсів та беззастережне виконання екологічних вимог.

# 1. Водні ресурси

## 1.1. Що таке вода?

Вода (окис водню)  $H_2O$  — найпростіша стійка хімічна сполука водню з киснем (11, 19% водню і 88, 81% кисню за масою). За звичайних умов чиста вода – рідина без запаху, смаку і кольору (лише у шарі товщиною більш 2м – блакитна), основна складова гідросфери. Вода знаходиться в атмосфері (водяна пара і дуже дрібні водяні кульки – туман), входить до складу ґрунтів, а також багатьох мінералів і гірських порід, належить до найважливіших геологічних чинників. Вода – обов’язкова, невід’ємна складова частина тваринних і рослинних організмів.

Вода є середовищем існування гідробіонтів, які зустрічаються від плівки поверхневого натягу до максимальних глибин Світового океану (11км) і практично повністю входить до складу біосфери. Живі організми відіграють велику роль у кобігу води. Увесь об’єм гідросфери (близько 1,5 млрд. км<sup>3</sup>) проходить через живу речовину за 2 млн. років.

Після відкриття стабільних ізотопів кисню в 1929р. і дейтерію в 1932р. стало очевидно, що природна вода є сумішшю декількох видів води з різною молекулярною масою. Відомо три ізотопи водню:  $^1H$ ,  $^2H$  (дейтерій),  $^3H$  (тритій) і шість ізотопів кисню ( $^{14}O$ ,  $^{15}O$ ,  $^{16}O$ ,  $^{17}O$ ,  $^{18}O$ ,  $^{19}O$ ). Про вміст цих різновидів у природних водах можна судити з того, що 1 атом дейтерію приходить на 5-7 тисяч атомів звичайного ( $^1H$ ) водню, а надважкої, води ( $^3H$ ) всього 13-20 кг у всій воді планети.

Фізичні властивості води. Вода аномальна у відношенні багатьох фізичних властивостей. На відміну від більшості рідин з підвищенням температури питомий об’єм води зменшується, а густина збільшується, досягаючи мінімуму (відповідно максимуму) при 40С. Вище 40С питомий об’єм води з ростом температури підвищується (рис. 1.1). При замерзанні об’єм води збільшується на 10 %. Вода, лід, пара знаходяться у рівновазі при тиску 4, 6 мм рт. ст. і температурі 0,01000С. У відомих межах при збільшенні тиску температура плавлення води (льоду) зменшується (приблизно на 10 на кожні 130 атм).

При тиску більше 2000 атм. картина ускладнюється внаслідок поліморфізму льоду. Теплоємність води аномально велика (рис.1.2).

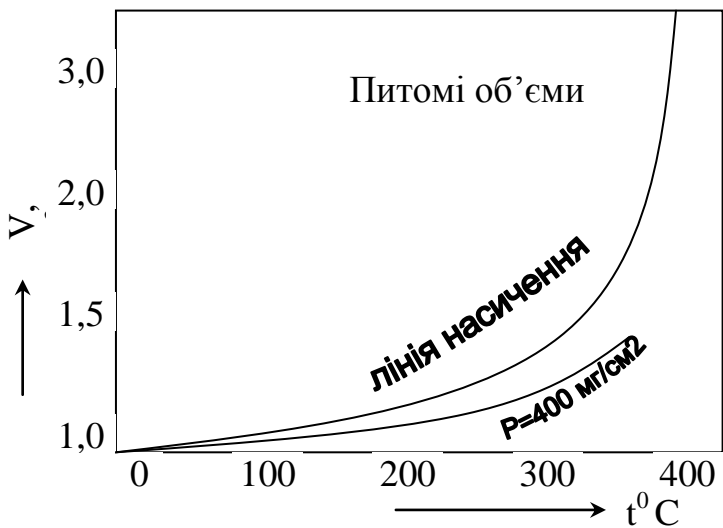


Рис. 1.1. Питомий об'єм води в залежності від температури

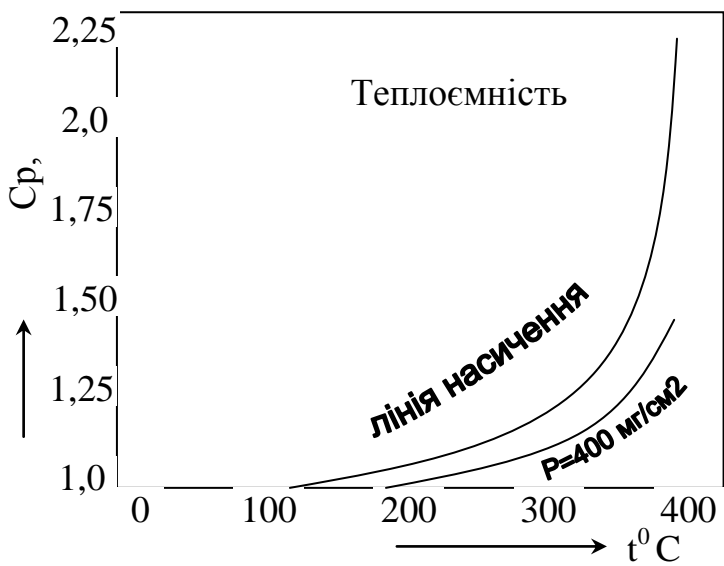


Рис. 1.2. Теплоємність води в залежності від температури.

При плавленні льоду теплоємність збільшується більш ніж удвічі, між тим як звичайно при плавленні твердих тіл вона змінюється незначно.

Теплопровідність води, на відміну від інших рідин, в діапазоні температур від 0 °С до 150 °С збільшується із підвищенням температури (рис.1.3). В'язкість води з ростом температури зменшується (рис. 1.4).

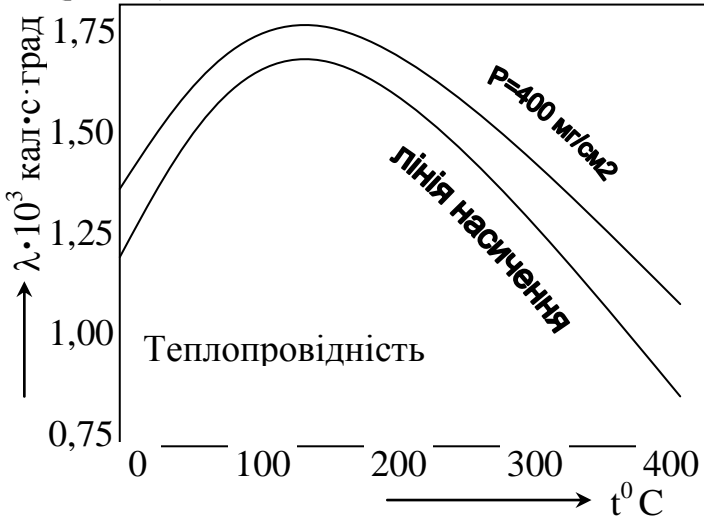


Рис. 1.3. Теплопровідність води в залежності від температури

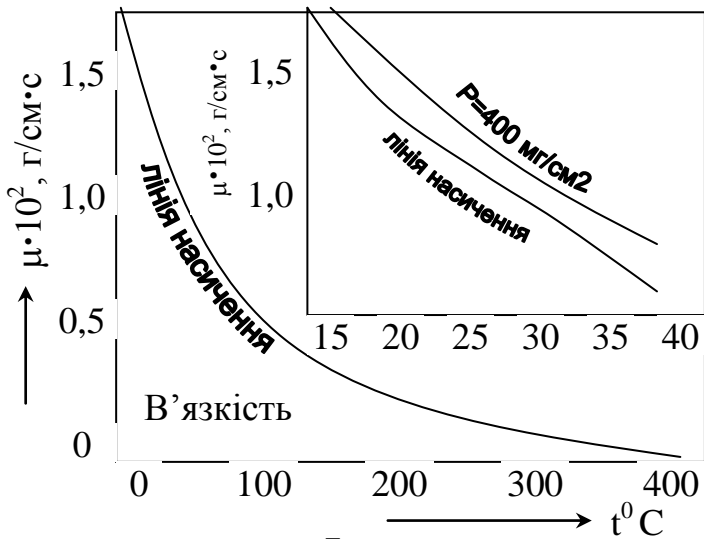


Рис. 1.4. В'язкість води в залежності від температури

Критична температура води  $374,15^{\circ}\text{C}$ ; критичний тиск  $225,65 \text{ кг/см}^2$ , критичний об'єм  $0,00326 \text{ м}^3/\text{кг}$ . Теплота пароутворення  $597,3 \text{ кал/г}$  (при  $0^{\circ}$ ) і  $539, 0 \text{ кал/г}$  (при  $100^{\circ}\text{C}$ ). Поверхневий натяг на межі вода - вологе повітря при  $20^{\circ}\text{C}$  лише дорівнює  $72,75 \text{ ерг/см}^2$  (рис.1.5).

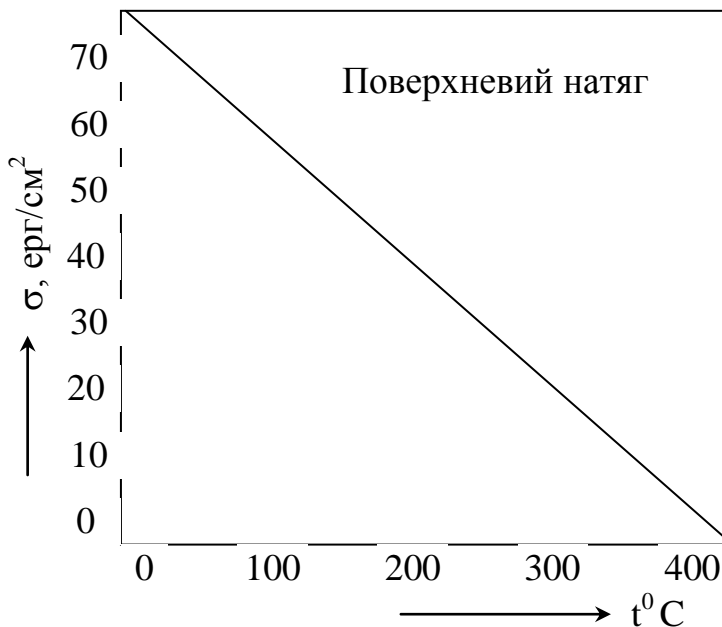


Рис. 1.5. Поверхневий натяг води в залежності від температури

Електропровідність найчистішої води при  $18^{\circ}\text{C}$  становить  $0,038 \cdot 10^{-6} \text{ ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ . Вода аномальна також у відношенні швидкості поширення акустичних коливань та деяких інших властивостей. Під впливом випромінювання різного типу (гамма-і рентгенівське, потоки, та інших заряджених часток, нейтронів) відбувається радіоліз (розпадання) води і утворюються вільні радикали  $\text{H}$ ,  $\text{OH}$  та  $\text{HO}_2$ , а також перекис водню і водень.

Аномалії властивостей води пов'язані з особливостями будови їх молекул і структури в різних агрегатних станах. Три ядра в молекулі води утворюють рівнобедрений трикутник з двома протонами в основі і киснем на вершині (рис. 1.6). Кожна молекула води має тенденцію до утворення водневих зв'язків з чотирма найближчими молекулами.



Це веде до утворення ажурної структури і обумовлює аномальні властивості води.

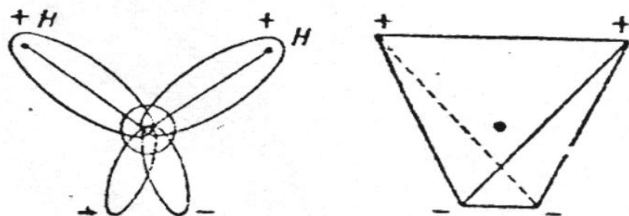


Рис. 1.6. Модель молекули води

**Хімічні властивості.** Внаслідок значної полярності, а також будові електронної оболонки молекули, вода – дуже реакційноздатна сполука. Вона легко реагує з багатьма хімічними елементами та їх сполуками. Вода може активно вступати у хімічні сполуки, утворюючи гідрооксиди; крім такої хімічної гідратації, коли молекула води зникає як така, можлива і кристалохімічна гідратація, при якій утворюються кристалогідрати. Широко поширені не визначені сполуки, які виникають, наприклад, у водних розчинах при взаємодії розчиненої речовини з водою. Лужні і лужноземельні метали при звичайній температурі реагують з водою, розкладаючи їх на водень та відповідний гідроксид. При високих температурах вода реагує майже зі всіма металами. Цим обумовлене явище корозії. Вода є найкращим розчинником для більшості сполук. Процес розчинення речовин як правило супроводжується явищами гідролізу і гідратації. При розчиненні у воді кислотних і лужних окислів утворюються відповідні кислоти і луги. Наявність хоча б слідів води необхідна для переважної більшості хімічних реакцій. Навіть сліди води різко змінюють багато фізичних властивостей речовин: температуру кипіння, плавлення, поверхневий натяг і т. д.

Природна вода завжди містить розчинені гази, мінерали, органічні та інші речовини.

Природну воду можна класифікувати за різними ознаками:

а) температурою  $^{\circ}\text{C}$ :

*холодні:*

переохолоджені – 0

дуже холодні – 0 -10

холодні — 10 - 20

**низькотермальні:**

теплі — 20 - 37

гарячі — 37 - 50

**високотермальні:**

дуже гарячі — 50 - 100

перегріті > 100

**б) місцем розташування:**

**метеорні** – атмосфера

**поверхневі** – океани, моря, озера, річки

**підземні** – земні надра

в) за різними видами стану у гірських породах:

**у вигляді пари** – знаходиться у незаповнених пустотах і порах порід, дуже рухома, може конденсуватись;

**гігроскопічна** – покриває тонкою плівкою частинки породи, міцно утримується молекулярними і електричними силами;

**плівка** – покриває частини породи більш товстою плівкою, може рухатись, але підкоряється силі тяжіння;

**гравітаційна або вільна** – підкоряється силі тяжіння і передає гідростатичний тиск. Це, зокрема, капілярна вода, яка може підійматись всупереч гравітації, наприклад, у легких глинах на висоту до 12 м, правда, за дуже довгий час (біля року);

**у формі льоду** – заповнює тріщини в породах або залягає у формі пластів

г) вмістом розчинених речовин, г/л:

**прісні** - <1

**мінералізовані** – 1 - 25

**з морською солоністю** – 25 - 50

**розсоли** - > 50

д) ступенем забрудненості виділяють шість класів якості води (Єдині критерії якості вод.-М., 1982):

**1-й клас** – вода дуже чиста. Застосовується у всіх галузях економіки без попередньої підготовки, для питного водоспоживання із знезаражуванням.

**2-й клас** — вода чиста. Питне водоспоживання вимагає досить складної водопідготовки (хлорування), в інших галузях така вода застосовується, як правило без попередньої підготовки.

**3-й клас** — дуже незначно забруднена. Для питних і інших виробничих цілей вимагає складної підготовки (стандартна очистка), в деяких випадках (зрошення, охолодження і ін.) підготовка непотрібна.

**4-й клас** – незначно забруднена. Вода навіть після підготовки непридатна для питного водопостачання, риборозведення, цілей рекреації, при використанні для інших виробничих цілей вимагає дуже складної підготовки. Придатна тільки із спеціальною очисткою у випадку техніко – економічної доцільності.

**5-й клас** - сильно забруднена. Може лише умовно застосовуватись для зрошення і охолодження, але непридатна для інших цілей.

**6-й клас** – дуже сильно забруднена. Практично не може застосовуватись для використання за виключенням судноплавства і лісосплаву.

## 1.2 Загальні відомості та основні поняття

Всі води (водні об'єкти) на території України, як зазначено у Водному кодексі України, є водним фондом країни. До цього фонду належать: 1) поверхневі води: природні водойми (озера), водотоки (річки, струмки), штучні водойми (водосховища, ставки) і канали; інші водні об'єкти; 2) підземні води та джерела; 3) внутрішні морські води та територіальне море.

Відповідно до ст.5 Водного кодексу України водні об'єкти поділяють на водні об'єкти загальнодержавного і місцевого значення.

До водних об'єктів загальнодержавного значення належать:

- 1) внутрішні морські води і територіальне море;
- 2) підземні води, які є джерелом централізованого водопостачання;
- 3) поверхневі води (озера, водосховища, річки, канали, а також притоки всіх порядків, що розташовуються і використовуються на території більш як однієї області);

**4) водні об'єкти у межах природно–заповідного фонду загальнодержавного значення, а також віднесені до категорії лікувальних.**

До водних об'єктів місцевого значення належать:

- 1) поверхневі води, що розташовуються і використовуються в межах однієї області і які не віднесені до об'єктів загальнодержавного значення;

- 2) підземні води, які не можуть бути джерелом централізованого водопостачання.

Води річок, озер, каналів, водосховищ, морів і океанів, води підземні, ґрунтові, льодовиків, водяна пара атмосфери, які придатні для використання в народному господарстві, є **водними ресурсами**.

Оскільки об'єм підземної води, що використовується і води, що є в озерах, є відносно невеликим, тому до водних ресурсів великих територій і держав включають лише величину стоку річок за рік. Для окремих же регіонів та економічних районів оцінка водних ресурсів здійснюється з врахуванням запасів підземних вод і вод, акумульованих в озерах.

Необхідно зробити деякі застереження відносно запасів підземних вод. У гідрогеології розрізняють поняття „запаси” і „ресурси”. Під терміном **„ресурси”** розуміють ту кількість підземних вод і підземного стоку, яка забезпечується живленням у процесі кругообігу води, що відбувається на земній кулі (природні ресурси підземних вод), а термін **„запаси”** застосовується для характеристики загального об'єму підземних вод у земній корі у межах району, що розглядається. Експлуатаційними ресурсами підземних вод називають витрату підземних вод, яка може забезпечити водоспоживання на протязі необмежено тривалого часу при дотриманні норм у відношенні якості води. Внаслідок того, що при відкачуванні знижується рівень підземних вод, посилюється фільтрація води з інших водоносних горизонтів, зменшується випаровування з поверхні ґрунтових вод та ін., експлуатаційні ресурси підземних вод перевищують природні ресурси.

При раціональному використанні водні ресурси безперервно відновлюються у процесі кругообігу води на землі. Виснаження водних ресурсів внаслідок втрати їх якості являє більшу загрозу, ніж їх кількісне виснаження. Один кубічний метр неочищених стічних вод забруднює і робить непридатним 40-50 м<sup>3</sup> природної річкової води.

Водні ресурси земної кулі наведені в таблиці 1.1. Практичний інтерес для задоволення потреб людей становлять води річок. Їх одномоментний об'єм дуже малий, однак у кругообігу вологи він відтворюється протягом року в середньому приблизно 23 рази і в зв'язку з цим оцінюється у 47 тис. км<sup>3</sup> на рік, або при вираженні через шар стоку — 315 мм і через модуль стоку — 10 л/с з 1 км<sup>2</sup>. Величина річкового стоку суттєво змінюється по території: від 10-20 мм/рік в аридних районах до 9000 мм/рік і більше в окремих дуже зволжених районах.

Таблиця 1.1

**Об'єм води і активність водообміну різних частин гідросфери Земної кулі**

Частина гідросфери	Об'єм води, тис.км <sup>3</sup>	Частка від об'єму, %		Тривалість умовного водообміну
		всіх вод	прісних вод	
Світовий океан	1338000	96,5*	—	2500 років
Підземні води	23700	1,72*	30,9*	1400 — 10000 років
Льодовики	26064	1,74*	68,7	9700 років
Озера	176	0,013	0,26	17 років
Ґрунтова волога	16,5	0,001	0,05	1 рік
Води атмосфери	12,9	0,001	0,037	8 діб
Болота	11,5	0,0008	0,033	5 років
Водосховища	6,0	0,0004	0,016	0,5 роки
Річки	2,0	0,0002	0,006	16 діб
<b>Разом:</b>	<b>1388000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	—

\* — округлені дані

При оцінці водних ресурсів басейнів річок, окремих територій необхідно враховувати, що річкові водні ресурси складаються з двох нерівноцінних різних за походженням частин: підземної і поверхневої. Перша постійна, стабільна і тому, як правило, не вимагає регулювання. Разом з тим вона в цілому характеризує відновлювальні запаси підземних вод зони активного водообміну. Глибинні підземні води, що містяться нижче рівня дронування річками, беруть незначну участь у сучасному кругообігу води, мають застійний характер і тому найчастіше мінералізовані, іноді сильно. Поверхнева частина річкового стоку дуже мінлива і для використання, як правило, потребує регулювання.

Валове зволоження територій взагалі характеризує річний відновлюваний запас ґрунтової вологи.

Теоретично водні ресурси невичерпні, оскільки вони відновлюються в процесі колообігу. Ще не так давно вважалося, що води на землі так багато, що, за винятком окремих посушливих районів, людям не слід турбуватись про її недостачу. Однак, це не так. Зростання потреби у воді таке велике, що все частіше виникає проблема води, особливо чистої води.

Господарська діяльність змінює природні гідрометеорологічні, гідрологічні, гідрохімічні, гідрогеологічні, гідробіологічні та інші процеси, в яких бере участь вода. Одним з основних видів антропогенного впливу на стан і режим водних об'єктів і водних ресурсів є промислове, сільськогосподарське і комунальне водопостачання та скид стічних відпрацьованих вод у водні об'єкти; характер землеробства, регулювання стоку та ін.

Слід нагадати, що поняття „якість водних ресурсів”, або „якість води”, є неповним і непостійним. Тому визначення терміну „водні ресурси” (якщо у визначенні зазначається „придатні для використання”) теж є неповним і непостійним. Мимоволі виникають запитання: якої води, для чого, з якою метою? Для пиття чи для зрошення, для рибного господарства чи для охолодження якихось (але певних) агрегатів. Іншими словами, зміст терміну змінюється залежно від мети використання води. У водогосподарській практиці переважає споживчий (господарський) підхід до оцінки якості води. При цьому водні об'єкти розглядаються і характеризуються не як елементи, блоки природного середовища, біосфери, а як джерела водних і біологічних ресурсів для господарського використання.

Доцільно було б розглянути стан водних ресурсів з позицій водної екології. Це вимагає зміни ідеологічних уявлень і пов'язаних зі зміною понять про місце людини та її діяльності в екосистемі планети. Слід твердо розуміти, що стан водних об'єктів і водних ресурсів тісно пов'язані із станом водозборів, іншими словами, ґрунтів, лісів, атмосферного повітря. Тому оцінювати стан водних екосистем можна лише у сукупності з оцінкою стану всієї території водозбору, області, регіонів.

Певною мірою на стан водних ресурсів окремих регіонів світу впливає зміна клімату (зокрема внаслідок парникового ефекту): яка може спричинити виникнення чи розширення аридних зон. Однак ні

ймовірність, ні масштаби цих процесів сьогодні достовірно ще не можуть бути оцінені.

Таким чином, кількісне виснаження і „якісне виснаження” водних ресурсів – це дві сторони проблеми.

Забруднення води призводить до зміни екосистеми річки, але при зменшенні забруднення екосистема відновиться. Це відбувається до певної межі забруднення. Після досягнення такої межі екосистема не відновлюється. Самоочищення і самовідновлення стає неможливим тому, що змінився склад екосистеми.

Для самоочищення і самовідновлення природі ще до досягнення критичної межі забруднення необхідний певний час, а інтенсивність людської діяльності не дає цього часу екосистемам водних об'єктів. Уже сьогодні третина населення землі відчуває нестачу питної води. Багато розмов (і публікацій) про раціональне водокористування, про охорону вод і т.п. Але якість води у природі формується в основному гідробіонтами, які відповідно до гідрологічного і гідробіологічного режимів водного об'єкту створюють складну екосистему. Створюючи необхідні умови існування водних організмів, людина практично завжди матиме воду оптимальної якості, що в свою чергу дасть змогу протягом необмеженого часу використовувати її безперервно у формі ресурсообороту [23]. Створення таких умов неможливе без зміни ставлення до інших сторін діяльності людей на всій території водозбору. Отже, щоб створити сприятливі умови у воді річки (водного об'єкту) для розвитку тих гідробіонтів, які будуть очищати воду і які самі не забруднюватимуть воду, необхідно вести сільське господарство таким чином, щоб у річки не потрапляли біогенні елементи, хімікати та органічні залишки функціонування тваринництва, щоб не скидались забруднені промисловістю і комунальним господарством стоки, не викидались у повітря сотні тисяч тонн сполук сірки, азоту, вуглецю тощо, які потім падають на поверхню землі у вигляді різних кислот, солей та інших сполук і зрештою потрапляють у річку. Крім того, щоб створити нормальні умови для нормального розвитку бажаних гідробіонтів, треба створити певні гідробіологічні умови, зокрема не перетворювати річки з текучою водою у стоячі води.

Крім понять „водний фонд” і „водні ресурси” необхідно чітко усвідомити наступні поняття, які вживатимуться далі.

**Басейн річки (озера)** – частина суші, з якої відбувається природний стік води в річку (річкову систему), басейн річки (озера)

складається з поверхневого та підземного водозборів. Ототожнення розмірів басейну річки і поверхневого водозбору може мати певні похибки для малих річок і для більших річок із певними геологічними умовами, які забезпечують міжбасейновий водообмін.

**Внутрішні морські води** – морські води, звернені в бік берегів від вихідних ліній, що прийняті для відрахування ширини територіального моря.

**Води територіальні** – частка морської акваторії, яка знаходиться під юрисдикцією прибережної держави.

**Води трансграничні** – водні об'єкти, які утворюють або перетинають кордони двох або більше країн.

**Водойма** – безстічний або із сповільненим стоком поверхневий водний об'єкт (озеро, водосховище, ставок, копань).

**Водокористування** – термін має три формулювання, значення яких залежить від контексту:

1. Використання води без вилучення її з річки чи водойми. До водокористувачів належать гідроенергетика, водний транспорт, рибне господарство, рекреації, тощо. Водокористування не можна розглядати у відриві від водоспоживання.

2. Використання водних об'єктів для задоволення будь-яких потреб населення і економіки.

3. Сукупність усіх форм і видів використання водних ресурсів у загальній системі природокористування.

**Економічні збитки** визначаються об'ємом втраченої промислової та сільськогосподарської продукції, зниженням терміну використання обладнання і конструкцій, тощо. Схема формування економічних збитків внаслідок забруднення водного об'єкту при скидах у поверхневі води стічних вод наведена на рис.1.7.

**Землі водного фонду** – землі, зайняті: морями, річками, озерами, водосховищами, іншими водоймами, болотами, а також островами; прибережними захисними смугами вздовж морів, річок та навколо водойм; гідротехнічними, іншими водогосподарськими спорудами та каналами, а також землі, виділені під смуги відведення для них; береговими смугами водних шляхів.

**Комплексне використання водних ресурсів (КВВР)** – одночасне використання водних ресурсів для задоволення потреб населення і різних галузей економіки на певній території або водному об'єкті.



**Моральні збитки** — спостерігаються внаслідок зниження оздоровчої, естетичної та спортивної цінності водного об'єкту та його берегової смуги.

**Раціональне використання водних ресурсів** – це всебічно науково обгрунтоване використання вод, яке забезпечує оптимальний економічний ефект для суспільства при обов'язковому дотриманні вимог водного законодавства щодо їх охорони.

Недотримання умов комплексного та раціонального використання водних ресурсів наносить галузям економіки як прямі так і опосередковані збитки. Збитки можуть бути економічними, фізичними або моральними.

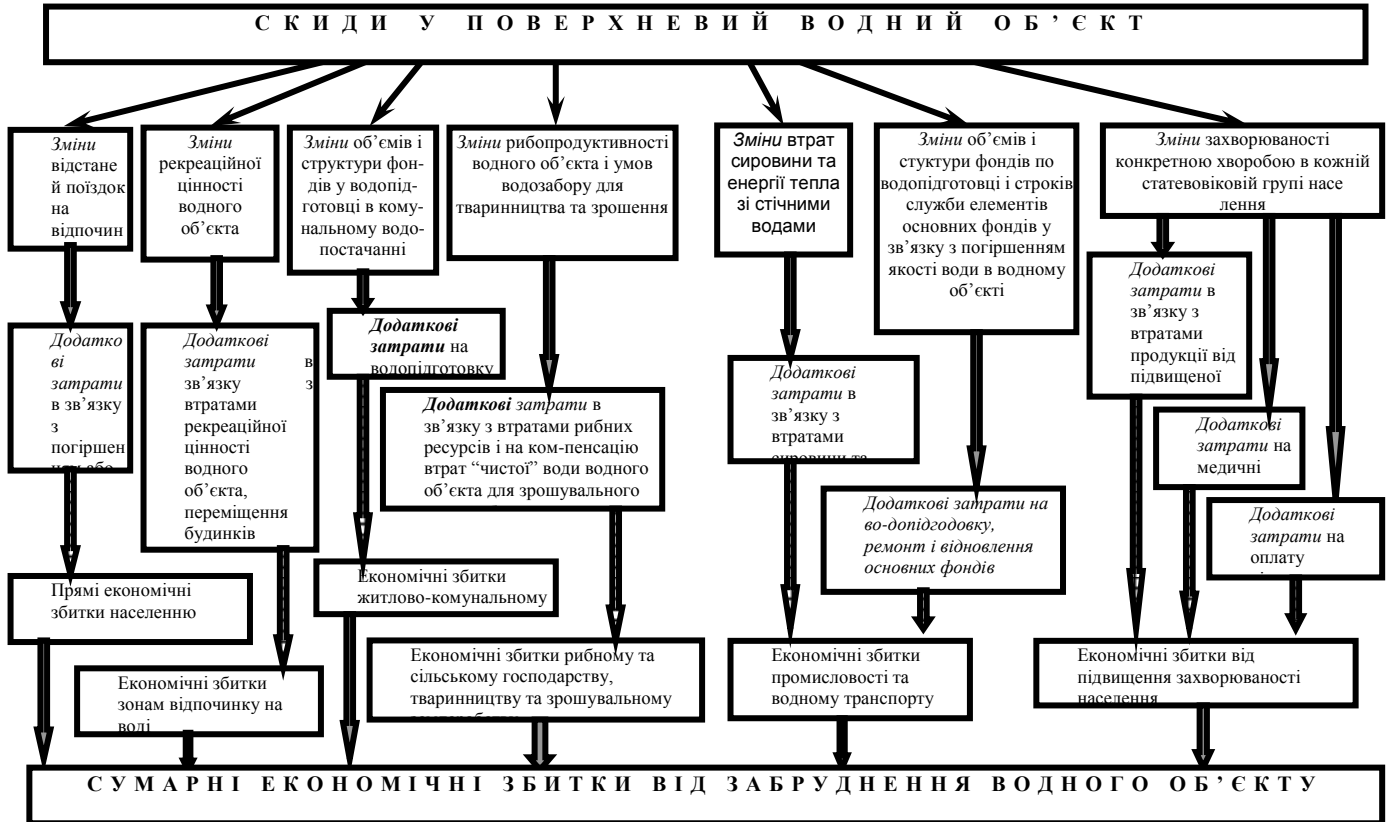


Рис. 1.7. Схема формування прямих екологічних збитків

**Фізичні збитки** — визначаються погіршенням санітарних та соціально-гігієнічних умов життя населення, яке користується недоброякісною водою.

**Територіальне море** — прибережні морські води завширшки 12 морських миль, що відраховуються у відповідності з нормами міжнародного права і законодавства України.

### 1.3. Колообіг води в природі

Колообіг води в природі — це безперервний замкнутий процес циркуляції води на земній кулі. Він відбувається під впливом сонячного випромінювання і дії сили тяжіння. Під впливом сонячної радіації з поверхні морів і океанів, які займають близько 71% площі планети, щороку випаровується величезна кількість води — 505 тис. км<sup>3</sup>. З поверхні суходолу випаровується 72 тис. км<sup>3</sup> щороку. Вода, що випарувалась з поверхні океанів, морів і суходолу, в атмосфері конденсується і випадає у вигляді опадів. Річна сума опадів, які випадають на поверхню океану, становить 458 тис. км<sup>3</sup>, що менше випаровування. Різниця в 47 тис. км<sup>3</sup> переноситься повітряними течіями на континенти і острови, формує річки, озера, льодовики та підземні води і цим створює умови для розвитку довкілля і господарської діяльності людей. Такий же об'єм води повертається протягом року в океан у вигляді стоку річок (близько 45 тис. км<sup>3</sup>) і стоку підземних вод, що не дренуються річками (близько 2 тис. км<sup>3</sup>).

Зволоженість різних районів земної кулі неоднакова внаслідок загальної циркуляції атмосфери, що зумовлено нерівномірним нагріванням океанів і континентів та різними умовами випаровування і конденсації вологи. Тому одні райони постійно надмірно зволожені, інші — посушливі.

Опади, які випали на суходіл, стікають у вигляді струмків і річок, частково поповнюють підземні води, а частково знову випаровуються, щоб випасти у вигляді дощу чи снігу. На шляху від океану в глиб материка процес "випаровування — опади — випаровування" повторюється багато разів (рис.1.8). Це місцеві, або внутрішньоматерикові колообіги води. Чим їх більше, тим вологіший клімат місцевості і тим далі волога проникає на материк. Зрештою вода, яка повітряними течіями була принесена з океану на суходіл, знову досягає океану, завершуючи великий колообіг води.

Деяка незначна частина водяної пари, яка надходить з поверхні океану, випадає у вигляді опадів на безстічні області суходолу. Тут існують самостійні водообіги. Особливість водообміну безстічних областей з океану полягає в тому, що вода із безстічних територій потрапляє в нього не завдяки безпосередньому стоку, а шляхом перенесення вологи у вигляді пари повітряними потоками.

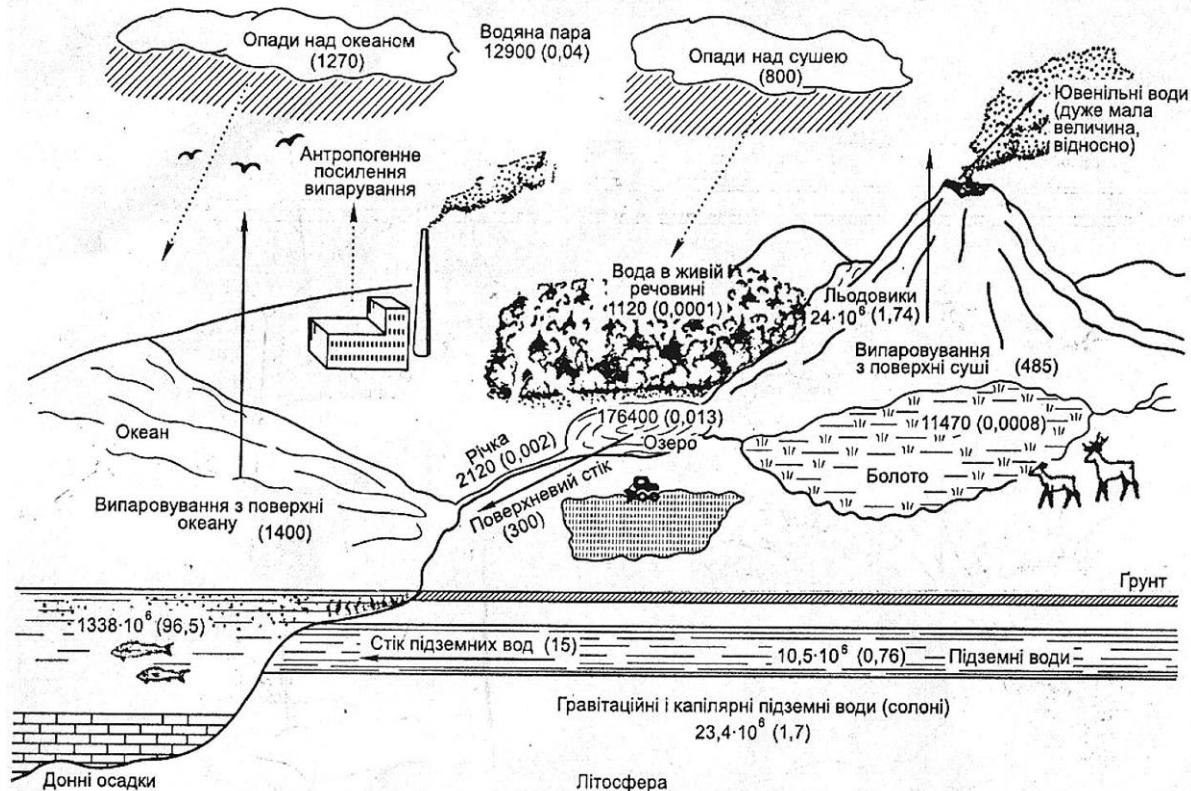


Рис. 1.8. Колообіг води (в мм) і кількість води в кожному резервуарі (в  $\text{км}^3$ , у дужках – відсоток від світових запасів)

## 1.4. Рівняння водного балансу

Це математичний вираз, який визначає співвідношення між кількістю води, що надходить за якийсь час у певний контур (наприклад, річковий басейн), і кількістю води, що виходить за його межі з урахуванням зміни запасів води в об'ємі, обмеженому цим контуром (наприклад, вододілом).

Прибуткова частина рівняння водного балансу в об'ємі, обмеженому довільним контуром, складається з атмосферних опадів  $X$ , конденсації вологи у межах цього об'єму  $Z$ , підземного припливу  $W$  і поверхневого припливу. Витрачати вологу з цього об'єму може випаровуванням з поверхні води, снігу, ґрунту, рослинного покриву і транспірації  $Z_2$ , підземного відпливу води  $W_2$  і поверхневого відпливу води  $Y_2$ . Перевищення прибуткової частини балансу над витратною спричинить збільшення запасів вологи  $U_2$ ; обернене співвідношення, очевидно, може бути лише за рахунок зменшення запасів вологи  $U_1$  у цьому разі загальне рівняння балансу вологи для довільного контуру і довільного проміжку часу записують у вигляді:

$$X=(Y_2-Y_1)+(Z_2-Z_1)+(W_2-W_1)+(U_2-U_1) \quad (1.1)$$

або, об'єднуючи результати дії прямопротилежних чинників (випаровування — конденсація, приплив — відплив, прибування води — втрата води), можна записати:

$$X=Y+Z\pm W\pm U \quad (1.2)$$

Стосовно окремих випадків цей загальний вираз може істотно змінюватись. Так для достатньо великих водозборів можна знехтувати підземним припливом і підземним стоком. Для багаторічного періоду зміна запасів вологи у межах річкових водозборів коливається біля деякого середнього значення і тому не розглядається у підсумковому балансовому співвідношенні для такого проміжку часу. При застосуванні рівняння водного балансу до невеликих періодів часу і до умов малої зміни вологи об'єму, що розглядається, може відігравати суттєву роль конденсація.

## 1.5. Водні ресурси України та їх використання

### 1.5.1. Ресурси річкового стоку і підземних вод

Водні ресурси України складаються із стоку річок та прісних підземних вод. Місцевий річковий стік, тобто той, що формується в межах країни, у середній за водністю рік становить  $52,4 \text{ км}^3$ . З урахуванням притоку із суміжних країн середній багаторічний

річковий стік сягає 87,1 км<sup>3</sup>, а при врахуванні стоку Дунаю по Кілійському рукаву ця величина зростає до 209,8 км<sup>3</sup>.

Прогнозні ресурси підземних вод України оцінені в кількості 22,5 км<sup>3</sup>/рік, або 61,7 млн.м<sup>3</sup>/добу, з них гідравлічно не зв'язаних з річковим стоком — лише 7 км<sup>3</sup>/рік (19 млн.м<sup>3</sup>/добу) [12, 25]. Таким чином, сумарні водні ресурси у середній за водністю рік оцінюються в 94,1 км<sup>3</sup>, у маловодний рік — 77,2, а в дуже маловодний — 59,4 км<sup>3</sup> (табл. 1.2).

У розрахунку на 1 км<sup>2</sup> площі країни середній місцевий стік становить 86,8 тис.м<sup>3</sup>/рік, а у розрахунку на одного жителя — близько 1 тис.м<sup>3</sup>/рік. У дуже маловодний рік ці цифри дорівнюють відповідно 49,2 і 0,61. Це свідчить про те, що Україна належить до недостатньо забезпечених водою країн (див. табл. 1.3 і 1.4). Розподіл річкового стоку по території України дуже нерівномірний. Це відповідає територіальному розподілу атмосферних опадів і сумарного випаровування (див. додатки 1-5). Найменше водних ресурсів формується там, де зосереджені найбільші водоспоживачі — Донбас, Криворіжжя, Крим, південні області.

Характерною особливістю основної складової водних ресурсів країни — річкового стоку — є його нерівномірність на протязі року і з року в рік. За особливостями внутрірічного розподілу річкового стоку територія України поділяється на 16 районів (див. додатки 6 і 7) Спільним для всіх цих районів є те, що скрізь більша частина річного стоку формується під час весняної повені — від 60 – 70 % на півночі та північному сході до 80 – 90 % на півдні України.

**Таблиця 1.2**

Водні ресурси України, км<sup>3</sup>

Вид ресурсів	Ресурси за рік			Водозабезпеченість території в дуже маловодний рік, тис.м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>
	середній за водністю	маловодний	дуже маловодний	
Місцевий річковий стік	52,4	41,4	29,7	49,2
Приплив із суміжних територій	34,7	28,8	22,9	37,9
Підземні води, що гідравлічно не зв'язані з річковим стоком	7,0	7,0	7,0	11,6
Сумарні ресурси	94,1	77,2	59,4	98,4

Таблиця 1.3

## Водні ресурси річкового стоку областей України

Область	Площа, тис. км <sup>2</sup>	Населення, тис. чол	Водні ресурси, км <sup>3</sup>					
			Середні багаторічні		75% забезпеченості		95% забезпеченості	
			місцеві	сумарні	місцеві	сумарні	місцеві	сумарні
Україна	603,7	48457	52,4	87,1	41,4	71,7	29,7	55,9
АР Крим	27,0	2413,2	0,91	0,91	0,65	0,65	0,43	0,43
Вінницька	26,5	1772,4	2,47	11,0	1,83	8,46	1,16	5,96
Волинська	20,2	1060,7	2,18	4,05	1,49	2,92	0,94	1,91
Дніпропетровська	31,9	3567,6	0,87	53,0	0,40	42,8	0,14	32,5
Донецька	26,5	4841,1	1,02	4,40	0,55	2,92	0,24	1,70
Житомирська	29,9	1389,5	3,15	3,71	1,97	2,36	1,05	1,28
Закарпатська	12,8	1258,3	7,92	13,3	6,21	10,5	4,47	7,29
Запорізька	27,2	1929,2	0,62	53,0	0,30	42,8	0,13	33,1
Івано- Франківська	13,9	1409,8	4,59	9,40	3,34	7,03	2,17	4,77
Київська	28,9	4439,2	2,04	46,4	1,31	37,3	0,76	28,8
Кіровоградська	24,6	1133,1	0,95	50,2	0,55	40,5	0,27	31,3
Луганська	26,7	2546,2	1,46	5,09	0,86	3,35	0,45	2,00
Львівська	21,8	2626,5	4,92	5,55	3,73	4,25	2,66	3,00
Миколаївська	24,8	1264,7	0,57	4,00	0,33	2,78	0,16	1,71
Одеська	33,3	2469,0	0,35	12,9	0,17	10,1	0,076	7,41
Полтавська	28,8	1630,1	1,94	51,5	1,31	41,6	0,76	31,6
Рівненська	20,1	1173,3	2,33	7,00	1,79	5,33	1,27	3,56



## Продовження таблиці 1.3

Сумська	23,8	1299,7	2,45	5,79	1,75	4,13	1,15	2,71
Тернопільська	13,8	1142,4	1,81	7,26	1,44	5,69	1,05	4,10
Харківська	31,4	2914,2	1,66	3,41	1,14	2,35	0,71	1,50
Херсонська	28,5	1175,1	0,14	54,4	0,06	42,8	0,02	32,0
Хмельницька	20,6	1430,8	2,14	9,82	1,58	7,56	1,06	5,32
Черкаська	20,9	1402,9	1,01	47,4	0,69	38,3	0,41	29,1
Чернівецька	8,1	922,8	1,23	10,1	0,86	7,86	0,49	5,60
Чернігівська	31,9	1245,3	3,45	29,57	2,66	24,28	1,95	19,42

Таблиця 1.4

## Забезпеченість місцевим річковим стоком областей України

Область	Річковий стік, тис.м <sup>3</sup> /рік					
	середній рік		в рік 75 % забезпеченості		в рік 95 % забезпеченості	
	на 1 км <sup>2</sup>	на 1 чол.	на 1 км <sup>2</sup>	на 1 чол.	на 1 км <sup>2</sup>	на 1 чол.
Україна	86,8	1,08	68,6	0,85	49,2	0,61
АР Крим	33,7	0,38	24,07	0,27	15,92	0,18
Вінницька	93,2	1,39	69,1	1,03	43,8	0,65
Волинська	107,9	2,06	73,8	1,4	46,5	0,89
Дніпропетровська	27,3	0,24	12,53	0,11	4,38	0,04
Донецька	38,5	0,21	20,8	0,11	0,05	0,05
Житомирська	105,4	2,27	65,9	1,42	35,1	0,76

Продовження таблиці 1.4

Закарпатська	618,7	6,29	485,2	4,94	349,2	3,55
Запорізька	22,8	0,32	11,03	0,16	4,78	0,07
Івано-Франківська	330,2	3,26	240,3	2,37	156,1	1,54
Київська	70,6	0,46	45,3	0,29	26,3	0,17
Кіровоградська	38,6	0,84	22,4	0,48	10,97	0,24
Луганська	54,7	0,57	32,2	0,34	16,9	0,18
Львівська	225,7	1,87	171,1	1,42	122,0	1,01
Миколаївська	23,2	0,45	13,4	0,26	6,5	0,13
Одеська	10,5	0,14	5,1	0,07	2,28	0,03
Полтавська	67,4	1,19	45,5	0,8	26,4	0,47
Рівненська	115,9	1,98	89,1	1,52	63,2	1,08
Сумська	102,9	1,88	73,5	1,35	48,3	0,88
Тернопільська	131,2	1,58	104,3	1,26	76,1	0,92
Харківська	52,9	0,56	36,3	0,39	22,6	0,24
Херсонська	4,91	0,12	2,1	0,05	0,7	0,02
Хмельницька	103,9	1,5	76,7	1,1	51,5	0,74
Черкаська	48,3	0,72	33,0	0,49	19,6	0,29
Чернівецька	151,8	1,33	106,2	0,93	60,5	0,53
Чернігівська	108,2	2,77	83,4	2,14	61,1	1,57

Дуже нерівномірно розподілені по території України і запаси підземних вод: 65% ресурсів зосереджено в Дніпровсько-Донецькому та Волино-Подільському артезіанських басейнах (північна і північно-західна частина України), Причорноморський артезіанський басейн та інші гідрогеологічні райони мають менш сприятливі умови формування підземних вод. У розрахунку на одну людину найбільша кількість підземних вод (5,54 м<sup>3</sup>/добу) приходиться на Чернігівську область, а найменша (0,28-0,43 м<sup>3</sup>/добу) — на Одеську, Дніпропетровську, Кіровоградську, Донецьку, Миколаївську, Житомирську та Вінницьку область (табл 1.5).

Найбільша кількість прогнозних ресурсів підземних вод приурочена до басейнів Дніпра (61 %), Сіверського Дінця (12 %) і Дністра (9 %). З останніх 18 % 4,6 % — це басейни річок Приазов'я і 0,5 % — басейни межиріччя Дністер-Південний Буг.

Розвіданість перспективних ресурсів підземних вод змінюється від 90 % в басейнах річок Криму до 14 % в басейнах річок Приазов'я. У басейні Дніпра ці ресурси розвідані лише на 20 %, в басейнах Дністра, Південного Бугу і Сіверського Дінця — відповідно на 27,30 і більше 49 %.

Всього в Україні розвідано і затверджено 371 родовище підземних вод, які включають 977 ділянок. Сумарні розвідані експлуатаційні ресурси підземних вод становлять 5,7 млрд. м<sup>3</sup>/рік (15,7 млн. м<sup>3</sup>/добу), або 25 % від прогнозних ресурсів підземних вод.

У 2003 році забір підземних вод становив 2,6 млрд. м<sup>3</sup>/рік (7,1 млн. м<sup>3</sup>/добу), що складає 11 % від їх прогнозних ресурсів та 45 % від експлуатаційних запасів. Таким чином, в Україні є резерви прісних підземних вод, які можна залучити для поліпшення питного водопостачання.

На рівні 2002-2003 рр. підземні води забезпечують приблизно 14 % загального водоспоживання в державі. Для добування підземних вод сродуджено більше 110 тис. свердловин, частина яких об'єднана в групові водозабори (449). Для забору вод першого водоносного (грунтового) горизонту існує понад 1,9 млн. шахтних колодязів переважно у сільській місцевості. Експлуатується понад 2 тис. джерел, які мають велике значення для водопостачання окремих районів (переважно в Гірському Криму).

Найбільшою мірою підземні води використовуються для питного водопостачання населення міст і селищ міського типу в Луганській, Волинській, Закарпатській, Житомирській, Кіровоградській,

Таблиця 1.5

**Прогнозні ресурси, експлуатаційні запаси та загальне використання підземних вод  
станом на 01.01.1998 р і 01.01.2004 р.**

Область	Прогнозні ресурси, млн.м <sup>3</sup>	Експлуатаційні запаси		Забір підземних вод, млн.м <sup>3</sup>		Використання підземних вод, %			
		Кількість родовищ підземних вод	Запаси млн. м <sup>3</sup>	Станом на 01.01.1998 р.	Станом на 01.01.2004 р.	від експлуатаційних запасів		від прогнозних ресурсів	
						Станом на 01.01.1998 р.	Станом на 01.01.2004 р.	Станом на 01.01.1998 р.	Станом на 01.01.2004 р.
Вінницька	323,1	44	47,8	45	27	94	56	14	8
Волинська	944,0	19	124,1	78	64	63	52	8	7
Дніпропетровська	399,0	20	252,9	153	177	60	70	38	44
Донецька	899,4	86	384,7	153	473	40	123	17	53
Житомирська	229,4	36	75,2	50	29	66	39	22	13
Закарпатська	394,8	15	123,7	59	41	48	33	15	10
Запорізька	566,0	24	114,2	68	57	60	50	12	10
Івано-Франківська	275,3	22	99,6	31	10	31	10	11	4
Київська	1538,6	92	709,6	173	135	24	19	11	9

Продовження таблиці 1.5

Кіровоградська	147,7	36	79,9	37	45	46	56	25	30
Луганська	1748,4	62	653,7	364	494	56	76	21	28
Львівська	1330,1	56	482,9	191	204	40	42	14	15
Миколаївська	161,2	11	28,8	31	18	107	62	19	11
Одеська	268,9	30	124,5	51	36	41	29	19	13
Полтавська	1565,4	39	294,6	ПО	95	37	32	7	6
Рівненська	1315,0	30	165,0	74	53	45	32	6	4
Сумська	1252,8	24	211,0	98	69	46	33	8	5
Тернопільська	805,2	15	96,0	58	42	60	44	7	5
Харківська	1500,1	32	376,7	104	70	28	19	7	5
Херсонська	1814,3	31	336,9	170	81	50	24	9	4
Хмельницька	716,8	43	159,1	105	60	66	38	15	8
Черкаська	659,4	37	106,2	79	57	75	54	1 <sup>2</sup>	9
Чернівецька	147,9	10	62,4	22	28	35	45	15	19
Чернігівська	3039,2	27	188,0	100	70	53	37	3	2
АР Крим	474,8	59	420,8	169	124	40	29	36	29
Україна	22516,9	900	5718	2574	2560	45	45	11	11

Рівненській, Полтавській, Сумській, Тернопільській, Херсонській, Хмельницькій, Чернівецькій областях та Автономній республіці Крим. Тут використовуються для цих цілей 50-81 % підземних вод. На них також ґрунтується сільськогосподарське водопостачання.

З усього об'єму забору підземних вод для господарсько-питного водопостачання використовується 30 %, для сільського господарства – 42 %, для виробничо-технічного водопостачання - 28 %.

Найбільший водозабір підземних вод має місце у Луганській (494 млн. м<sup>3</sup>/рік), Донецькій (473), Львівській (204), Дніпропетровській (177) і Київській (135) областях, у яких використовується 58 % загального по Україні відбору підземних вод [12].

На рівень 2003 р. лише шість обласних міст України з 25 використовують для водопостачання підземні води. Це — Херсон, Суми, Чернігів, Луцьк, Рівне, Тернопіль. Останні обласні центри забезпечуються змішаною (поверхневою + підземною) водою. В цілому міське водопостачання в Україні забезпечується за рахунок підземних вод всього на 25 %, тоді як для більшості країн Європи використання підземних вод сягає 90 %, що забезпечує задоволення потреб населення високоякісною питною водою.

До водних ресурсів можуть бути віднесені також води озер, яких в Україні налічується понад 20 тис, з них із площею водного дзеркала 0,1 км<sup>2</sup> і більше - 7 тис. Однак, їх водні ресурси не можуть бути надійним джерелом водопостачання, оскільки більшість із них невеликі, а їх рівневий режим не стійкий. Чисельні лимани мають солону чи солонувату воду і також не можуть бути джерелами водопостачання. Прісні озера можуть бути такими джерелами лише у суто місцевому значенні.

Як уже згадувалось, річковий стік дуже нерівномірний у часі і просторі. Для регулювання стоку річок і перерозподілу стоку по території в Україні побудовано багато водосховищ, каналів та водоводів. Ставки й невеликі водосховища в Україні будувались із давніх-давен, До 1950 р. їх загальна площа не перевищувала 100 тис.га, а повний об'єм — 1,4 км<sup>3</sup>, що дозволяло регулювати лише 3 % річного стоку. До 1985-1986 рр. площа цих водойм зросла майже у 5 разів, а їх сумарний об'єм — у 8,5 разу. І це без урахування великих водосховищ на Дніпрі і Дністрі. Якщо ж їх врахувати, то корисний об'єм усіх водосховищ (без ставків) становитиме 50,5 % середнього місцевого стоку, а повний - перевищить його (табл. 1.6 і 1.7).

Таблиця 1.6

**Основні характеристики ставків та водосховищ по басейнах річок України станом на кінець ХХ століття**

Басейн річки	Ставки			Водосховища			
	кількість, шт.	площа водної поверхні, тис.га	об'єм, млн.м <sup>3</sup>	Кіль- кість, шт.	площа водної поверхні, тис.га	об'єм, млн.м <sup>3</sup>	
						повний	корисний
Вісла	610	2,77	45,2	14	4,15	90,4	81,6
Дунай	675	4,12	60,4	37	73,8	1839	817
Дністер	3465	20,8	244	64	9,23	225	134
Південний Буг	6929	45,7	609	197	30,7	855	626
Дніпро	13282	120	1841	558	87,6	2379	1724
Річки Причорномор'я	683	6,76	102	37	8,51	397	299
Сіверський Донець	1731	11,7	208	146	42,8	2023	1641
Річки Приазов'я	1377	10,8	231	97	26,7	658	585
Безстічна область	29	0,07	2,8				
Разом	28781	223	3344	1150	283,4	8497	5906
Великі водосховища на Дніпрі				6	688	43800	18540
Дністровське водосховище				1	14,2	3000	2000
Україна в цілому	28781	223	3344	1157	986	55297	26446

Таблиця 1.7

Основні характеристики ставків і водосховищ по областях України (без великих водосховищ на Дніпрі та Дністрі) станом на кінець XX століття

Область	Ставки			Водосховища			
	кількість, шт	площа водної поверхні, тис.га	об'єм, млн.м <sup>3</sup>	кількість, шт.	площа водної поверхні, тис.га	об'єм, млн.м <sup>3</sup>	
						повний	корисний
Автономна Республіка Крим	875	4,46	102	22	4,10	390	361
Вінницька	3216	22,49	276	70	12,25	327	222
Волинська	439	3,99	57,8	13	2,25	42,0	38,9
Дніпропетровська	1432	12,62	220	131	21,6	964	771
Донецька	1010	8,53	195	151	19,7	891	641
Житомирська	825	9,80	115	43	6,96	163	30,8
Закарпатська	59	0,29	8,70	9	1,27	51,8	42,6
Запорізька	897	8,57	189	28	2,48	73,7	62,3
Івано-Франківська	620	2,37	3	3	1,67	63,5	15,4
Київська	2389	16,4	259	58	9,46	186	162



## Продовження таблиці 1.7

Кіровоградська	2185	16,0	221	84	9,58	277	225
Луганська	352	3,01	73,1	65	6,28	229	160
Львівська	1238	6,07	86,9	24	4,20	93,7	84,0
Миколаївська	865	8,77	110	44	6,53	298	206
Одеська	828	6,84	66,4	55	78,3	1963	874
Полтавська	1272	15,9	278	67	6,37	146	101
Рівненська	656	6,41	72,2	13	3,77	75,0	67,0
Сумська	1199	9,32	165	46	5,12	111	90,1
Тернопільська	874	5,69	57,8	27	3,81	81,2	52,1
Харківська	1910	9,89	115	51	32,4	1530	1356
Херсонська	360	6,18	108	31	27,4	226	76,7
Хмельницька	1803	12,2	147	61	10,0	157	145
Черкаська	2312	17,0	246	37	5,86	117	83,5
Чернівецька	482	2,92	41,3	2	0,14	4,53	2,95
Чернігівська	683	7,78	103	15	1,93	36,5	35,4
Україна в цілому	28781	223	3344	1150	283,4	8497	5906

Розподіл ставків і водосховищ по басейнах крупних рік дуже нерівномірний. Відносно багато ставків і водосховищ у басейні Південного Бугу, Сіверського Дінця та в лісостепових і степових частинах басейнів приток Дніпра. По областях розподіл ставків також нерівномірний (табл. 1.8).

Перш, ніж перейти до дослідження тенденцій зміни використання водних ресурсів суттєве значення має знання про однорідність даних та їх достовірність. Статистична звітність про використання і скид вод за затвердженою формою 2-ТП (водгосп) ведеться з 1975 р. Цією звітністю охоплено близько 30 тис. об'єктів. Об'єм врахованої води в Україні перевищує 99 % загального водоспоживання [21]. Для оцінки достовірності даних важливою, є та обставина, що із загального обсягу водоспоживання 85 % припадає на 10 % великих водоспоживачів (підприємств). Тому оперативним обліком охоплені насамперед споживачі, які визначають обсяги водокористування у басейнах річок або в межах конкретної території.

Система оперативного обліку інформаційно сумісна із системами одержання даних про стан водних ресурсів в Україні і системами управління, які використовують ці дані. Відзначимо, що дані державного обліку вод добре співвідносяться з розрахунковими даними — питомими нормами водоспоживання на одиницю продукції. Крім того, дані водообліку в цілому по басейнах річок перевіряють за фактичними гідрологічними даними.

Нагадаємо, що джерелами задоволення потреб населення і галузей економіки у воді крім забору води з природних джерел є інженерне відтворення водних ресурсів у системах оборотного і повторно-послідовного водопостачання.

### **1.5.2. Основні напрями водокористування**

Основні етапи розвитку водокористування пов'язані з розвитком промисловості, міст та особливо меліорації земель. Інтенсивний його розвиток в Україні розпочався з 1951-1952 рр. До 1941 р. в Україні було всього 78 тис.га зрошуваних земель; основна частина водозабору була пов'язана з промисловістю Донбасу, Кривбасу та Придніпров'я, а також з комунальним господарством міст. У післявоєнні роки разом із відбудовою та розвитком господарства зростало і водоспоживання.

Таблиця 1.8

Відносні показники насиченості областей України ставками і водосховищами станом на кінець  
XX століття

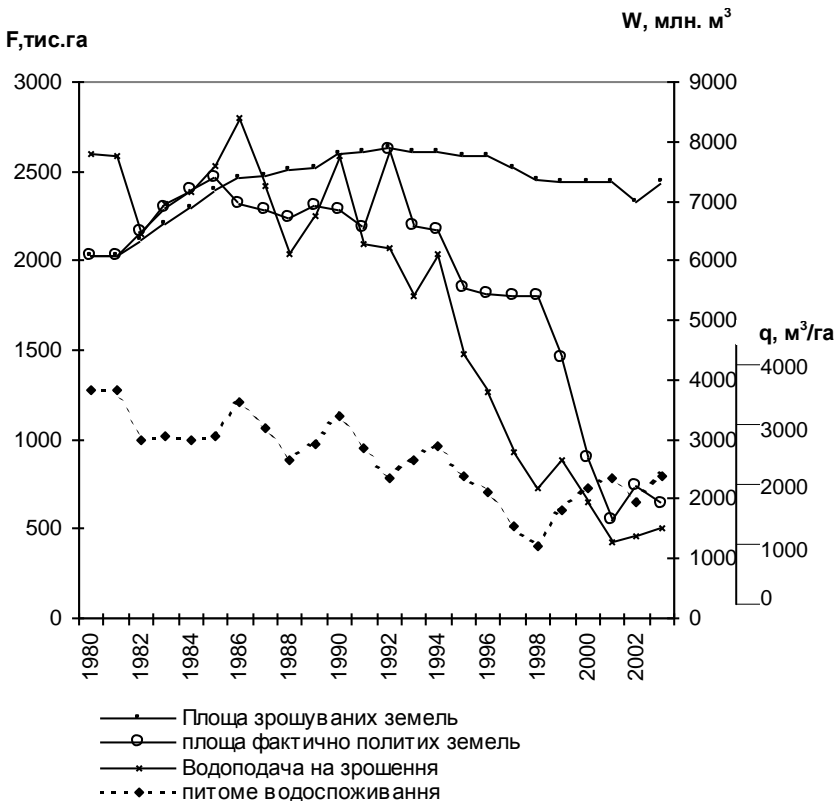
Область	Площа, тис.км <sup>3</sup>	Ставки			Водосховища			Сумарна питома площа водного дзеркала, га/км <sup>2</sup>	Сумар- ний питомий об'єм (повний) тис. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>
		Кіль- кість ставків на 100 км <sup>2</sup> площі області	питома площа водного дзеркала, га/км <sup>2</sup>	питомий об'єм, тис. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	питома площа водного дзерка- ла, га/км <sup>2</sup>	питомий об'єм, тис. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>			
						пов- ний	корис- ний		
Автономна Республіка Крим	26,1	3,4	0,17	3,91	0,16	14,9	13,8	0,33	18,8
Вінницька	26,5	12,1	0,85	10,42	0,46	12,3	8,38	1,31	22,7
Волинська	20,2	2,2	0,20	2,86	0,11	2,08	1,92	0,31	4,94
Дніпропетровська	31,9	4,5	0,40	6,90	0,68	30,2	24,2	1,08	37,1
Донецька	26,5	3,8	0,32	7,36	0,74	33,6	24,2	1,06	41,0
Житомирська	29,9	2,8	0,33	3,85	0,23	5,45	1,03	0,56	9,30
Закарпатська	12,8	0,5	0,02	0,68	0,10	4,05	3,33	0,12	4,73
Запорізька	27,2	3,3	0,31	6,95	0,09	2,71	2,29	0,40	9,66
Івано-Франківська	13,9	4,5	0,17	2,23	0,12	4,57	1,11	0,29	6,80
Київська	28,1	8,5	0,58	9,22	0,34	6,62	5,76	0,92	15,8
Кіровоградська	24,6	8,9	0,65	8,98	0,39	11,3	9,15	1,04	20,3

## Продовження таблиці 1.8

Луганська	26,7	1,3	0,11	2,74	0,24	8,58	5,99	0,35	11,3
Львівська	21,8	5,7	0,28	3,99	0,19	4,30	3,85	0,47	8,29
Миколаївська	24,6	3,5	0,36	4,47	0,26	12,1	8,37	0,62	16,6
Одеська	33,3	2,5	0,20	1,99	2,35	58,9	26,2	2,55	60,9
Полтавська	28,8	4,4	0,55	9,65	0,22	5,07	3,51	0,77	14,7
Рівненська	20,1	3,3	0,32	3,59	0,19	3,73	3,33	0,51	7,32
Сумська	23,8	5,0	0,39	6,93	0,22	4,66	3,78	0,61	11,6
Тернопільська	13,8	6,3	0,41	4,19	0,28	5,88	3,78	0,69	10,1
Харківська	31,4	6,1	0,31	3,66	1,03	48,7	43,2	1,34	52,4
Херсонська	28,5	1,3	0,22	3,79	0,96	7,93	2,69	1,18	11,7
Хмельницька	20,6	8,8	0,59	7,14	0,48	7,62	7,04	1,07	14,8
Черкаська	20,9	11,1	0,81	11,83	0,28	5,60	4,00	1,09	17,4
Чернівецька	8,1	6,0	0,36	5,10	0,02	0,56	0,36	0,38	5,66
Чернігівська	31,9	2,1	0,24	3,23	0,06	1,14	1,11	0,30	4,37
Україна в цілому	603,7	4,77	0,369	5,54	0,469	14,07	9,78	0,838	19,6

Вже у 1965 р. площа зрошуваних земель в Україні становила 540,3 тис.га, а на кінець 1984 р. вона досягла 2395,5 тис.га. Площа осушених на цей час земель становила відповідно 1372,8 і 2952,8 тис.га.

В 1989 р. площа зрошуваних земель перевищила 2,6 млн.га, а осушених - 3,2 млн.га. Основний обсяг меліоративних робіт в Україні виконано в 1976-1985 рр., коли в дію було введено 42 % зрошувальних і 43 % осушувальних систем [1.7]. Із збільшенням площ зрошуваних земель зростали і об'єми води, що подавалась на поля (рис.1.9, табл. 1.9).



**Рис. 1.9. Динаміка площ зрошуваних земель і обсягів водоподачі на зрошення**

Таблиця 1.9

## Динаміка площ зрошуваних земель і обсягів водоподачі на зрошення

Рік	Площа зрошуваних земель, тис.га	Площа фактично політих земель, тис.га	Водоподача на зрошення, млн.м <sup>3</sup>	Питоме водоспоживання, м <sup>3</sup> /га
1966	540	540	-	-
1971	950	763	-	-
1975	1535	1207	-	-
1980	2025	2025	7792	3840
1981	2025	2025	7760	3820
1982	2115	2160	6457	2990
1983	2205	2298	6961	3040
1984	2298	2395	7167	3000
1985	2396	2462	7581	3070
1986	2462	2319	8402	3620
1987	2478	2286	7260	3184
1988	2502	2242	6124	2649
1989	2523	2307	6751	2927
1990	2601	2287	7759	3390
1991	2608	2186	6289	2870
1992	2630	2624	6197	2360

## Продовження таблиці 1.9

1993	2607	2197	5419	2660
1994	2605	2175	6108	2900
1995	2585	1846	4432	2401
1996	2585	1809	3809	2106
1997	2517	1806	2800	1550
1998	2454	1801	2168	1203
1999	2441	1457	2654	1821
2000	2440	892,6	1948	2182
2001	2440	543,3	1283	2362
2002	2330	734,3	1363	1932
2003	2440	638,8	1517	2375

Крім меліорації іншим важливим напрямом є водоспоживання у промисловості. На кінець 1960 р. ця галузь використовувала до 75 % усього водоспоживання. З ростом водоспоживання у сільському господарстві на зрошення вже в 1975 р. частка промисловості зменшилася до 58 %, а згодом і до 42-45 %. Це сталося певною мірою також і через збільшення споживання води у комунальному господарстві (див. таб. 1.10 і рис. 1.10).

Таблиця 1.10

Динаміка об'ємів споживання свіжої води в основних галузях економіки, млн.м<sup>3</sup>

Рік	Споживання свіжої води							
	Всього		у промисловості		у сільському господарстві		у комунальному господарстві	
	млн.м <sup>3</sup>	%	млн.м <sup>3</sup>	%	млн.м <sup>3</sup>	%	млн.м <sup>3</sup>	%
1980	29068	100	15479	53	9990	34	3210	11*
1981	28595	100	15491	54	9597	34	3216	11
1982	28210	100	15335	54	9315	33	3360	12
1983	30612	100	14288	47	12541	41	3479	11
1984	30492	100	13980	46	12582	41	3615	12
1985	30171	100	14546	48	11684	39	3613	12
1986	30511	100	14486	47	12257	40	3319	11
1987	29202	100	14200	49	11073	38	3501	12
1988	28259	100	14336	51	9915	35	3727	13
1989	28714	100	14326	50	10300	36	3645	13
1990	29083	100	14060	48	10892	37	3681	13
1991	27116	100	12802	47	10202	38	3677	14
1992	25396	100	11509	45	10268	40	3697	15
1993	23574	100	10266	44	9174	39	3758	16
1994	22575	100	9528	42	8999	40	3822	17
1995	20338	100	8834	43	6623	33	3813	19
1996	18668	100	7916	42	5979	32	3721	20
1997	15623	100	6549	42	4451	28	3572	23
1998	13044	100	5899	45	3571	27	3441	26
1999	13468	100	6322	47	3711	28	3115	23
2000	12175	100	5989	49	2976	24	3112	26
2001	11296	100	6020	53	2265	20	2928	26
2002	10782	100	5637	52	2269	21	2800	26
2003	10120	100	4903	48	2388	24	2762	27

\* - сума не дорівнює 100 % унаслідок споживання свіжої води іншими галузями економіки





водоспоживання сільським господарством, яке в 1960-1985 рр. становило 500 млн.м щороку. При цьому слід відзначити, що протягом 1960-1970 рр. щорічний приріст водоспоживання у сільському господарстві дорівнював 390 млн.м, в 1971-1985 рр. — 567 млн.м<sup>3</sup>.

Динаміку забору свіжої води із поверхневих і підземних джерел та морської води за 1980-2003 рр. наведено в табл. 1.11 та на рис. 1.11.

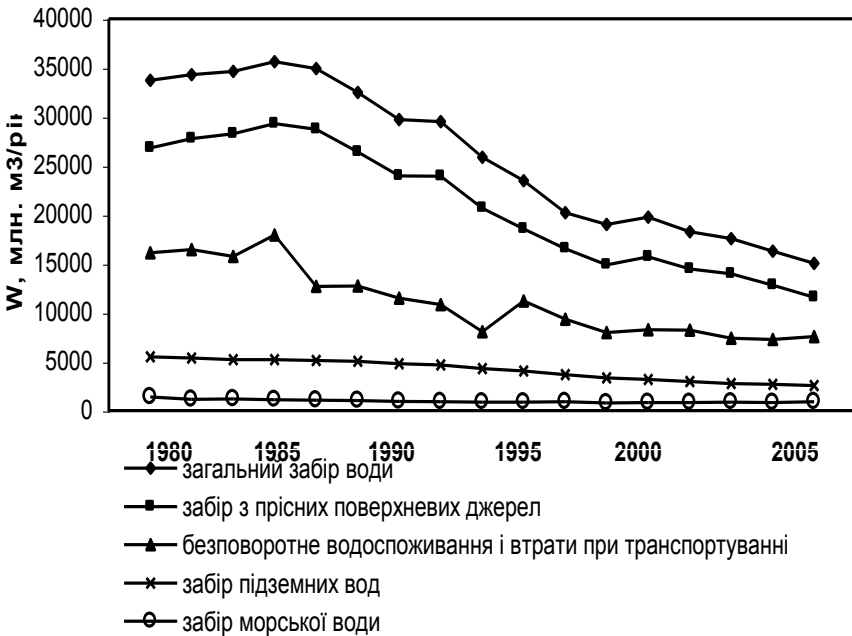


Рис. 1.11. Динаміка забору води з поверхневих джерел і безповоротного водоспоживання (разом з втратами при транспортуванні)

За період з 1980-го до 1997 р. частка забору води з прісних поверхневих джерел у загальному заборі води змінювалась переважно в межах 80-82%, в 1998-2003 рр. — 79-78 %, підземних джерел — 15-18 %, морської води — 3-5 % (див. табл 1.11).

Таблиця 1.11

Динаміка забору води з водних об'єктів, а також безповоротного водоспоживання з втратами при транспортуванні

Показник	1980	Середнє за		1990	1995	2000	2001	2002	2003
		1981-1985	1986-1990						
Загальний забір води, млн. м <sup>3</sup> в тому числі:	33728	34294	34641	35615	25852	18282	17576	16299	15039
прісної поверхневої	26834	27750	28268	29294	20681	14479	13954	12819	11565
морської	1389	1151	1186	1121	866	817	872	808	915
підземної	5505	5392	5187	5200	4305	2987	2750	2673	2560
з неї: шахтно-рудникової	1132	1133	1184	1214	1131	983	931	915	899
Безповоротне водоспоживання і втрати при транспортуванні	16129	16429	15734	17944	8044	8243	7380	7258	7566
Частка прісних поверхневих, морських, підземних вод і безповоротного водоспоживання разом із втратами при їх транспортуванні, % від загального забору:	прісна поверхнева	80	81	82	82	80	79	79	77
	морська	4	3	3	3	3	5	5	6
	підземна	16	16	15	15	17	16	16	17
	безповоротне водоспоживання і втрати при транспортуванні	48	48	45	50	31	45	42	45

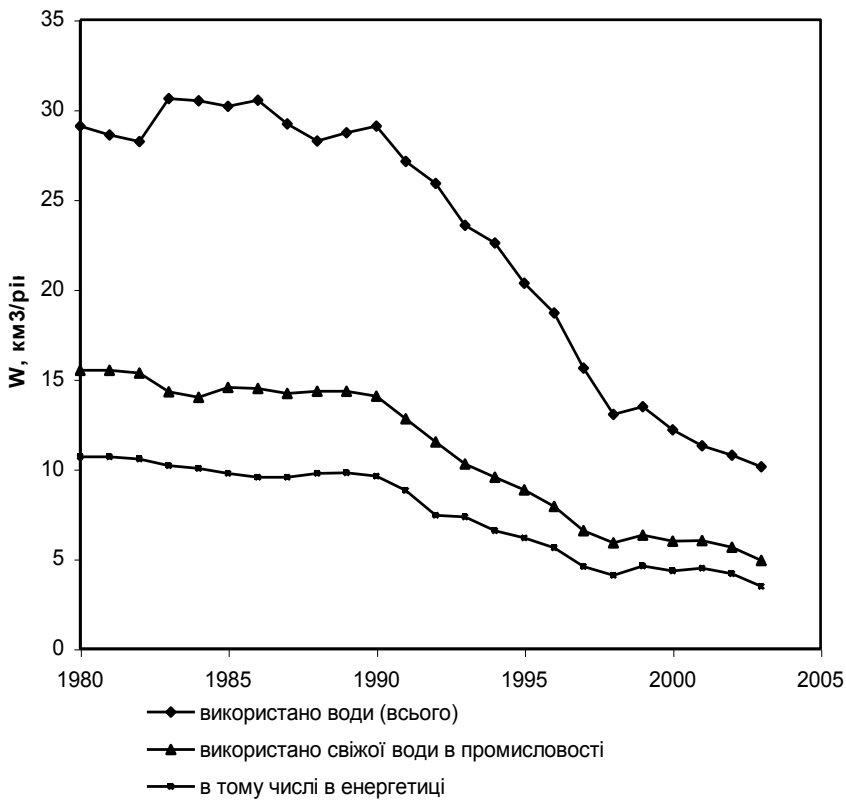
#### 1.5.4. Споживання води у промисловості

Споживання води у промисловості в період з 1980-го до 1990 р. змінювалось у незначних межах — 14-15,5 км<sup>3</sup>/рік, або 47-54 % всієї спожитої свіжої води (табл. 1.12). Протягом 1991-2003 рр. споживання води промисловістю зменшилось більш ніж у 3 рази (у 2003 р. — 4,9 км<sup>3</sup>). При цьому щодо всієї спожитої води в Україні це зменшення не перевищувало 8-10 %.

Найбільшу кількість води споживає енергетика (рис. 1.12) Так, у 1991 р. при загальному споживанні свіжої води промисловістю в 12802 тис.м<sup>3</sup> на енергетику припадало 8791 тис.м<sup>3</sup>, або 69 %, а з використаної у системах зворотнього і повторно-послідовного водопостачання води - 60 %. У 1999 р. ці показники відповідно становили 73 і 65 %. У 1991-2003 рр. частка спожитої в енергетиці води поступово збільшувалась від 69 до 73 %, а використання води повторно — від 60 до 65 %.

Другою галуззю промисловості, що споживає значну кількість води, є чорна металургія. У ній 1991 р. було використано 1329 тис.м<sup>3</sup> води, або 10 % всієї спожитої у промисловості. До 1999 р. ця частка збільшилась до 14 % при практично незмінній частці використання води із систем оборотного і повторного водопостачання. Серед інших галузей промисловості найбільш значними водоспоживачами є хімічна, нафтохімічна, машинобудівна, металообробна, харчова, паливна, лісова та легка промисловість.

У цілому динаміка водоспоживання у промисловості характеризується різким зростанням до 1970 р. (щорічний приріст 470 млн.м<sup>3</sup>), повільним спадом від 1980 р. до 1990 р. і різким спадом (~1000 млн.м<sup>3</sup> щороку) після 1990 року.



**Рис. 1.12. Динаміка об'ємів водокористування в усіх галузях економіки і в промисловості України**

Таблиця 1.12

Динаміка об'ємів водокористування в промисловості  
України в 1980 – 2003 рр.

Рік	Використано води, км <sup>3</sup>	У промисловості				
		використано свіжої води		використано з систем зворотного і повторного водопостачання, км <sup>3</sup>	в енергетиці	
		км <sup>3</sup>	% від усієї води використаної в країні		свіжої води, км <sup>3</sup>	% від об'єму води, використаної в промисловості
1980	29,07	15,48	53	50,3	10,68	69
1981	28,60	15,49	54		10,66	69
1982	28,21	15,34	54		10,54	69
1983	30,61	14,29	47		10,19	71
1984	30,49	13,98	46		10,02	72
1985	30,17	14,55	48	58,4	9,74	67
1986	30,51	14,49	47	56,3	9,53	66
1987	29,20	14,20	49	62,2	9,54	67
1988	28,26	14,34	51	66,6	9,74	68
1989	28,71	14,33	50	66,0	9,77	68
1990	29,08	14,06	48	67,7	9,59	68
1991	27,12	12,80	47	64,5	8,79	69
1992	25,90	11,51	44	61,0	7,41	64
1993	23,57	10,27	44	60,4	7,34	71
1994	22,58	9,53	42	51,9	6,56	69
1995	20,34	8,83	43	49,6	6,18	70
1996	18,67	7,92	42	46,5	5,60	71
1997	15,62	6,55	42	44,7	4,57	70
1998	13,04	5,90	45	41,1	4,07	68
1999	13,47	6,32	47	40,2	4,60	71
2000	12,18	5,99	49	40,8	4,34	72
2001	11,30	6,02	53	40,6	4,48	74
2002	10,78	5,64	52	40,4	4,16	74
2003	10,12	4,90	48	41,7	3,48	71

### 1.5.5. Використання води у сільському господарстві

У сільському господарстві водні ресурси використовуються для потреб сільського населення, тваринництва, сільськогосподарського виробництва, а також для водних меліорацій - зрошення, обводнення, при осушенні боліт та перезволожених земель.

Усього сільське господарство споживає 40-45 % об'єму води, що забирається з водних джерел для задоволення потреб населення і галузей економіки, або 35-40 % використаної в Україні води. У 1997-2003 рр. ця частка зменшилася до 26-30 % (табл.1.13 і рис. 1.13). Безповоротне водоспоживання становить від 75 до 97 % використаного об'єму води. Необхідно зауважити, що безповоротне водоспоживання у сільському господарстві сягало 70-74 % усього безповоротного водоспоживання в Україні. Починаючи з 1993 р. ця частка зменшилася до 40-33 % у 1997-2003 рр. Об'єми води у системах зворотного і повторного водопостачання у сільському господарстві, порівняно з її об'ємами в промисловості і в цілому в Україні, незначні і звичайно не перевищують 2 %.

У 1980-1994 рр. у сільському господарстві за рік використовувалось 9-12 км<sup>3</sup> води. Протягом 1995-2003 рр. ця кількість зменшилася до 2-3 км<sup>3</sup>. Якщо порівняти величину водозабору за 1960 і 1988 рр., то виявиться, що повний (загальний) водозбір збільшився у 2,3, а у сільському господарстві — в 4,9 разів. Починаючи з 1984 р., намітилася тенденція до зменшення використання води у сільському господарстві. Така ж сама тенденція спостерігалась і щодо кількості води, поданої на зрошення земель — з 1985 р. по 1999 р. - на 5,25 км<sup>3</sup> (від 7,58 до 2,33 км<sup>3</sup>). Кількість зрошуваних (фактично поливних) площ зменшилася на 660 тис.га, але питоме споживання води - більш, як у 2,3 рази.

Отже, основною причиною зниження споживання води у сільському господарстві, зокрема на зрошення, є зменшення питомого водоспоживання. У перспективі необхідно й надалі зменшувати питоме водоспоживання для економії води за рахунок своєчасного коригування поливних норм залежно від запасів вологи в ґрунті, фази розвитку рослин, погодних умов, а також за рахунок автоматизації водозабору і водорозподілу на системі із зменшенням невиробничих скидів та втрат на міжгосподарській мережі. Крім того, значної економії води можна досягти, застосовуючи нові способи зрошення - краплинне, тонкодисперсне та ін.

Таблиця 1.13

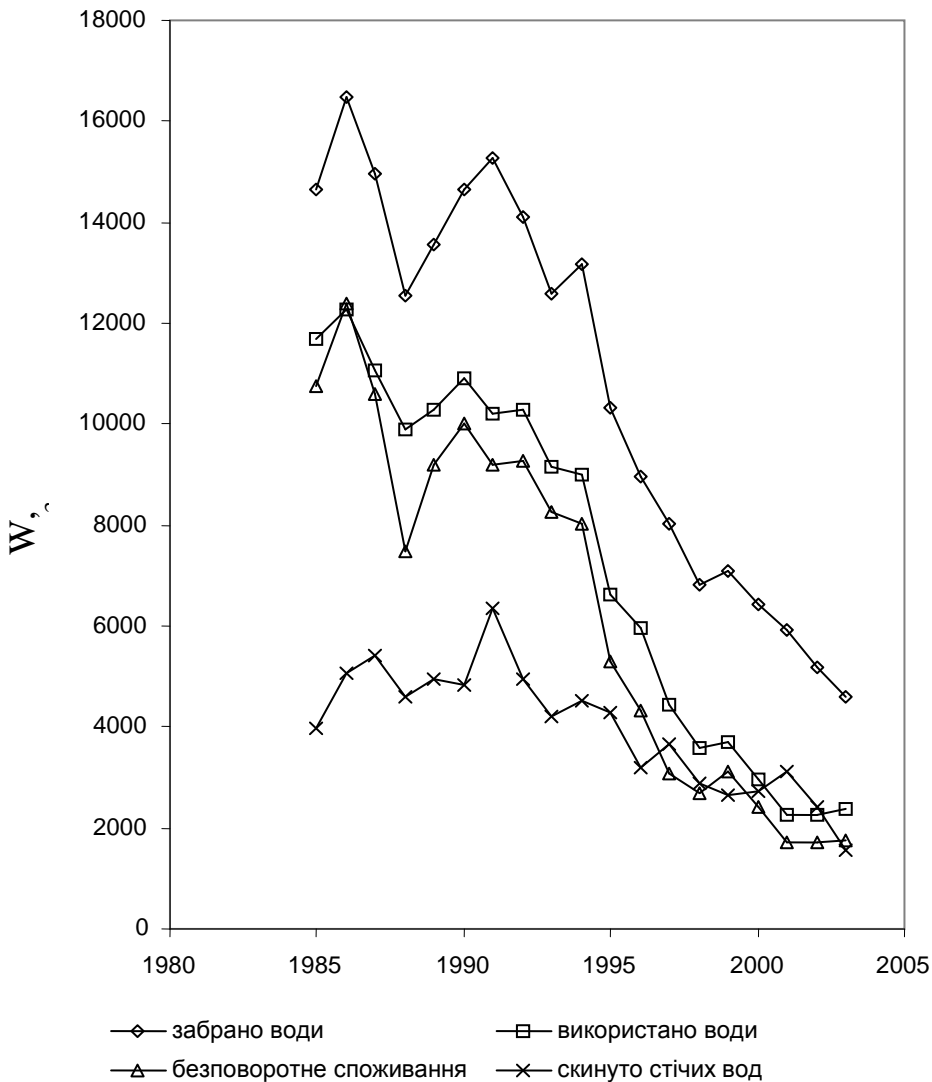
## Динаміка показників використання води у сільському господарстві

Рік	Забрано води		Використано води		Безповоротне споживання		Скинуто стічних вод у природні водні джерела		Об'єми води у системах оборотного і повторного водопостачання	
	млн.м <sup>3</sup>	% від загального забору води в Україні	млн.м <sup>3</sup> % від забраного об'єму	% від загального об'єму використаної води	млн.м <sup>3</sup> % від об'єму використаної води	% від загального об'єму безповоротного водоспоживання	млн.м <sup>3</sup> % від об'єму забраної води	% від загального об'єму скинутих вод	млн.м <sup>3</sup> % від об'єму використаної води	% від загального об'єму води оборотного і повторного водопостачання
1985	14639	42	11684	38	10734	70	3974	20	235	0,4
			80		92		27		2,0	
1986	16492	44	12257	42	12399	74	5076	24	161	0,3
			74		100		31		1,3	
1987	14948	42	11073	39	10587	71	5406	26	279	0,4
			74		96		36		2,5	
1988	12528	40	9915	36	7466	62	4605	23	1079	1,6
			79		75		37		10,9	
1989	13552	40	10300	36	9189	72	4932	23	1132	1,7
			76		89		36		11,0	
1990	14666	43	10892	37	10029	74	4826	24	1222	1,8
			74		92		33		11,2	
1991	15273	45	10202	38	9182	72	6333	30	306	0,5
			67		90		41		3,0	
1992	14116	45	10268	40	9258	73	4953	26	1205	1,9
			73		90		35		11,7	



Продовження таблиці 1.13

1993	12587	44	9174	39	8259	66	4196	24	1174	1,9
			73		90		33		12,8	
1994	13174	45	8999	40	8014	65	4508	26	1160	2,2
			68		89		34		12,8	
1995	10314	41	6623	34	5283	55	4285	26	1117	2,2
			64		80		42		16,9	
1996	8946	40	5979	34	4335	48	3196	23	1074	2,2
			67		73		36		18,0	
1997	8012	40	4451	30	3091	42	3646	29	936	2,0
			56		69		46		21,0	
1998	6811	36	3571	26	2684	39	2878	26	462	1,1
			52		75		42		12,9	
1999	7105	36	3711	26	3108	44	2660	23	566	1,4
			52		84		37		15,2	
2000	6425	35	2976	24	2404	40	2722	25	485	1,2
			46		81		42		16,3	
2001	5924	34	2265	20	1718	33	3099	29	462	1,1
			38		76		52		20,4	
2002	5180	32	2269	21	1697	33	2401	24	569	1,4
			44		75		46		25,1	
2003	4597	31	2388	24	1771	33	1548	16	399	0,9
			52		74		34		16,7	



**Рис.1.13. Динаміка показників використання води у сільському господарстві**

### 1.5.6. Споживання води у комунальному господарстві

Забір води для потреб комунального господарства збільшився від 1 млрд.м<sup>3</sup> у 1960 р. до 4 млрд.м<sup>3</sup> у 1996 р. Споживання води в галузі дещо менше і становить 93-98 % забору. Решта 2-7 % - це втрати води у комунікаціях. Об'єми використаної у комунальному господарстві води наведені в таблиці 1.10 і на рис. 1.14. Частка спожитої води у комунальному господарстві в обсязі всієї використаної в Україні води змінюється від 9 % у 1970 р. до 20-27 % наприкінці 90-х і початку 2000-х років.

Зазначимо, що найбільше господарське навантаження та найбільша питома кількість водокористувачів припадає на малі річки. Їх водність зменшується внаслідок прямого забору води із русла і водоносних горизонтів, гідравлічно пов'язаних із річкою. Дуже часто обсяги втрат сягають 30-50 %. Аналіз структури використання води конкретних річок показав, що на Поліссі на господарсько-побутові потреби витрачається від 3 до 25 % загального об'єму річкового стоку, що використовується в галузях економіки, у Лісостепу — 10-20 % і в Степу — 20-40 %. Майже повсюдно малі річки є джерелом сільськогосподарського водопостачання. На окремих річках на ці потреби витрачається понад 40 % водних ресурсів, які споживають у господарстві [27].

### 1.5.7. Стан водних ресурсів

Якість води у природі формується в основному гідробіонтами відповідно до гідрологічного і гідрохімічного режиму водойми. Створюючи необхідні умови для нормального існування водних організмів, людина практично завжди матиме воду оптимальної якості, що в свою чергу дасть змогу протягом необмеженого часу використовувати її безперервно у формі ресурсообороту [23].

Нині якість води оцінюють за наявністю в ній мінеральних і органічних речовин. Забруднення водойм, у тому числі і річок, поділяють на біологічне та антропогенне. Біологічне забруднення річок відбувається через природні процеси росту біомаси гідробіонтів, переважно гідрофітів, з наступним їх відмиранням і розпадом, а також органічних речовин, серед яких розрізняють речовини автохтонного походження, що утворюються у самій водоймі, і алохтонного - принесеного ззовні. Антропогенне забруднення водойм пов'язане з господарською діяльністю людей.

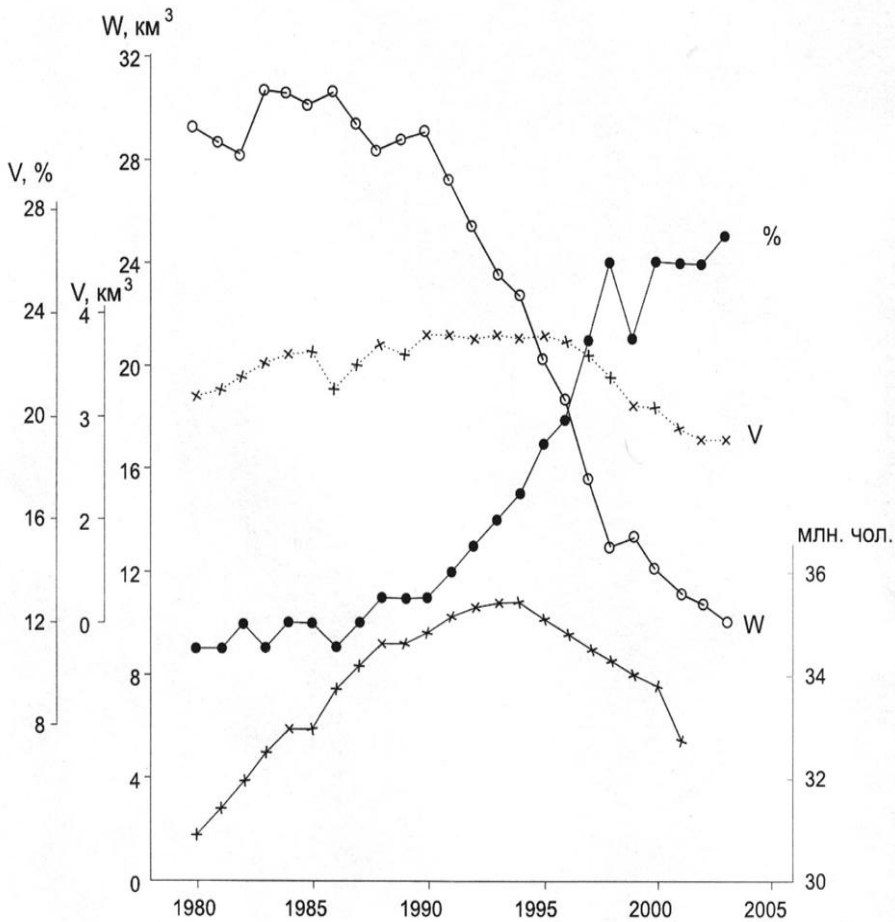


Рис. 1.14. Динаміка об'ємів використання свіжої води і водоспоживання у комунальному господарстві України

- загальний об'єм використання свіжої води в Україні
- ×—×—×—×—× водоспоживання у комунальному господарстві
- водоспоживання у комунальному господарстві у % від загального водоспоживання
- ×—×—×—×—× чисельність міського населення

Внесок окремих галузей економіки у забруднення поверхневих вод, а отже у формування якості води, можна оцінити за об'ємом скиду стічних вод у річки та інші водойми. Найбільше їх забруднює

промисловість, яка скидає більше половини всіх цих вод - від 63,8 % у 1989-му до 53,5 % у 1998 р. (див. табл. 1.14 і 1.15, рис. 1.14 і 1.15). На другому місці — комунальне господарство. Його вклад у загальний об'єм скидних вод із 1989-го по 1998 р. безперервно зростав відповідно з 19,3 до 32,6 %. У 1999 р. він дещо зменшився і залишався без змін до 2004 р. При цьому абсолютні величини скидних вод зменшились з 4,1 км<sup>3</sup> у 1992 р. до 2,9 км<sup>3</sup> (2003 р.). Частка скидних вод сільського господарства на протязі 1989-1997 рр. коливалася в межах 15-18 %, а потім зменшилася до 9-10 %. На інші галузі економіки України припадає не більше 0,5 % всього об'єму скидних вод.

В 2003 р. у водні об'єкти України скинуто 9,1 млрд.м<sup>3</sup> стічних вод, у тому числі 2,9 млрд. м<sup>3</sup> забруднених, 4,2 млрд. м<sup>3</sup> нормативно-чистих без очистки і 1,9 млрд. м<sup>3</sup> нормативно очищених.

Особливо тривожним є зростання у останні роки не лише рівня забруднення стічних вод, але і об'ємів скидів стічних вод, які взагалі не очищуються. Так, якщо в 1990 р. об'єм скиду неочищених стічних вод становив 0,47 млрд. м<sup>3</sup>, то в 2003 р. уже 0,80 млрд. м<sup>3</sup>, або майже в 1,7 раза більше і це в умовах майже такого ж скорочення водоспоживання [20].

Зміни об'ємів стічних вод за їх видами (категоріями - без очищення, недостатньо очищених та ін.) наведені в таблицях 1.14 і 1.15 та на рис. 1.14 - 1.16.

В останнє десятиріччя сталого характеру набула тенденція зниження ефективності роботи очисних споруд. Вона зумовлена зношеністю устаткування, його низьким технологічним рівнем, значною енергозалежністю, а також наявністю у складі забруднюючих речовин нових хімічних речовин, для очищення води від яких відсутні реагенти.

За станом забруднення поверхневих вод в Україні ведуться систематичні спостереження на 251 створі в 195 пунктах на 101 річці, 15 водосховищах, семи озерах та одному каналі.

Майже всі водні об'єкти, на яких проводять спостереження, належать до забруднених та дуже забруднених. Найбільш забрудненими є річки Горинь, Десна, Сула, Тетерів, Ворскла, Унава, Самара, Інгулець (басейн Дніпра), Сіверський Донець, Уди, Казенний Торець, Бахмут, Луганськ, Біленька (басейн Сіверського Дінця), Дністер, Тисмениця, Опір, Стрий (басейн Дністра), Кальміус, Кальчик, Булавин, Молочна (Приазов'я), Західний Буг та його притоки Полтва і Луга, Дунай, Латориця, Віча (басейн Дунаю), Південний Буг.

Таблиця 1.14

Динаміка скиду зворотних вод у водні об'єкти основними галузями економіки України, млн. м<sup>3</sup>

Галузі економіки	1989	1990	1995	2000	2003
Промисловість, всього скид стічних вод	12588	12106	7987	6285	5205
— без очищення	345	318	565	542	565
— недостатньо очищених	1112	1215	1548	1287	1112
— нормативно чистих*	11131	10573	5874	4456	3528
Сільське господарство, всього скид стічних вод:	3245	3230	2280	974	948
— без очищення	45	59	195	96	69
— недостатньо очищених	3	6	6	3	1
— нормативно чистих*	3197	3165	2079	875	878
Комунальне господарство, всього скид стічних вод:	3816	3916	3838	3219	2906
— без очищення	111	92	151	117	168
— недостатньо очищених	1250	1482	2175	1254	1027
— нормативно чистих*	2455	2342	1512	1848	1711
Інші, всього скид стічних вод:	95	76	70	40	39
— без очищення	2	1	1	3	2
— недостатньо очищених	32	25	11	11	4
— нормативно чистих*	61	50	58	26	33
Всі галузі економіки, всього:	19744	19328	14175	10518	9098
— без очищення	503	470	912	758	804
— недостатньо очищених	2397	2728	3740	2555	2144
— нормативно чистих*	16844	16130	9523	7205	6150

\* нормативно чистих без очищення і після очищення

Таблиця 1.15

Динаміка скиду зворотних вод у водні об'єкти основними галузями економіки України  
у відсотках від сумарних об'ємів вод кожної категорії всіх галузей економіки

Галузі економіки	1989	1990	1995	2000	2003
Промисловість, всього скид стічних вод	64	63	56	60	57
— без очищення	69	68	62	72	70*
— недостатньо очищених	46	45	41	50	52
— нормативно чистих*	66	66	62	62	57
Сільське господарство, всього скид стічних вод	16	17	16	9,3	10
— без очищення	9	13	21	13	8,6
— недостатньо очищених	ОД	0,2	0,2	0,1	0,0
— нормативно чистих*	19	20	22	12	14
Комунальне господарство, всього скид стічних вод	19	20	27	31	32
— без очищення	22	20	17	15	21
— недостатньо очищених	52	54	58	49	48
— нормативно чистих*	15	15	16	26	28
Інші, всього скид стічних вод	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4
— без очищення	0,4	0,2	0,1	0,4	0,2
— недостатньо очищених	1,3	0,9	0,3	0,4	0,2
— нормативно чистих*	0,4	0,3	0,6	0,4	0,5
Всі галузі економіки, всього	100	100	100	100	100
— без очищення	100	100	100	100	100
— недостатньо очищених	100	100	100	100	100
— нормативно чистих*	100	100	100	100	100

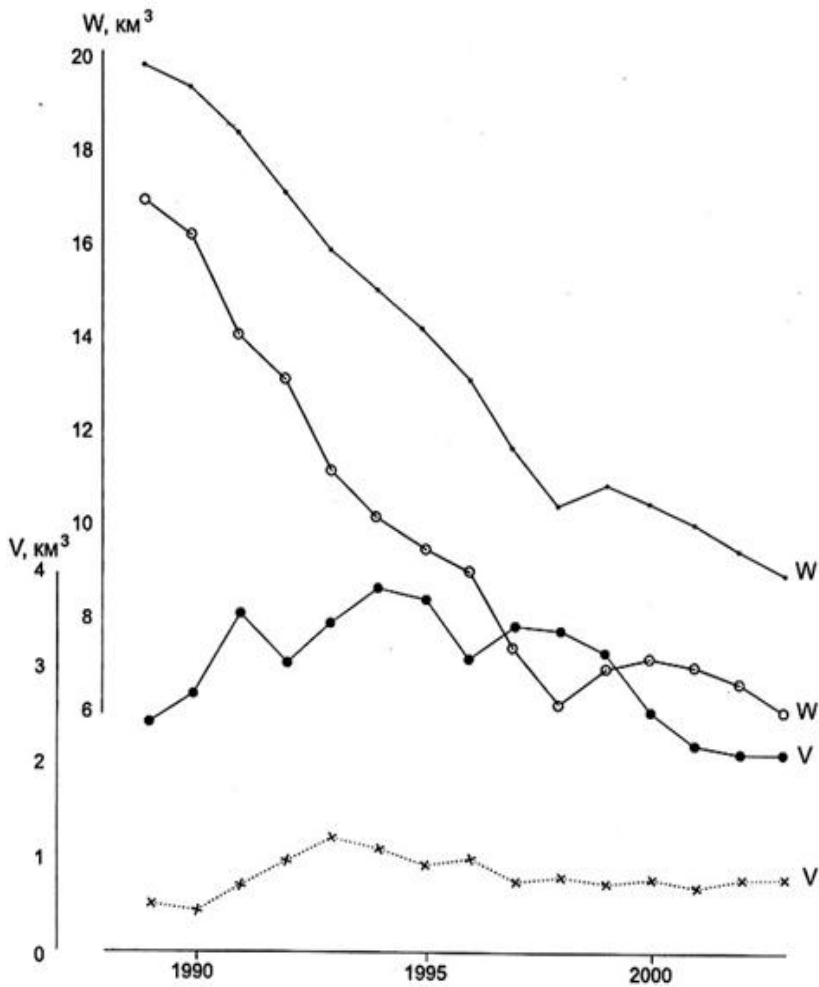
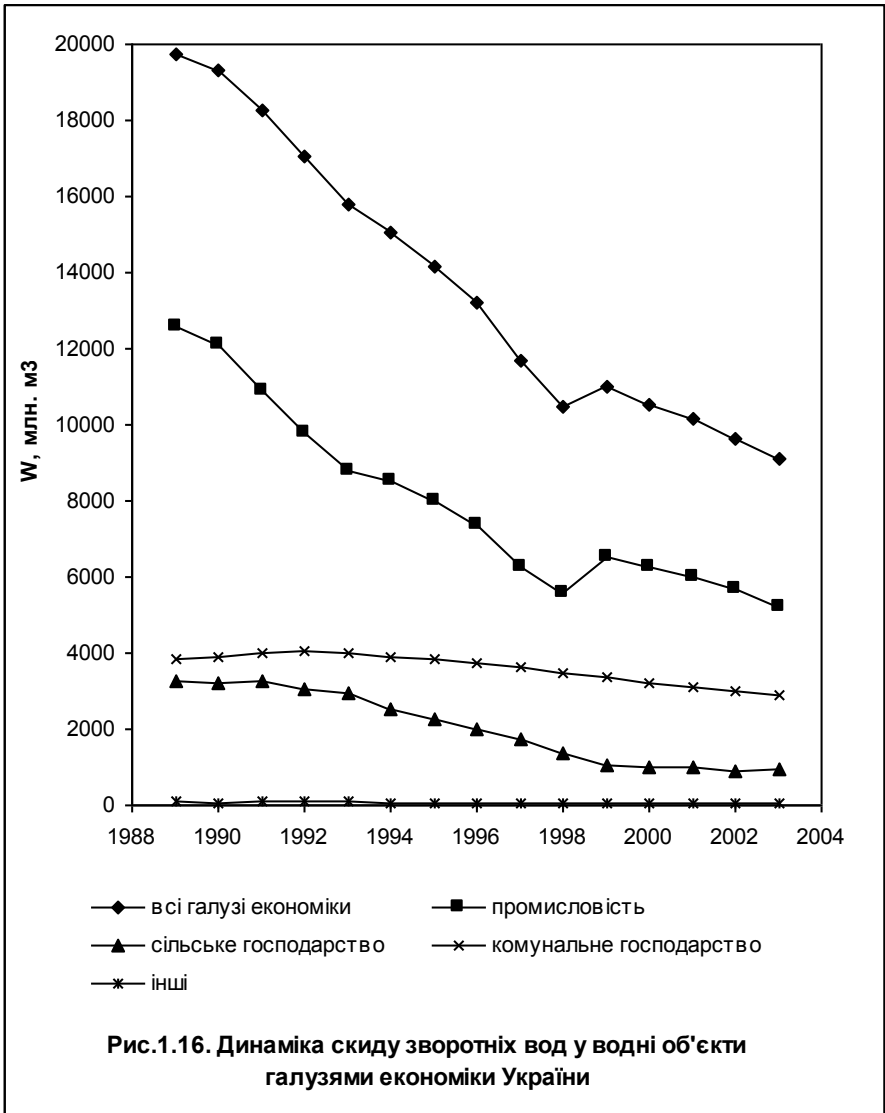


Рис. 1.13 Скид зворотних вод різних категорій

- загальний об'єм зворотних вод
- нормально чистих без очищення і після очищення
- ×—×—×—×— без очищення

Рис. 1.15. Скид зворотних вод різних категорій





Дуже забруднені також водосховища Дніпровського каскаду, особливо Київське та Канівське. На цих річках і водосховищах лише в 1998 р. спостерігалось від 30 до 240 випадків дуже значного забруднення. На 64 % об'єктів, на яких ведуть спостереження, трапилося близько 900 випадків високого забруднення поверхневих вод 14 інгредієнтами [11]. Поліпшення якості поверхневих вод за гідрохімічними показниками порівняно з попереднім роком не виявлено. Проаналізуємо динаміку виносу з поверхневими водами у водойми різних речовин, (табл. 1.16). Тут наведено величини виносу окремих забруднюючих речовин у басейні основних річок України. Аналіз даних підтвердив наявність певної тенденції до зменшення скиду окремих речовин. Зокрема, в басейні Дніпра за 1993-1999 рр. істотно зменшився скид БПК (майже удвічі), нафтопродуктів (у 2,7 раза), азоту амонійного (у 12 разів), фенолів (у 2,2 раза), жирів (майже у 6 разів), СПАР (в 3,7 раза). Помітно менше стало заліза, міді, чого не можна сказати про інші речовини, зокрема метали. Мало змінився скид хлоридів, сульфатів, нітратів, цинку та хрому.

У басейні Дністра при практично незмінному об'ємі стічних вод зменшився скид нафтопродуктів, азоту амонійного, фенолів, СПАР, жирів, нікелю і збільшився — заліза.

У басейні Сіверського Дінця порівняно з басейном Дніпра зміни менші. Об'єм стічних вод тут знизився у 1,5 рази, вміст сульфатів - у 1,3 рази, хлоридів - у 2, азоту амонійного - більш як у 3, фенолів - у кілька разів (дуже нерівномірно за роками). Спостерігається різке зменшення кількості жирів, цинку, нікелю. Більш як удвічі збільшився скид нітратів.

У басейні Південного Бугу стічних вод скидається менше, ніж у басейні інших великих річок України. З 1993-го по 2003 р. об'єми їх коливалися від 149 млн.м<sup>3</sup> в 2003-му до 198 млн.м<sup>3</sup> у 1993 та 1997 рр. Інакше кажучи, величина скиду стічних вод у басейні істотно не змінилася. Кількість забруднюючих речовин у цілому зменшилася (зокрема, БСК, нафтопродуктів, хлоридів, азоту амонійного - удвічі). Вміст сульфатів, нітратів і жирів збільшився, а вміст важких металів практично не змінився. Наведені дані свідчать про наявність певної, поки що нечіткої, тенденції зміни стану забруднення водних ресурсів.

Згідно систематизованих за 1998 р. даних основними забруднювачами водних об'єктів (поставщиками хімічних речовин, які

забруднюють воду) є комунальне господарство та промисловість (таблиця 1.17). При цьому саме комунальне господарство забруднює річкові води переважно хромом, цинком, міддю, жирами, СПАР, нітратами і азотом амонійним. Саме вміст цих інгредієнтів змінився мало, а зміни його у бік зменшення пояснюються зниженням скиду промисловістю.

Таблиця 1.16

Скиди забруднюючих речовин в басейни основних річок України в 1993 – 2003 рр.

Забруднюючі речовини	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	Дніпро										
Об'єм стічних вод, млн. м <sup>3</sup>	2851,7	2802	2663	2662	2498	2429	2384	2306	2200	2341	2261
БСК повний, тис.т	43,2	39,6	35,8	31,4	26,4	23,46	20,68	19	21	21	23
Нафтопродукти, т	1041,4	745,1	613,3	527,2	580,3	498,0	379,3	420	462	522	451 .
Завислі речовини, тис.т	67,5	73,6	56,8	115,3	49,2	37,36	34,25	29	30	30	31
Сухий залишок, тис.т	2054,9	1842	2120	1763	1709	1460	1375	1333	1576	1472	1395
Сульфати, тис.т	402,4	449,0	438,7	406,9	399,1	338,2	356,9	345	330	355	296
Хлориди, тис.т	427,8	442,7	526,9	365,7	370,1	303,6	333,6	326	451	430	379
Фосфор загальний, тис.т	0,4	0,143	0,2	0	0	-	-	-	-	-	-
Азот амонійний, тис.т	79,4	11,73	10,6	9,5	8,4	6,612	6,383	5,4	5,3	5,5	5,6
Феноли, т	5,8	2,736	2,0	0,8	0,8	2,741	2,641	0,8	ІД	0,9	1,0
Нітрати, тис.т	29,6	25,97	28,6	30,4	24,9	28,01	33,01	30,7	31,4	33,1	31,0
СПАР, т	415,4	196,4	234,7	152,7	176,3	142,8	111,1	113	101	98	114
Жири, олія, т	74,7	222,7	76,3	31,0	17,1	21,64	12,6	10,9	100	90	30
Залізо, т	1124,5	2364	896,9	878,7	860,4	721,0	592,7	740	647	743	958
Мідь, т	28,7	20,5	26,8	15,0	17,4	13,26	12,12	11,6	9	14,2	12
Цинк, т	33,8	31,58	38,2	31,3	29,1	36,18	32,55	24,3	19,6	10,8	15
Нікель, т	22,1	17,87	10,4	8,4	9,3	8,003	16,44	17,7	17,4	10,1	9
Хром, т	9,0	6,923	10,6	11,6	9,2	7,677	7,165	8,6	6,5	6,5	5,9

Продовження табл. 1.16

Забруднюючі речовини	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	Дністер										
Об'єм стічних вод, млн.м <sup>3</sup>	295,9	304,9	296,1	293	274	270,8	259,0	247	238	209	191
БСК повний, тис.т	5,8	5,399	5,4	4,9	4,0	4,123	3,448	3,3	3,1	3,3	3,1
Нафтопродукти, т	58,2	59,99	48,8	36,0	28,2	23,46	17,31	9,7	8,7	7,5	6,7
Завислі речовини, тис.т	7,5	6,946	4,7	4,0	3,4	6,389	1X28	3,5	3,0	3,4	2,8
Сухий залишок, тис.т	197,5	172,9	141,8	149,2	148,1	149,2	128,1	122	119	106	100
Сульфати, тис.т	27,0	25,4	24,5	24,6	23,4	21,27	21,79	22,9	17,5	17,2	13?7
Хлориди, тис.т	52,0	47,0	40,8	38,2	45,3	43,05	38,82	33,7	31,2	29,1	26,7
Фосфор загальний, тис.т	0	0,009	0,1	0,1	0	0,050	0,071	0,1	0,1	-	-
Азот амонійний, тис.т	3,2	1,676	1,2	1,2	1,0	0,869	0,893	0,8	0,8	0,6	0,5
Феноли, т	0,9	0,350	0,2	0,1	0	0,028	0,015	0	0,1	0	0
Нітрати, тис.т	2,0	1,340	1,4	1,8	1,5	1,843	1,804	1,9	1,4	1,5	1,7
СПАР, т	137,5	72,93	50,0	25,4	34,3	24,94	15,4	11,8	12,6	14	15
Жири, олія, т	6,3	1,001	0,3	0	0	0,019	0,012	0,1	0,3	0	0
Залізо, т	25,7	30,03	35,5	33,6	35,5	43,1	33,34	29,2	25,7	27,4	27,2
Мідь, т	0	0,283	0,9	0,5	0,3	0,073	0,06	0,1	0,1	0,1	0,2
Цинк, т	0,8	-	0,1	0	0	0,241	0,783	0,1	0,1	0	0,1
Нікель, т	0,6	1,659	-	0	0	0,378	0,091	0,1	0,1	0	0,1
Хром, т	0	0,153	0,1	0	0	0,004	0,03	0	0	0	0

Продовження табл. 1.16

Забруднюючі речовини	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	Сіверський Донець										
Об'єм стічних вод, млн.м	1319,6	1232	1116	1066	949	933	876,9	807	761	721	735
БСК повний, тис.т	15,6	13,8	12,8	11,4	10,5	9,02	6,670	8,2	7,7	8,0	8,0
Нафтопродукти, т	332,2	251,8	333,1	328,2	249,3	338,2	258,4	211	190	177	206
Завислі речовини, тис.т	20,7	16,94	17,3	14,6	11,7	12,3	11,35	12,2	10,5	12,2	12
Сухий залишок, тис.т	1702,8	1653	1450	1365	1189	1135	1001	940	904	864	852
Сульфати, тис.т	399,8	410,9	351,7	344,9	310,0	304,1	254,6	261	255	270	274
Хлориди, тис.т	411,3	424,7	352,7	315,7	240,6	235,8	193,2	170	148	130	136
Фосфор загальний, тис.т	4,4	0,037	0,1	55,1	-	-	-	-	-	-	-
Азот амонійний, тис.т	6,0	5,898	4,8	3,3	2,7	2,149	1,607	1,5	1,5	1,4	1,4
Феноли, т	4,2	29,69	2,5	1,6	1,0	1,794	1,119	ІД	1,0	ІД	1,6
Нітрати, тис.т	7,8	8,836	10,4	13,2	113,1	19,64	17,85	17,7	15,7	15,6	14
СПАР, т	140,0	118,7	121,8	124,9	99,0	84,43	96,57	72,7	71,1	75,0	67
Жири, олія, т	106,5	6,952	6,9	3,9	3,0	0,68	0,902	0,5	0,8	0,3	6,4
Залізо, т	365,3	362,2	271,3	245,1	205,5	233,6	206,5	177	174	167	154
Мідь, т	24,4	21,62	0,6	17,3	18,3	21,52	18,08	9,8	4,8	5,3	3,6
Цинк, т	5,0	2,317	1,4	0,8	0,6	1,124	0,307	0,5	1,2	4,3	5,5
Нікель, т	3,4	2,946	0,8	2,0	0,6	0,816	0,686	1,0	0,9	1,2	2
Хром, т	7,1	5,749	3,0	1,9	2,3	3,035	3,165	5,3	1,3	1,8	2,8

Продовження табл. 1.16

Забруднюючі речовини	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	Південний Буг										
Об'єм стічних вод, млн.м <sup>3</sup>	198,1	196,5	193,2	194,0	198	195,2	186,3	181	173	171	149
БСК повний, тис.т	3,8	3,423	2,6	22	2,3	1,741	1,764	2,1	1,7	1,7	1,5
Нафтопродукти, т	24,8	22,63	21,7	17,9	16,1	11,23	11,43	16,2	19,6	12,2	9,4
Завислі речовини, тис.т	4,6	3,911	3,0	2,7	2,7	2,257	1,641	1,8	2,0	2,0	1,8
Сухий залишок, тис.т	121,2	118,0	112,0	119,4	99,8	79,7	80,22	91	65,5	60,8	57,Г
Сульфати, тис.т	18,6	21,62	25,5	26,8	30,6	23,14	22,05	22,7	20,0	22,6	18
Хлориди, тис.т	27,2	27,68	26,1	22,6	23,5	19,05	18,88	18,0	16,7	16,9	14,4
Фосфор загальний, тис.т	0	0,046	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Азот амонійний, тис.т	1,3	1,287	0,9	0,8	0,7	0,564	0,657	0,7	0,5	0,5	0,6
Феноли, т	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Нітрати, тис.т	0,5	0,734	0,6	1,2	2,2	1,038	1,458	1,6	1,5	2,2	1,3
СПАР, т	41,4	19,19	23,7	19,7	19,2	19,36	19,14	14,2	13,3	16,0	15
Жири, олія, т	16,3	27,15	10,4	62,2	65,7	47,35	59,76	42	42,5	32,2	31,1
Залізо, т	35,6	39,57	25,7	31,8	32,5	30,94	22,74	26,3	27,7	27,4	19,1
Мідь, т	11,5	0,181	5,3	0,4	0,4	0,577	0,391	0,3	0,3	0,3	0,5
Цинк, т	0,8	2,306	0	0	0,2	1,569	0,656	1,3	0,8	0,8	0,5
Нікель, т	3,5	8,065	0,5	0,6	0,4	0,531	0,531	0,2	0,9	0,8	0,6
Хром, т	0,1	0,001	-	0	0	-	0,179	0,2	0	0	0

Таблиця 1.17

Скид забруднюючих речовин галузями економіки України у 1998 р.

Забруднюючі речовини	По галузях					В % від усього по галузях			
	проми- словість	сільське господа- рство	комуналь не господар- ство	інші	Всього в Україні	проми- словість	сільське господар- ство	комуналь не господар- ство	інші
Об'єм стічних вод, млн.м <sup>3</sup>	2250	148	3389	76	5863	38,4	2,5	57,8	1,3
БСК повний, тис.т	10,5	0,34	49,4	1,06	61,3	17,1	0,6	80,6	1,7
Нафтопродукти, т	433	0,28	626	22,7	1083	40,1	0,0	57,8	2,1
Завислі речовини, тис.т	30,8	0,85	59,Ъ	1,35	92,1	33,4	0,9	64,2	1,5
Сухий залишок, тис.т	3466	267	2161	38,0	5932	58,5	4,5	36,4	0,6
Сульфати, тис.т	955	92,4	464	18,0	1529	62,5	6,0	30,3	1,2
Хлориди, тис.т	922	42,5	418	30,5	1413	65,2	3,0	29,6	2,2
Фосфор загальний, тис.т	0,37	0,001	0,30	0,001	0,67	55,1	0,1	44,7	од
Азот амонійний, тис.т	3,55	0,064	12,1	0,30	16,0	22,2	0,4	75,5	1,9
Феноли, т	9,42	0,001	2,86	0,02	12,3	76,5	0,01	23,3	0,2
Нітрати, тис.т	12,4	0,40	53,8	0,40	67,0	18,5	0,6	80,3	0,6
СПАР, т	40,5	0,44	378	5,06	424	9,6	0,1	89,1	1,2
Жири, олія, т	15,1	0,05	53,4	1,65	70,2	21,5	0,1	76,0	2,4
Залізо, т	635	1,68	880	14,3	1531	41,5	0,1	57,5	0,9
Мідь, т	13,6	0,13	35,6	0,03	49,3	27,5	0,3	72,1	0,1
Цинк, т	9,77	1,18	44,6	0,00	55,6	17,6	2,1	80,3	0,0
Нікель, т	9,53	-	3,11	0,04	12,68	75,2	-	24,5	0,3
Хром, т	2,57	-	9,38	0,05	12,0	21,4	-	78,2	0,4
Ртуть, т	0,002	-	-	0,000	0,002	100	-	-	-



Частка сільського господарства та інших галузей економіки в скид забруднюючих речовин невелика і переважно не перевищує часток відсотка або кількох відсотків. Тут, звичайно, можна висловити сумнів щодо достовірності даних. Але для перших висновків про шляхи поліпшення якісного стану природних водойм їх цілком достатньо.

Як уже відзначалося, за хімічними показниками майже всі водні об'єкти, на яких провадяться спостереження, забруднені. Крім спостережень за хімічним складом вод, ведуть дослідження стану гідробіоценозів, за яким також можна судити про якість вод. У 1998 р. спостереження за станом поверхневих вод за гідробіологічними показниками проводили на 49 річках та 10 водосховищах, одному озері, в 101 пункті, на 192 створах.

Оцінка стану екосистем за гідробіологічними показниками засвідчила антропогенне екологічне напруження на 71 % контрольованих водних об'єктів. Решта водних об'єктів характеризувалася екологічним навантаженням з елементами регресу. Іншими словами, оцінки якості водних ресурсів за хімічними та гідробіологічними показниками збіглися і свідчать про триваючу екологічну кризу.

Отже, водні ресурси України відносно незначні і не можуть на тривалий час забезпечувати водою належної якості населення та галузі економіки за існуючих технологій промислового і сільськогосподарського виробництва.

Екстенсивний розвиток економіки вимагає дедалі більших об'ємів води. Цей попит частково задовольнявся регулюванням річкового стоку та внутрішньо- і міжбасейновим його перекиданням.

Недостатнє очищення комунальних, промислових та інших стічних вод при зниженні природної очисної спроможності річок внаслідок їх непомірної зарегульованості привело до забруднення поверхневих вод.

Неефективне використання природних ресурсів, застарілі технології, відсутність чи ігнорування законодавчих, нормативних, економічних, інформативних та організаційних важелів зумовили продукування і нагромадження великих обсягів відходів, серед яких дуже багато токсичних, а також забруднення повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод.

Значну частку у забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод внесло сільськогосподарське виробництво через нераціональне

використання мінеральних добрив та пестицидів при тотальному розорюванні земель.

Внаслідок забруднення вод порушилися водні екосистеми. У 90-х рр. внаслідок перебудови економіко-соціальної системи різко скоротилось виробництво, відповідно і об'єми використовуваної води, однак забруднення вод не знизилось, що пояснюється підвищенням частки забруднених вод у загальному обсязі стічних вод, скинутих у водні об'єкти та частки скидних вод, що потребують більш глибокого очищення.

У нинішніх умовах вирішити проблему екологічної кризи за короткий термін неможливо - необхідна перебудова як виробництва, так і свідомості, мислення людей. Крім того, екологічного оздоровлення потребують не лише річки та озера, а й поля, ліси, міста і села.

Як свідчить аналіз тенденцій зміни водокористування та водовідведення, для поліпшення екологічної ситуації, зменшення її гостроти необхідно насамперед поліпшити роботу очисних споруд, а також економити воду й інші природні ресурси. Особливо це стосується комунального господарства — основного постачальника забруднюючих воду речовин.

На базі Основних напрямів державної політики України в галузі охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки, затверджених Постановою Верховної Ради України від 5 березня 1998 р. № 188/98-ВР, розроблено Концепцію розвитку водного господарства України.

**!** *Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:*

1. Дати кількісну і якісну характеристику водним ресурсам України.
2. Знати основні фізичні та хімічні властивості води.
3. Знати основні ланки колообігу води у природі.
4. Перелічити основні напрямки водокористування.
5. Знати причини забруднення поверхневих і підземних вод України.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

1. Чим пояснюються аномальні властивості води?
2. Від яких чинників залежить розподіл річкового стоку в часі і по території?
3. Як розподілені підземні води по території країни і як вони використовуються?
4. Які складові входять до рівняння водного балансу річкового басейну і як вони визначаються?

**Література до розділу 1**

1. Авакян А.Б., Широков В.М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Екатеринбург: Виктор, 1994. - 312 с.
2. Вишневський В.І., Косовиць О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр, 2003. - 324 с.
3. Водне господарство в Україні /За ред. А. В. Яцика, В. М. Хорева. – К.: Генеза, 2000. – 540 с.
4. Гирусов Э.В. и другие. Экология и экономика природопользования: Учебник для ВУЗов /под ред. проф.Э.В. Гирусова; Предисловие д-ра экон. наук, Председателя Госкомэкологии РФ В. И. Данилова-Данильяна. – М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998. – 455 с.
5. Доклад о развитии человека 2006. (Что кроется за нехваткой воды: Власть, бедность и глобальный кризис водных ресурсов). Опубликовано для Программы развития ООН (ПРООН) – М.: Изд-во «Весь мир», 2006. 49 с.
6. Ермолина Н. А., Кliche Р. К. Использование водных ресурсов зарубежной Европой //Вод. ресурсы. – 1979.- № 4. – С. 162-175.
7. Заставний Ф. Д. Географія України: У 2-х кн. – Львів: Світ, 1994. – 472 с.
8. Коротун І. М., Коротун Л. К., Коротун С. І. Природні умови і ресурси України. – Рівне: Принт хауз, 2000. – 192 с.
9. Малі річки України: Довідник /А. В. Яцик, Л. Б. Бишовець, Є. О. Богатов та інші; За ред. А. В. Яцика. – К.: Урожай, 1991. – 296 с.
10. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 638 с.

11. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України в 1998 році /Під ред. В. Шевчука. – К.: Вид. Укр. транспорт. ун-ту, 1999. – 171 с.
12. Основні показники використання вод в Україні за 2003 рік. Вип. 23 /Державний комітет України по водному господарству. – К.: 2004. – 68 с.
13. Паламарчук М. Еколого-економічні проблеми водокористування в Україні. - К.: Вод. господарство України. –1999, № 5-6. - С. 13 - 20.
14. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. /За редакцією В.М. Хорева, К.А. Алієва. - К.: Ніка – Центр, 2001. - 392 с.
15. Полад Полад-заде. Вода без границ. //Материалы Международного конгресса „Вода: экология и технология.” Москва, 6 - 9 сентября, 1994, Том 1. - С. 35 - 46.
16. Рамад Ф. Основы прикладной экологии : Воздействие человека на природу /Пер. с франц. Л.Т. Матвеева. - Л.: Гидрометеиздат. 1981. - 544 с.
17. Россия: Водно-ресурсный потенциал. /Под ред. А.М. Черняева. - Екатеринбург : Аэрокосмоэкология, 1998. - 338 с.
18. Россия: Водохозяйственное устройство /Под ред. А.М. Черняева. – Там же, 1999. - 400 с.
19. Россия: Социально-экономические водные проблемы /Под ред. А.М. Черняева. Там же. 1999. - 273 с.
20. Россия: Экономико-правовое управление водопользованием /Под ред. А.М. Черняева. Там же. 1999. - 410 с.
21. Справочник по водным ресурсам /Под ред. Б.И. Стрельца; ред.-сост. А.В.Яцык, О.З. Ревера, В.Д. Дупляк. - К.: Урожай, 1987. - 304 с.
22. Сташук В.А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами. - Дніпропетровськ: ВАТ Видавництво „Зоря”, 2006, -480 с.
23. Форощук В.П. Водоохранная деятельность и экологическое нормирование качества водной среды //Гидробиол. журн. – 1989. -Т. 25. - №1. - С. 36 - 41.
24. Шикломанов И.А. Динамика водопотребления и водообеспеченности в мире //Вод. ресурсы. - 1986. - №6. - С. 119 - 139.
25. Шнюков Е.Ф., Шестопалов В.М., Яковлев Е.А. Экологическая геология Украины. – К.: Наук. думка, 1993. - 408 с.

26. Яцык А.В., Шмаков В.М. Гидроэкология. -К.: Урожай, 1992. - 192 с.
27. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. - К.: Генеза, 1997. - 640 с.
28. Яцык А.В. Екологічна безпека в Україні. – К.: Генеза, 2001.- 216 с.
29. Яцык А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т. 7 кн. – К.: Генеза, 2003. - Т.1. кн. 1 - 2. - 400с.
30. Яцык А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т. 7 кн. – К.: Генеза 2003. - Т.2. кн.3 - 4.-384 с.
31. Яцык А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т. 7 кн. – К.: Генеза, 2003. - Т.3. кн. 5. - 496 с.
32. Яцык А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т. 7 кн. - К.: Генеза, 2004. - Т. 4. кн. 6 - 7. - 680 с.
33. Яцык А.В., Шевчук В.Я. Енциклопедія водного господарства, природокористування, природовідтворення, сталого розвитку. - К.: Генеза, 2006. - 1000 с.

## **2. ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО УКРАЇНИ**

### **2.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

Розвиток промисловості, сільського господарства, прискорені темпи житлово-комунального будівництва в другій половині ХХ століття в Україні зумовили підвищення значення водних ресурсів для народногосподарського комплексу, що привело до створення галузі водного господарства [9, 10].

Головним завданням водного господарства є планомірне забезпечення населення та галузей економіки водою у необхідній кількості та відповідній якості. Основні підгалузі (компоненти) водогосподарського комплексу – це водопостачання населених пунктів, промисловості, сільськогосподарського виробництва, зрошення земель і обводнення посушливих районів, гідроенергетика, водний транспорт, рибне господарство і рекреації. Всіх їх об'єднує використання або споживання водних ресурсів. Таким чином, галузь господарства, що розробляє і впроваджує заходи щодо використання поверхневих і підземних вод і боротьби з їхньою шкідливою дією, називається водним господарством [1]. Для розробки і виконання цих заходів у системі Водного господарства України в 1995р. працювало

13 державних і 10 орендних проектно-розвідувальних інститутів, 30 будівельно-монтажних трестів (це 2365 будівельних підприємств, 27 заводів залізобетонних виробів і 17 ремонтно-механічних заводів). Для експлуатації об'єктів водного господарства були створені 107 міжрайонних управлінь, а управління водними ресурсами, їхню охорону і меліорацію земель здійснювали 25 обласних управлінь водного господарства, 4 басейнові водогосподарські об'єднання (19 організацій).

Для використання нерівномірно розподілених у часі та просторі поверхневих і нерівномірно розташованих по території підземних вод було вжито ряд заходів щодо їхнього регулювання водосховищами та перерозподілу вод каналами і водоводами.

Спорудження Дніпровського каскаду водосховищ та ГЕС на них дало можливість у широких обсягах розвивати на півдні країни зрошення земель, забезпечити водою і електроенергією потреби промислових підприємств і населення Донбасу, Кривбасу, Криму. Площа зрошуваних земель зросла з 1917 р. по 1987 р. від 17,6 тис.га до 2,5 млн.га, а осушених відповідно від 430 тис.га до 3 млн.га. При цьому варто зауважити, що у період спорудження каскаду не були враховані екологічні наслідки цієї перебудови структури найбільшої річки України.

Важливим завданням водного господарства України є боротьба зі шкідливим впливом повеней і паводків. Це важливо особливо на гірських річках Карпат і Криму. У комплексі гідротехнічних споруд, як протиповеневих засобів, першочергове значення мають будівництво водосховищ, обвалування, виправлення і розчищення річищ, берегоукріплення, заліснення і терасування гірських схилів. Заходи щодо боротьби з повенями проводять у комплексі з використанням річок для гідроенергетики, водопостачання, меліорації [1, 8].

Водне господарство України – це складний комплекс, який за структурою, технологією і рівнем водокористування є екологічно небезпечним, оскільки прийшов у суперечність із відновлювальною спроможністю природних водних екосистем і якісними затратами соціальної сфери водозабезпечення.

Аналіз даних щодо водовідведення і якості природних вод за тривалий період свідчить про триваюче забруднення поверхневих і підземних, зокрема ґрунтових, вод. Особливо це помітно за останні десять років. Якщо об'єм використаної свіжої води зменшився від 30,2

(1990 р.) до 13,5 млрд.м<sup>3</sup> (1999 р.) а об'єм відведення стічних вод – від 20,3 до 11 млрд.м<sup>3</sup>, то об'єм забруднених стічних вод збільшився від 3,2 до 3,9 млрд.м<sup>3</sup>.

За обсягом використання води найбільшим споживачем є промисловість, на яку припадає 45% загального водоспоживання. У сільському господарстві використовується близько 40%, на комунальні потреби, рибне господарство та інше – решта.

На стан річок негативно впливають і зміни, що відбулися на території їх водозборів. Розораність земель в Україні наблизилась до 56%, а в Степу – до 63%. Лісистість території країни становить лише 14%, у Степу – 4,7%, тим часом у водоохоронному плані на водозборах степових річок вона має становити 16% [1, 4, 10].

Забрудненість річок, як вже згадувалось, досягло межі, за якою починається деградація екологічних систем. Це загрожує тим, що подальший розвиток економіки України може припинитися, або, правильніше, різко загальмувати. Через відсутність придатних для використання водних ресурсів в умовах України не може бути сталого розвитку держави.

Першим, найближчим кроком до виправлення ситуації, що склалася, має бути перебудова техногенного середовища шляхом технічного переоснащення виробничих процесів на базі впровадження наукових досягнень в енерго- і ресурсозберігаючій технології, підвищення рівня поворотного водозабезпечення, поліпшення очищення стічних вод поряд з обов'язковим скороченням їхніх обсягів та ін. Не має права на існування жодна технологія, якщо вона забруднює воду та навколишнє середовище більше, ніж це середовище може нейтралізувати. Це має стати законом, законом моралі і Законом держави щоб відвернути екологічну катастрофу. Вже нині дотримання існуючих правил експлуатації наявних технічних засобів і технологій дало б змогу зменшити обсяги скиду забруднених вод на 15-20%.

## **2.2. ВОДОГОСПОДАРСЬКІ КОМПЛЕКСИ (ВГК)**

### **2.2.1. ПОНЯТТЯ ПРО ВОДОГОСПОДАРСЬКИЙ КОМПЛЕКС, ВОДОСПОЖИВАЧІВ ТА ВОДОКОРИСТУВАЧІВ**

У сучасних умовах і особливо в перспективі усе більше значення набувають водогосподарські комплекси (ВГК).

**Водогосподарські комплекси** — це сукупність гідротехнічних споруд, соціально-економічних та технічних заходів щодо використання водних ресурсів в інтересах ефективного розвитку всіх галузей економіки.

Згідно з “ГОСТ 19185-73” ВГК — сукупність різних галузей господарства, які спільно використовують водні ресурси одного річкового басейну.

Галузі, які забирають воду або використовують її з даного водогосподарського комплексу або водного об'єкту, називаються **учасниками** або **компонентами** ВГК [4, 5, 7].

До учасників або компонентів ВГК відносяться: водопостачання, гідроенергетика, водний транспорт, гідротехнічні меліорації, лісосплав, рибне господарство, відпочинок на воді та водний туризм.

До гідротехнічних меліорацій крім осушення та зрошення відносяться також відновлення порушених екосистем, боротьба з повеннями, водною ерозією, селевими потоками, зсувами і руйнуванням берегів, а також із заболоченням і засоленням земель.

ВГК класифікуються за масштабами поширення їх дії, типом споруд та числом учасників.

Так, за **масштабами поширення їх дії** можна виділити міждержавні, державні, зональні, басейнові і регіональні (частини басейну) ВГК [3, 4, 5].

До **міждержавних** ВГК відносяться ті, що використовують водні ресурси прикордонних річок (Прут, Прип'ять) або річок, що проходять через ряд країн (Дунай, Дніпро, Дністер).

До **державних ВГК** відносяться ті, що використовують водні ресурси країни. У США, Англії, Франції такі ВГК або частини їх існують, в Україні така ВГК ще не розроблена.

**Басейнові ВГК** охоплюють басейни великих річок. Нині розроблені "Схеми комплексного використання і охорони водних і земельних ресурсів" для багатьох річок України.

Регіональні ВГК (частини басейну) можуть складатися для окремих адміністративних територій, областей або районів.

**ВГК за кількістю учасників** можуть бути **галузевими** або **комплексними**. Галузеві комплекси можуть створюватись для однієї галузі, наприклад, для зрошення, рибного господарства та ін. (рис.2.1).



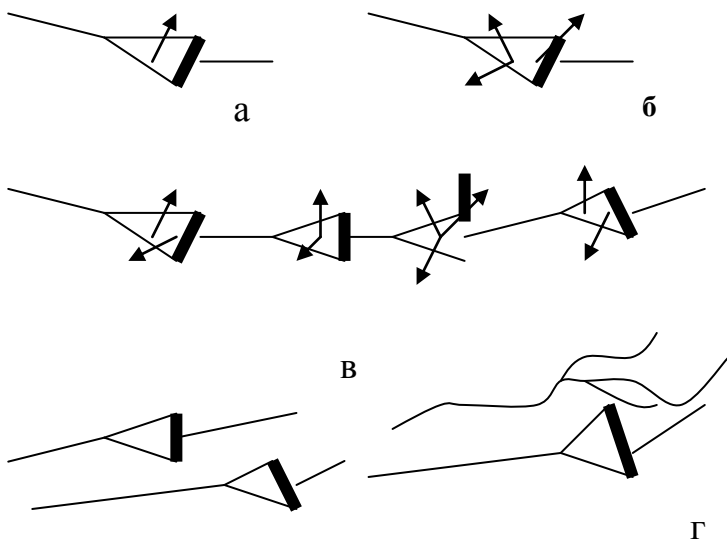


Рис. 2.1. Типи ВГК: а – одновузловий одногалузевий; б – одновузловий багатогалузевий; в – багатовузловий та багатогалузевий; г – одно- та багатогалузевий з прерозподілом стоку.

Комплексні ВГК включають в себе декілька учасників (комунально-побутове господарство, гідроенергетика, зрошення, водний транспорт, лісосплав, водний туризм і ін.). Наприклад, на Дніпрі створено шість комплексних ВГК: Київський, Канівський, Кременчуцький, Дніпродзержинський, Дніпровський (Дніпрогес), Каховський.

За своєю дією та характером використання водних ресурсів учасники ВГК поділяються на **водоспоживачів і водокористувачів**.

**Водоспоживачі** (водоспоживання) — забирають воду із водних об'єктів, при цьому частина води втрачається безповоротно, так як вона входить до складу промислової та сільськогосподарської продукції, а також випаровується в процесі використання, а інша частина повертається у водойму. До водоспоживачів відносяться промислове і комунальне водопостачання, зрошення, тепла та атомна енергетики і ін.

**Водокористувачі** (водокористування) — не забирають воду з водних об'єктів, а лише використовують її для виконання різних операцій. До їх числа відноситься гідроенергетика, водний транспорт, лісосплав, рибне господарство, водний туризм.

Класифікація водокористування наведена на рис. 2.2.

Часто спеціалісти, особливо юристи, вживають один термін "водокористування" і розуміють під цим всі галузі господарства, без поділу на водоспоживачів і водокористувачів [4, 5, 7].

В сучасних умовах спостерігається поступове стирання меж між водокористувачами в зв'язку з тим, що водні ресурси використовуються комплексно. Так, наприклад, будівництво електростанцій пов'язане із створенням водосховищ, з яких вода забирається для зрошення, комунального і промислового водопостачання, використовується для водного транспорту, лісосплаву, водного туризму, спорту. Крім того, створені водосховища повинні обов'язково використовуватись для розвитку рибного господарства, інакше такі комплекси не повинні прийматись в експлуатацію.

Нині все частіше галузі економіки поділяють на дві категорії в залежності від цілей водокористування:

**I категорія** - галузі економіки, для яких прісна вода в даний час і в майбутньому є абсолютно необхідною і потреба в ній все зростає. Це постійні водоспоживачі води, до яких відносяться водопостачання,



Рис.2.2. Сучасна класифікація водокористування; складена з урахуванням мети водокористування і взаємодії з об'єктами водного фонду та головних етапів використання води, враховуючи вплив на об'єкти водного фонду

зрошення, харчова промисловість, а також курорти, відпочинок, водний спорт і туризм, охорона природи.

**II категорія** - галузі економіки, для яких вода є сировиною, яку можна частково або повністю замінити при подальшому вдосконаленні технологічних процесів виробництва і транспорту, росту культури і комунального благоустрою. До них відносяться енергетика, транспорт, деякі галузі промисловості, в яких можуть розроблятися менш водомісткі технологічні схеми.

Згідно статті 42 Водного кодексу України (ВКУ) водокористувачами в Україні можуть бути підприємства, установи, організації і громадяни України, а також іноземні юридичні і фізичні особи та особи без громадянства, які здійснюють забір води з водних об'єктів, скидають в них зворотні води, або користуються водними об'єктами.

Водокористувачі можуть бути первинними або вторинними.

Первинні водокористувачі — це ті, що мають власні водозабірні споруди і відповідне обладнання для забору води.

Вторинні водокористувачі (абоненти) — це ті, що не мають власних водозабірних споруд і отримують воду з водозабірних споруд первинних водокористувачів та скидають стічні води в їх системи на умовах, що встановлюються між ними, та за погодженням з органом, який видав дозвіл первинному водокористувачу. Права водокористувачів обмежуються також під час аварій або за умов, що можуть призвести чи призвели до забруднення вод, та при здійсненні невідкладних заходів щодо запобігання стихійному лиху, спричиненому шкідливою дією вод, і ліквідації його наслідків.

В залежності від ознак, якісних та кількісних характеристик водних об'єктів вони класифікуються на класи, підкласи тощо (рис. 2.3).

Використання вод здійснюється в порядку загального і спеціального водокористування, для потреб гідроенергетики, водного і повітряного транспорту.

Загальне водокористування здійснюється громадянами для задоволення їх потреб (купання, плавання на човнах, аматорське і спортивне рибальство, водопій тварин, забір води з водних об'єктів без застосування споруд або технічних пристроїв та з криниць) безкоштовно, без закріплення водних об'єктів за окремими особами та без надання відповідних дозволів.

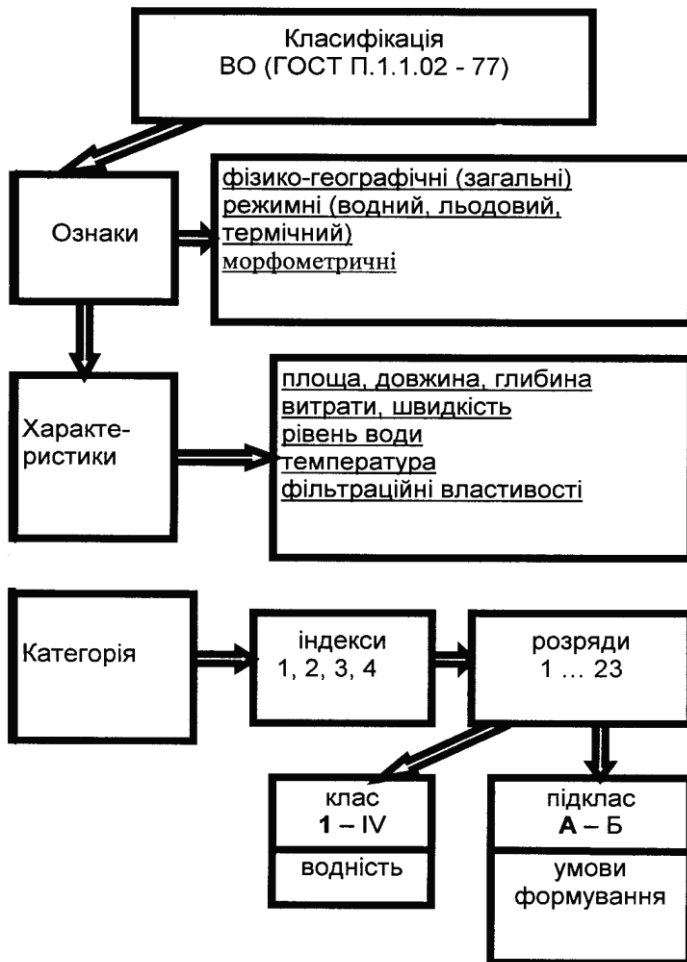


Рис.2.3. Класифікація водних об'єктів

Спеціальне водокористування — це забір води з водних об'єктів із застосуванням споруд або технічних пристроїв та скидання до них зворотних вод.

Спеціальне водокористування здійснюється юридичними і фізичними особами насамперед для задоволення питних потреб населення, а також для господарських, побутових, лікувальних, оздоровчих, сільськогосподарських, промислових, транспортних, енергетичних, рибогосподарських та інших державних і громадських потреб.

Спеціальне водокористування здійснюється на підставі дозволу.

Спеціальне водокористування є платним.

Спеціальне водоспоживання може бути короткостроковим (до трьох років), або довгостроковим (від трьох до двадцяти п'яти років).

Водокористування не є спеціальним, якщо воно пов'язане з пропуском води через гідровузли, судноплавством, подачею (перекачкою) води водокористувачам у маловодні регіони, усуненням шкідливої дії вод (підтоплення, засолення, заболочення тощо), використанням підземних вод для вилучення корисних компонентів, вилученням води з надр разом з видобуванням корисних копалин, виконанням будівельних, днопоглиблювальних і вибухових робіт, видобуванням корисних копалин і водних рослин, прокладанням трубопроводів і кабелів, а також буровими, геологорозвідувальними та іншими роботами на водних об'єктах, які використовуються без забору води та скидання стічних вод.

## **2.2.2. УМОВИ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ СКЛАД УЧАСНИКІВ ВГК**

Склад учасників кожного ВГК різний. Вибір складу учасників ВГК є дуже складним завданням, оскільки у кінцевому результаті ВГК впливає на економічний розвиток галузей господарств і стан навколишнього природного середовища [4, 5, 7].

Склад учасників ВГК визначається такими чинниками :

1) соціально-економічними; 2) природними; 3) технічними.

Між даними факторами існує складний взаємозв'язок (рис. 2.4).

### **1. Соціально-економічні фактори:**

- а) переважний напрямок галузей економіки та ступінь їх розвитку,
- б) розміщення населених пунктів і чисельність населення;
- в) наявність транспортних шляхів;

- г) прибудковість окремих галузей економіки;
- д) наявність культурних, археологічних, етнографічних пам'яток;
- е) величина збитків від можливого затоплення території.

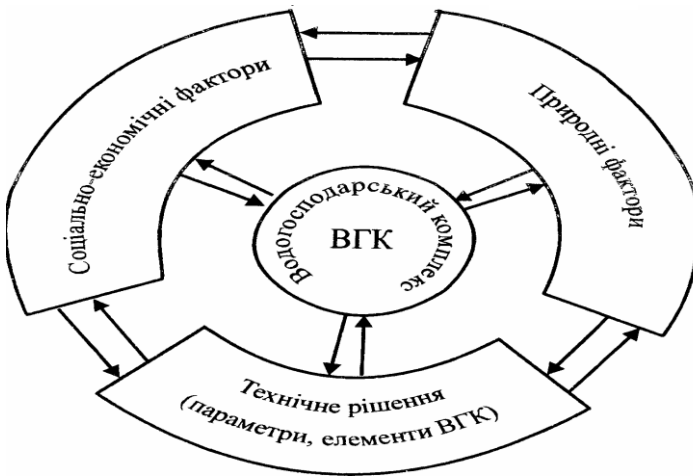


Рис. 2.4. Система вибору місця розташування та параметрів ВГК

## 2. Природні фактори:

а) гідрологічні умови, які визначають запаси водних ресурсів, їх розподіл по роках і на протязі року;

б) рельєф і геоморфологія майбутнього ложа водосховища, які визначають такі важливі техніко-економічні показники як можливість створення високих напорів, розміри затоплення і підтоплення прилеглої території, можливу площу зрошувальних систем і спосіб подачі води на них (самоплинний чи механічний), розвиток водного транспорту на водосховищі, об'єми витрат води на фільтрацію через ложе водосховища і заходи боротьби з метою їх скорочення, берегоукріплювальні роботи і ін.;

в) кліматичні умови, які визначають необхідність проведення зрошення чи осушення земель, заходів щодо боротьби з льодовими явищами на водосховищах, розвиток рибного господарства, ступінь складності будівництва ВГК;

г) ґрунтові умови зони затоплення водосховища, які визначають величину втрат сільськогосподарської продукції;

д) екологічна цінність території, яка визначається видовим складом рослинного та тваринного світу і не тільки ложа водосховища, але і прилеглої території та їх можливими змінами при будівництві водосховища.

**3. Технічні фактори** - можливі технічні рішення по будівництву і функціонуванню ВГК в конкретних умовах (наприклад, гребля може бути земляною чи бетонною, різної висоти, а це впливає на потужність ГЕС і вартість ВГК).

Остаточний вибір складу учасників ВГК приймається на підставі техніко-економічних розрахунків і повинен забезпечити найбільшу економічну ефективність усіх галузей господарства, а також не допустити погіршення екологічного стану, сприяти збереженню і розвитку природних екосистем району.

У залежності від зональності природних умов і напрямку розвитку економіки виділяють основного (ведучого) учасника ВГК. Так, у північних ВГК, наприклад, Київському, ведучим учасником є гідроенергетика і водопостачання, а в південних ВГК, наприклад в Каховському - зрошення.

### **2.2.3. ВИМОГИ УЧАСНИКІВ ВГК ДО ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Кожний учасник ВГК в залежності від притаманних йому особливостей пред'являє певні вимоги до водних об'єктів відносно таких показників як:

- необхідної кількості води і постійності її подачі на протязі року;
- якості води;
- рівня забезпеченості водоподачі.

Відомо, що використання води нерівномірне не тільки на протязі року, але і на протязі доби, що пояснюється особливостями водокористування учасників ВГК. До найбільш постійних водокористувачів відносяться промисловість, комунальне водопостачання, теплові, атомні і гідроелектростанції. Менш постійні - зрошення, судноплавство, рибне господарство, лісосплав. Наприклад, зрошення потребує подачі води тільки у вегетаційний період. Водний транспорт і лісосплав вимагають підтримання необхідних глибин у період навігації. А, наприклад, рибне господарство найбільш чутливе до подачі води в період нересту риби.



Різні галузі економіки пред'являють неоднакові вимоги до якості води у залежності від тих функцій, які вода виконує при її використанні (табл. 2.1). Якість води визначається її фізичними (температура, прозорість, колір, запах, смак) і хімічними (рН, мінералізація, вміст речовин), а також санітарно-бактеріологічними (наявність бактерій) властивостями. На якість води у водотоках та водоймах впливає господарська діяльність людини.

Найбільш високі вимоги до якості води пред'являють питне водопостачання і харчова промисловість, а також рибне господарство. Менші вимоги пред'являють зрошення, промисловість. Не пред'являють серйозних вимог до якості води гідроенергетика, судноплавство, лісосплав.

**Таблиця 2.1**

**Можливість використання річкової води в залежності від її якості**

Якість води	Види водокористування				
	господарсько-питне	промисловість	рибне господарство	відпочинок, спорт	транс-порт
Дуже чиста	Придатна	Придатна	Цілком придатна	Цілком придатна	Цілком придатна
Чиста	Придатна з хлоруванням	Придатна	Придатна	Цілком придатна	Придатна
Помірно чиста	Придатна після стандартного очищення	Придатна	Придатна	Придатна	Придатна
Забруднена	Придатна після спеціального очищення	Придатна	Придатна (крім цінних видів риб)	Використання сумнівне і небезпечне	Придатна
Брудна	Непридатна	Придатна для спеціальних цілей після очищення	Непридатна	Непридатна	Використання небажане

Відносно забезпеченості водоподачі (тобто можливих перебоїв водоподачі) різні галузі економіки пред'являють також різні вимоги. Так, найбільші вимоги в питного водопостачання (97 - 99%), промисловості (95 - 97%), гідро- і теплонергетики (90 - 95%), рибного господарства (80 - 90%), зрошення (75 - 95%) (рис. 2.5).

Галузь економіки	Потреба у воді												Забезпеченість, %
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Промисловість													95...97
Комунальне господарство													97...99
Зрошення													75...95
Гідроенергетика													90...95
Теплоенергетика													90...95
Водний транспорт та лісоплав													80...90
Охорона здоров'я та водний спорт													80...85
Рибне господарство													85...90

Рис. 2.5. Схема водокористування для різних галузей економіки

#### 2.2.4. ВИМОГИ ДО ВГК

Створені ВГК повинні відповідати таким основним умовам:

- 1) найбільш раціонально і повно забезпечувати запити кожного учасника ВГК;
- 2) забезпечити найбільш високу ефективність кожного учасника ВГК;
- 3) гарантувати найбільш просту і надійну експлуатацію всієї сукупності гідротехнічних споруд (греблі, насосні станції, водозабори, будівлі ГЕС, колодопропуски, рибопроходи, тощо).
- 4) не допускати погіршення екологічних умов, забезпечувати охорону водотоків і водойм від забруднення, засмічення і виснаження. Сприяти збереженню і розвитку природних екосистем.

Запити учасників ВГК часто суперечливі і знайти варіант, який би влаштував всіх, дуже важко. Так, якщо водний транспорт зацікавлений в підтриманні судноплавних глибин у нижньому б'єфі в

навігаційний період, для чого потрібні попуски води з верхнього б'єфу, тоді як гідроенергетика, навпаки, зацікавлена в накопиченні води у водосховищі для більш інтенсивного використання її в осінньо-зимовий період. В час повені вода накопичується у водосховищі, тоді як рибне господарство вимагає значних попусків води у нижній б'єф для підтримання необхідних оптимальних глибин на нерестилищах і мілководдях. Можна навести приклади протиріч між гідроенергетикою і зрошенням, рибним господарством і зрошенням, гідроенергетикою і водним транспортом тощо [4, 5, 7].

**! Опрацювавши цей розділ, ви повинні  
вміти:**

1. Пояснити зміст терміну “водогосподарський комплекс”.
2. Знати значення термінів - водоспоживачі та водокористувачі.
3. Знати категорії водоспоживачів.
4. Перерахувати основні складові класифікації водокористування з урахуванням мети водокористування, взаємодії з об'єктами водного фонду та головних етапів використання води, враховуючи вплив на об'єкти водного фонду.
5. Знати умови, які визначають склад учасників ВГК.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

1. За якими ознаками класифікуються водогосподарські комплекси?
2. Які основні функції виконують органи Дежводгоспу, що здійснюють контроль за раціональним використанням, охороною та відтворенням водних ресурсів?
3. Які водокористувачі називаються первинними та вторинними?
4. Навести визначення терміну „загальне та спеціальне водокористування”
5. У яких випадках водокористування не є спеціальним?
6. Навести характеристику вимог учасників ВГК до водних об'єктів.

7. Охарактеризувати можливості використання річкової води в залежності від її якості.
8. Навести вимоги до ВГК.

### **Література до розділів 2**

1. Водне господарство в Україні /За ред. А.В Яцика, В.М. Хорева. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.
2. Водний кодекс України. //Голос України. - 1995. - 20 липня.
3. Голиков А.П. Территориальная организация водного хозяйства СССР. - Харьков: Вища шк., 1982. - 144 с.
4. Грищенко Ю.М. Комплексне використання та охорона водних ресурсів: Навчальний посібник – Рівне: УДАВГ, 1997. – 247 с.
5. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. - К.: УМК ВО, 1989. - 275 с.
6. Закон України “Про меліорацію земель”, - К.: 2000. - 10 с.
7. Зарубаев Н.В. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. - Л.: Стройиздат, 1976. - 224 с.
8. Сташук В.А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами. – Дніпропетровськ: ВАТ “Видавництво “Зоря”, 2006. – 480 с.
9. Яцик А.В. Водогосподарська екологія. У 4-х томах, т.3. – К.: Генеза, 2004. – 494с.
10. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. – К.: Генеза, 1997. – 629 с.

### **3. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСНИКІВ ВГК**

Створений в Україні господарський комплекс потребує значних обсягів води. Найбільші валові потреби галузей економіки та потреб населення мали місце в 1990 році - 103 км<sup>3</sup>, а у 1999 році вони зменшилися до 60,7 км<sup>3</sup>, або на 41 відсоток. Задовільняються ці потреби забором води з поверхневих джерел на 26%, з підземних - 5, за рахунок морської води – 1% і за рахунок вод, залучених в зворотні і повторно-послідовні системи – 67%.

Таблиця 3.1

**Основні показники використання і відведення вод, млн.м<sup>3</sup>**  
**( за даними Держкомстат України, 2002)**

Показники	1990	1995	2000	2001
Спожито свіжої води (включаючи морську),	3020	2033	1299	1216
з неї на:	1	8	1	8
виробничі потреби	1624	1042	6957	7033
господарсько-питні потреби	7	1	3311	3041
зрошення	4647	4404		
сільськогосподарські потреби	6959	3469	1699	1158
Загальне водовідведення	1697	1331	513	361
	2026	1498	1096	1056
	1	1	4	9

У 1999 році з водних джерел забрано 19,7 км<sup>3</sup> води, у тому числі у басейні Дніпра - 11,5 (58%), Сіверського Дінця - 2,4 (12%), Дністра - 1,5 (8%), Південного Бугу - 1,2 (6%), Дунаю - 0,7 (4%), у басейні Західного Бугу - 0,3 км<sup>3</sup> (близько 2%).

Основними водокористувачами в Україні (станом на 2001 р.) були 14,5 тисяч підприємств, установ та організацій, якими спожито 12,2 млрд. м<sup>3</sup> води (табл. 3.1).

### 3.1. ПРОМИСЛІВІСТЬ

За об'ємом повного споживання і використання свіжої води найбільшим водоспоживачем є промисловість, на долю якої припадає 7033 млн. м<sup>3</sup> загального споживання.

Серед усіх галузей економіки найбільшими споживачами є підприємства електроенергетики (36% води від загальних обсягів) житлово-комунального (24%) та сільського господарства (19%, а також металургії (14%). Від підприємств цих галузей економіки надійшла переважна кількість забруднених стоків. Зокрема, від житлово-комунального господарства – 1164 млн. м<sup>3</sup>, що становить 38% від загального водовідведення у галузі, металургійної – відповідно 988 та 65 %, вугільної – 483 та 90%, електроенергетики 106 та 3%, хімічної та нафтохімічної 108 млн. м<sup>3</sup> та 50% (табл. 3.2).

Вода в промисловості використовується для технічних, побутових потреб та створення резервів для гасіння пожеж, тобто

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{тп}} + Q_{\text{поб}} + Q_{\text{пож}} \quad (3.1)$$

де  $Q_{\text{тп}}$  - витрата води на технологічні потреби,  $Q_{\text{поб}}$  - витрата води на задоволення господарсько-побутових потреб робітників,  $Q_{\text{пож}}$  - витрата води на гасіння пожеж.

Використання води на технологічні потреби за відношенням до джерел водопостачання характеризується такими показниками:

- повне споживання —  $Q_n$ , або споживання свіжої води, м<sup>3</sup>/с;
- безповоротні витрати води —  $Q_6$ , м<sup>3</sup>/с;
- водовідведення —  $Q_v$ , м<sup>3</sup>/с;
- водовідведення, що потребує очищення —  $Q_{vo}$ , м<sup>3</sup>/с.

Витрати води в промисловості на технологічні потреби визначають за формулами:

$$Q_n = \frac{N_i \cdot (q^m + q^{ne} + q^{en})}{T} = \frac{N_i \sum q_i}{T} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3.2)$$

$$Q_6 = \frac{N_i \cdot q^6}{T} \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.3)$$

$$Q_v = \frac{N_i \cdot (q^{ov} + q^{on} + q^{vo} + q^{\phi})}{T} = \frac{N_i \sum q^v}{T} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3.4)$$

$$Q_{vo} = \frac{N_i \cdot (q^{ov} + q^{on})}{T} = \frac{N_i \sum q^{vo}}{T} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3.5)$$

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{lim}} = Q_{\text{сп}} \cdot K_{\text{lim}} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3.6)$$

$$(3.7) \quad Q_{\min} = Q_{\text{зум}} = Q_{cp} \cdot K_{\text{зум}} \quad \text{м}^3/\text{с}.$$

Таблиця 3.2

**Використання і відведення вод підприємствами галузей економіки, млн.м<sup>3</sup>**  
**(за даними Держкомстат України, 2002)**

Галузі	Викори- стано води, всього	З неї на:		Відведено зворотно у поверхневі води	
		господар- сько-питні потреби	виробничі потреби	всього	в т.ч. заб- руднених
Україна	12168	3041 7033	2527 387	10136	3008
електроенергетика	4358	136	27	3514	106
вугільна промисловість	102	4221	207	537	483
металургійна промисловість	1717	33	22	1516	988
хімічна та нафтохімічна промисловість	200	36	142	218	108
машинобудування	126	115	47	52	29
нафтогазова промисловість	21	1620	32	5	5
житлово-комунальне господарство	2929	30	12	3096	1164
сільське господарство	2265	169	20	976	56
харчова промисловість	173	49	39	41	11
транспорт	78	76	125	33	10
промисловість будівельних матеріалів	32	4		25	11
інші галузі	167	16		123	37



де  $N_i$  — об'єм виробництва;  $q^m, q^{ns}, q^{zn}$  — середньорічні витрати води на одиницю виміру,  $m^3$ , відповідно технічної, питної для виробничих потреб, питної для господарсько-побутових цілей;  $q^b$  — безповоротне споживання і втрати води,  $m^3$ ;  $q^{os}, q^{on}, q^{bo}, q^{\phi}$  — середньорічна кількість скиду стічних вод у водойми на одиницю виміру,  $m^3$ , відповідно виробничі, що потребують очищення, побутових, що потребують очищення, не потребують очищення, фільтраційні;  $K_{lim}, K_{zum}$  — коефіцієнти зміни середньорічної норми.

Значення  $q_i$  приймається згідно галузевих стандартів та укрупнених норм витрат води і кількості стічних вод на одиницю продукції чи сировини (табл. 3.3);  $T$  — час роботи підприємства, с.

$Q_{тп}$  — знаходиться в залежності від об'єму продукції, що виробляється і середньорічної укрупненої норми витрати води на одиницю продукції,  $m^3/c$ .

$Q_{поб}$  — витрата води на задоволення господарсько-побутових потреб робітників,  $m^3/c$ . Згідно норм, на одного робітника в звичайному цеху потрібно мати - 25, а в гарячих цехах - 35 л/зміну. Крім того, повинна бути передбачена витрата води на миття і гігієнічні цілі із розрахунку 40 - 60 л на одного робітника. Додатково враховується необхідність миття приміщень і поливу зелених насаджень.

$Q_{пож}$  — витрата води на гасіння пожеж, яка встановлюється згідно відповідних норм в залежності від ступеня вогнестійкості будівель і категорії виробництва і може дорівнювати 5 - 30 л/с. Тривалість пожежі приймається 3 години. Якщо впродовж цього часу запроєктований водовід підприємства не забезпечує необхідну величину витрат води, тоді повинні бути передбачені резервуари для накопичення води для гасіння пожеж.

**Ліміти споживання питної води** для промислових потреб з комунальних і відомчих господарсько-питних водопроводів встановлюється місцевими радами народних депутатів за погодженням з державними органами охорони навколишнього природного середовища.

Таблиця 3.3

**Показники укрупнених норм витрат води і кількості стічних вод на одиницю продукції або сировини [17]**

№ з/п	Назва та спосіб виробництва	Одиниця виміру	Система водопостачання	Середньорічні витрати води на одиницю виміру, м <sup>3</sup>					Середньорічна кількість скиду вод у водойми на одиницю виміру, м <sup>3</sup>					Безповоротне споживання і втрати води, м <sup>3</sup> , q <sup>б</sup>	Кількість стічних вод, що використовується для системи водопостачання, м <sup>3</sup>	Коефіцієнти зміни середньорічної норми	
				Зворотної, повгортного використання	Питної				Разом	У тому числі							
					Технічної, q <sup>т</sup>	Питної, q <sup>п</sup>		Разом		Підлягають очищенню, q <sup>во</sup>		Не потребують очищення, q <sup>бo</sup>	Фільтраційні, q <sup>ф</sup>				
						Для виробничих потреб, q <sup>пв</sup>	Для госп.- побутових цілей, q <sup>зп</sup>			Виробничих, q <sup>ов</sup>	Побутових, q <sup>оп</sup>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Крім цього, потрібно врахувати, що витрата води у промисловості визначається характером використання води, об'ємом і видом продукції, прийнятою технологією виробництва, системою промислового водопостачання (рис. 3.1).

Форма використання води відзначається великою різноманітністю. Її можна використовувати як сировину, розчинник, теплоносії і середовище, яке поглинає і транспортує механічно розчинні домішки. Найбільшу кількість води, яка використовується у промисловості, витрачають для охолодження. У теплоенергетиці ця величина складає 85% всіх витрат води.

Витрата води на одиницю продукції змінюється у залежності від виду продукції, що випускається (табл. 3.4).

У залежності від технологічної досконалості виробництва питомих водоспоживання дуже різняться. Так, наприклад, на виробництво 1000 пар взуття в колишньому СРСР витрачалось біля 15 м<sup>3</sup>, тоді як у Болгарії - 22,7 м<sup>3</sup>, Угорщині - 34 м<sup>3</sup>, на виробництво 1 т маргарину у колишньому СРСР - 7,05 м<sup>3</sup>, Німеччині - 10,2 м<sup>3</sup>, Угорщині - 40,1 м<sup>3</sup>, на виробництво 1 т сульфатної невідбіленої целюлози у Румунії - 70 м<sup>3</sup>, а Чехії - 90 м<sup>3</sup> [17].

При користуванні водними об'єктами для промислових цілей водокористувачі зобов'язані дотримуватися встановлених умов спеціального водокористування, екологічних вимог, а також вживати заходів щодо зменшення витрат води (особливо питної) та припинення скидів забруднених вод шляхом удосконалення виробничих технологій, схем водопостачання та очищення стічних вод.

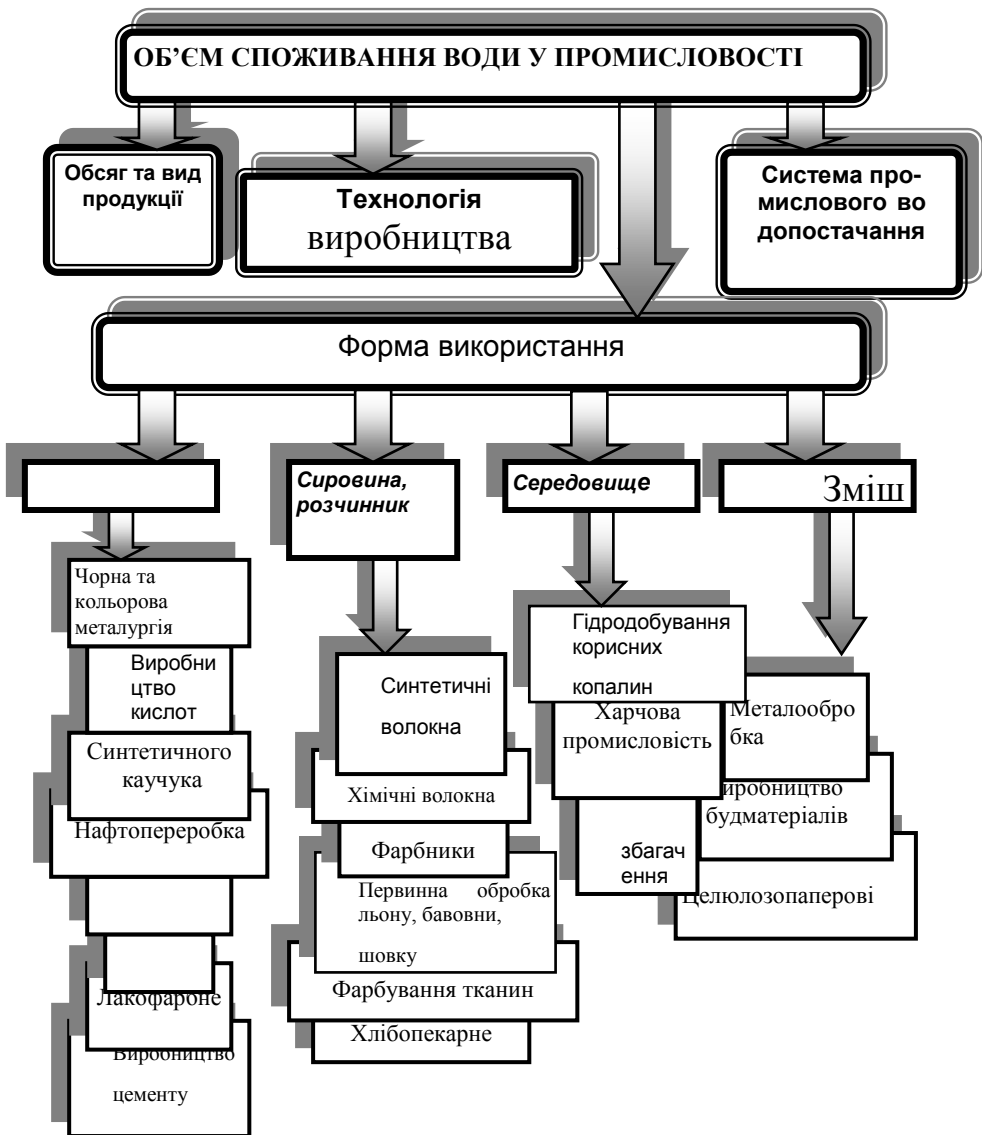


Рис. 3.1. **Форми споживання води у промисловості**

Таблиця 3.4

**Середні питомі витрати води на виробництво окремих видів продукції, м<sup>3</sup>/т [17]**

Вид продукції	Витрати води
Вугілля	1
Нафта	6
Цемент	17
Труби сталеві	60
Азотні добрива	61,7
М'ясо (готова продукція)	83
Алюміній	122
Тканини трикотажні	313,7
Картон	315
Папір	350
Сталь	360
Чавун	401
Газ	944
Целюлоза	1240
Синтетичні волокна	2590

Для оцінки та забезпечення раціонального використання води у галузях економіки встановлюються технологічні нормативи, а саме:

- поточні технологічні нормативи використання води – для існуючого рівня технологій;
- перспективні технологічні нормативи використання води – з урахуванням досягнень на рівні передових світових технологій. Згідно тої самої статті технологічні нормативи використання води розробляються та затверджуються відповідними міністерствами і відомствами за погодженням з Міністерством охорони природного навколишнього середовища

Великий вплив на водоспоживання у промисловості має вибрана схема водоспоживання (прямоточна, зворотна, повторна, послідовна або комбінована) (рис. 3.2).

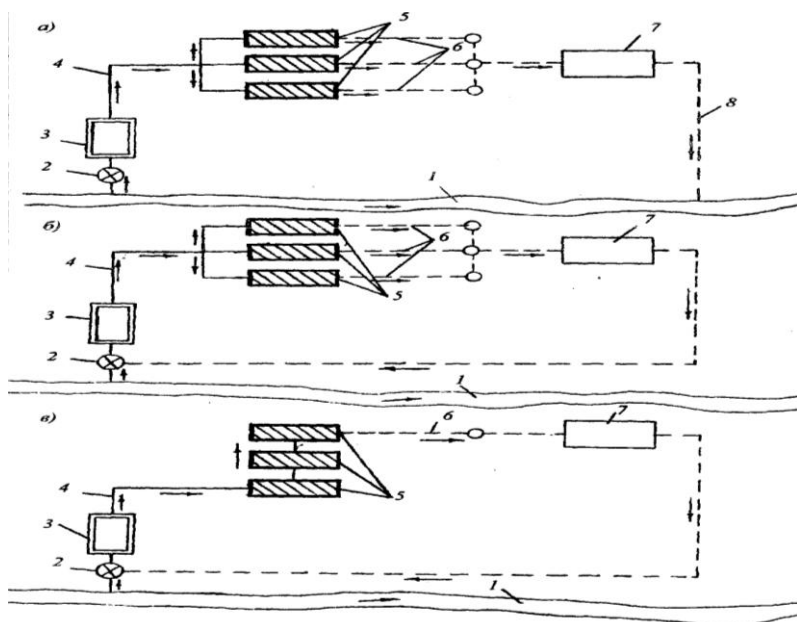


Рис 3.2. Схеми водопостачання в промисловості:

*а) прямоточна; б) зворотна; в) комбінована.*

1 - річка (джерело свіжої води); 2 - насосна станція (водозабір); 3 - споруди водопідготовки; 4 - трубопровід; 5 цехи підприємства; 6 - каналізація; 7 - споруди охолодження і очистки; 8 - скид стічних вод; → напрямок руху

Найбільш проста - **прямоточна схема** (рис. 3.2,а). Воду подають із джерела водопостачання до промислового підприємства і після використання вона поступає на очисні споруди, звідки її скидають у водні об'єкти.

При **зворотному водоспоживанні** (рис.3.2,б) відпрацьовану після технологічного процесу воду подають на охолодження і очистку, звідки вона знову подається на підприємство для технологічних потреб. Вода, витрачена для виготовлення продукції і інших безповоротних втрат, подається з джерела води. Звичайно величина втрат не перевищує 3-5%.

**Повторна (послідовна) схема** водопостачання передбачає використання відпрацьованої води без додаткової очистки чи обробки в інших процесах цього ж виробництва, або на інших підприємствах і після відповідної очистки, скидання її у водоприймач. Іноді кратність

використання води досягає 10-14, як, наприклад, у деяких країнах Західної Європи.

Найбільш раціональною є **комбінована схема** водопостачання, при якій вода після повторного використання і очищення поступає знову на підприємство (рис.3.2, в).

Ефективність використання води у промисловому виробництві, **технічна досконалість** систем водопостачання, а також технічне оснащення споруд та технології очищення стічних вод оцінюється такими показниками [3]:

**1) коефіцієнтом використання зворотної води** в загальному об'ємі водоспоживання визначається за формулою

$$K_{зв} = \frac{Q_{зв}}{Q_{зв} + Q_{дж} + Q_{сир}} \cdot 100 \% \quad (3.8)$$

де  $Q_{зв}$ ,  $Q_{дж}$ ,  $Q_{сир}$  – витрати води які використовуються в зворотній схемі, забираються з джерела та надходять з сировиною;

**2) коефіцієнтом використання води**, яка забирається з водного об'єкту:

$$K_{вик} = \frac{Q_{дж} + Q_{сир} - Q_{ск}}{Q_{дж} + Q_{сир}} \leq 1; \quad (3.9)$$

де  $Q_{ск}$  витрата води, що скидається у водойму;

**3) коефіцієнтом безповоротного водоспоживання** і втрат свіжої води (%):

$$K_{спож} = \frac{Q_{дж} + Q_{сир} - Q_{ск}}{Q_{дж} + Q_{сир} + Q_{посл} + Q_{ск}} \leq 1 \quad (3.10)$$

де  $Q_{посл}$  – витрата води яка використовується повторно;

**4) коефіцієнтом водовідведення:**

$$K_{вод.} = \frac{Q_{ск}}{Q_{дж} + Q_{ін} + Q_{сир}} \cdot 100; \quad (3.11)$$

де  $Q_{ін}$  — витрата води, що надходить від інших водоспоживачів.

Шляхи скорочення промислового водопостачання :

1) застосування зворотної і повторної схем водопостачання, що сприяє не тільки зменшенню водозабору свіжої води із водних об'єктів, а й істотно зменшує, або навіть зовсім виключає скид у водні об'єкти забруднених стічних вод;

2) впровадження у виробництво безводних технологій, які не вимагають води або використовують її у значно менших кількостях. Наприклад, заміна водяного охолодження повітряним, або газовим, чи конденсованими парами натрію тощо;

3) розробки нових технологій (або суміщення їх) чи виробництв, у яких в одному із них тепло виділяється, а в інших - поглинається (наприклад, при хімічних реакціях);

4) використання відпрацьованих вод виробництв після відповідної водо підготовки для технічного водопостачання окремих підприємств, що не вимагають особливої якості води;

5) розробки науково обґрунтованих норм водоспоживання і водовідведення на одиницю продукції;

б) впровадження контролю за дотриманням на підприємствах технологічної дисципліни, тобто недопущення невиробничих втрат води (пошкоджень трубопроводів, виходу із ладу запірної апаратури і інше);

7) обліку водоспоживання на підприємстві, застосування штрафів за перевитрату води та налагодження системи плати за водоспоживання (рис. 3.3).

### **!! Приклад розв'язку задачі**

**Задача 4.** Завод синтетичного каучуку випускає 20 т етиленпропіленового каучуку щоденно. Завод працює цілодобово, без вихідних. Чисельність робітників в зміні – 50 чоловік. Визначити річний об'єм води, який необхідний для даного заводу.

**Рішення.** Витрата води в промисловості  $Q_{пром}$  складається із витрат води на технологічні потреби ( $Q_{mn}$ ), витрат води на задоволення побутових потреб робітників ( $Q_{ноб}$ ) і витрат води на гасіння пожежі ( $Q_{пож}$ ). Витрата води на технологічні потреби знаходиться за формулою

$$Q_{mn} = N \cdot q / 31,5 \cdot 10^6,$$



де  $N$  - кількість продукції;  $q$  - середньорічна норма витрати води в літрах на одиницю продукції. Оскільки в задачі вимагається визначити об'єм води, то визначаємо об'єм води на технологічні потреби. Згідно умови задачі річний об'єм продукції буде дорівнювати  $N = 20\text{т} \cdot 365\text{днів} = 7300\text{т}$ . За [17] на виробництво 1т етиленпропіленового каучуку витрачається  $48,825\text{ м}^3$  води. Тоді річний об'єм води на виробництво  $7300\text{т}$  каучуку буде дорівнювати:

$$W_{mn} = 7300 \cdot 48,825 = 356422,5\text{ м}^3.$$

Річний об'єм води на побутові потреби робітників дорівнює:

$W_{nob} = N_p \cdot n \cdot q_n \cdot T = 50 \cdot 3 \cdot 0,095 \cdot 365 = 5201,25\text{ м}^3$ , де  $N_p = 50$  робітників у зміну;  $n = 3$  - кількість змін (у задачі сказано, що завод працює цілодобово);  $q_n = 0,095\text{ м}^3$  у зміну на 1 робітника (цехи по виробництву каучуку відносяться до гарячих);  $T = 365$  днів (кількість днів у році, так як в задачі сказано, що завод працює без вихідних).

Об'єм води, необхідний для гасіння пожеж визначається за формулою

$W_{noj} = q_{noj} T = 30 \cdot 10800 = 324000\text{ л} = 324\text{ м}^3$ , де  $q_{noj}$  - витрата води на гасіння пожеж, приймається в межах від 5 до 30 л/с. Для заводу по виробництву каучуку, який відноситься до пожеженебезпечних виробництв,  $q_{noj}$  приймаємо 30 л/с;  $T$  - тривалість пожежі, приймається рівною трьом годинам ( $T = 3 \cdot 60 \cdot 60 = 10800\text{ с}$ ). Таким чином, річний об'єм води для заводу по випуску каучуку буде:

$$\begin{aligned} W_{рiч} &= W_{mn} + W_{nob} + W_{noj} = \\ &= 356422,5 + 5201,25 + 324 = 361947,75\text{ м}^3. \end{aligned}$$

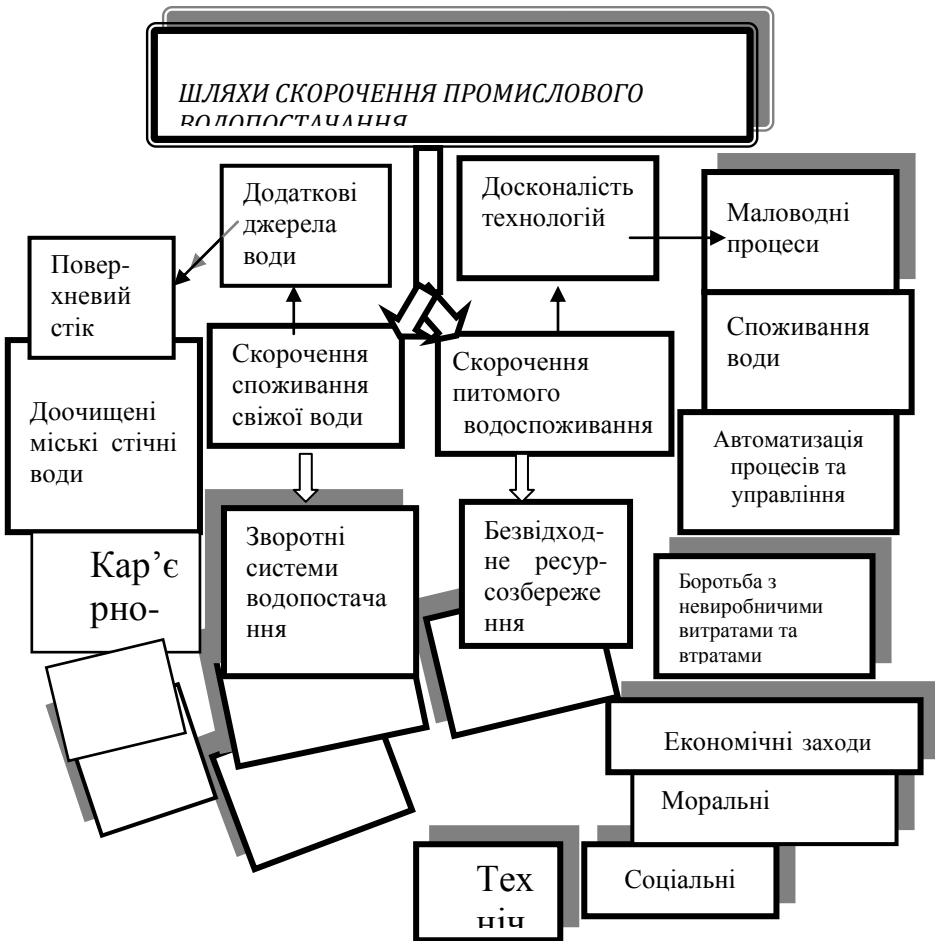


Рис. 3.3. Шляхи скорочення використання водних ресурсів у промисловості.

***! Опрацювавши цей розділ, ви повинні  
вміти:***

1. Дати характеристику промисловості як учаснику водогосподарського комплексу.
2. Оцінити основні показники використання і відведення вод які використовуються для потреб промисловості.
3. Знати основні схеми промислового водопостачання та шляхи скорочення споживання води в промисловості.
4. Перелічити показники використання води у промисловості.
5. Вміти керуватися галузевими стандартами та нормативними документами щодо визначення питомих норм водоспоживання та водовідведення в промисловості.
6. Знати форми споживання води яка використовується у промисловості.

***? Запитання і завдання для самостійної роботи:***

1. Наведіть порядок розрахунку витрат води на технологічні потреби промисловості.
2. Поясніть на прикладі недоліки та переваги різних схем промислового водопостачання.
3. Наведіть графіки використання водних ресурсів різними галузями промисловості в часі.
4. Поясніть за рахунок чого формується безворотне водоспоживання у промисловості.
5. Якими показниками обумовлюється об'єм споживання води у промисловості?
6. Які органи влади встановлюють ліміти на споживання води?
7. Поясніть на прикладах від чого залежать середні питомі витрати води на виробництво промислової продукції.
8. Якими показниками оцінюється ефективність використання води у промисловості?
9. Які існують шляхи скорочення споживання води у промисловості.

### 3.2. КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО, ЯК УЧАСНИК ВГК

При збільшенні чисельності населення і підвищенні рівня комфортності поселень постійно зростають витрати води на одну людину. Так, якщо в 1960 році комунально-побутовим господарством України використовувалось 1,0 млн. м<sup>3</sup>, то в 1990 році - 4,64 млн. м<sup>3</sup>, тобто збільшилось більше, ніж в 4 рази. Комунальним господарством в 1999 році забрано 3,46 км<sup>3</sup> води (у тому числі 1,1 км<sup>3</sup> з підземних джерел), з яких 2,9 км<sup>3</sup> використано для господарсько-питних потреб. Використання водних ресурсів у комунальному господарстві приведене у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

#### Використання водних ресурсів у комунальному господарстві

Напрями використання	Роки, млн. м <sup>3</sup>			1999 р. до 1990 р., %
	1990	1995	1999	
Забір води, разом	3834	3759	3461	90
у тому числі підземної	1302	1212	1143	88
Використано води, разом	3684	3813	3315	90
у тому числі на господарсько-питні потреби	3377	3428	2903	86
Безповоротні втрати води:				
при транспортуванні	453	767	1093	241
у процесі використання	661	707	951	144
Питоме використання води на одного міського жителя, літрів на добу	267	270	236	88

Величина повного водоспоживання комунального господарства України досягає 11% всього водозабору. Вода в комунальному господарстві витрачається для задоволення питних і інших потреб населення, роботи різних підприємств побутового обслуговування населення (лазні, пральні, їдальні та ін.), а також поливу вулиць і зелених насаджень, роботи міського транспорту, будівельних організацій, тощо.

Загальні витрати води у комунальному господарстві знаходиться за формулою

$$Q = \frac{N \cdot q_n \cdot K_{год} \cdot K_{доб}}{T} \text{ л/с}, \quad (3.12)$$

де  $N$  - чисельність населення;  $q_n$  - середньодобова норма водоспоживання, яка залежить від ступеню благоустрою житлового фонду населеного пункту і кліматичних умов району. Більші норми приймаються для південних районів, менші - для північних;  $K_{год}, K_{доб}$  - коефіцієнти годинної та добової нерівномірності споживання води;  $T$  - час.

Норми господарсько-питного водоспоживання та значення коефіцієнта добової нерівномірності приймаються у відповідності до будівельних норм і правил (СНиП 11-3-85 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М. 1986) (табл.3.6). При цьому слід зазначити що господарські та гігієнічні норми водоспоживання відрізняються між собою (табл.3.7).

Таблиця 3.7.

**Господарські ( $q_2$ ) та гігієнічні ( $q_{22}$ ) потреби у воді (л/доб.люд.)**

<i>Назва</i>	$q_2$	$q_{22}$
<b><i>Питні потреби</i></b>	1,5	2,0
Приготування їжі	3,4	4,6
Миття посуду	8,7	10,7
Умивання, чищення зубів	7,0	11,0
Душ, ванна	20,7	26,6
Прання	8,6	19,2
Змив бачка	22,7	31,4
Прибирання	5,0	5,5
<i>Разом</i>	75,6	111,3

Користування водами для потреб комунального господарства здійснюється у порядку як загального так і спеціального водокористування.

Згідно Водного кодексу України (ВКУ) при здійсненні спеціального водокористування для задоволення питних і побутових потреб населення в порядку централізованого постачання підприємства, установи та організації, у віданні яких перебувають питні та господарсько-побутові водопроводи, здійснюють забір води безпосередньо із водних об'єктів відповідно до затверджених у

встановленому порядку проектів водозабірних споруд, нормативів якості води і дозволів на спеціальне водокористування.

Таблиця 3.6

### Норми господарсько-питного водоспоживання в населених пунктах

Ступінь благоустрою будівель	Норма водоспоживання на одну людину, л/добу		Коефіцієнти нерівномірності	
			$K_{доб}$	$K_{год}$
Без водопроводу і каналізації	30...50	40...60	1,33...1,20	2,0...1,80
Водопровід, каналізація без ванн	125...150	140...170	1,12...1,13	1,50...1,40
Водопровід, каналізація, ванни з газовими колонками	180...230	200...250	1,11...1,09	1,30...1,25
Водопровід, каналізація і центральне гаряче водопостачання	275...400	300...420	1,09...1,05	1,25...1,20

При використанні води для питних і господарсько-побутових потреб населення у порядку нецентралізованого водопостачання юридичні і фізичні особи здійснюють її забір безпосередньо з поверхневих або підземних водних об'єктів у порядку загального і спеціального водокористування.

Водоспоживання в населених пунктах змінюється протягом року. Найбільші об'єми води витрачаються в літній період, коли населення частіше користується ванною і приймає душ, проводиться полив вулиць і зелених насаджень.

Водоспоживання нерівномірне протягом тижня, дня і навіть години. Воно помітно зростає у передвихідні дні. На протязі дня найбільше води споживається в середині дня і найменше вночі. Для оцінки коливання водоспоживання протягом години користуються коефіцієнтом годинної нерівномірності  $K_{год}$ , який представляє собою відношення максимального годинного споживання до середнього. Аналогічно визначають коефіцієнт добової нерівномірності  $K_{доб}$ , який виражається відношенням максимальної добової норми до середньодобової. З ростом благоустрою будівель ця нерівномірність зменшується (табл. 3.6).

Розрахункові витрати води за добу найбільшого і найменшого водоспоживання ( $м^3/добу$ ) визначають з формулами:

$$Q_{доб.маx} = k_{доб.маx} \cdot Q_{доб.с.р.} \quad (3.13)$$

$$Q_{доб.мін} = k_{доб.мін} \cdot Q_{доб.с.р.} \quad (3.14)$$

Коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання населенням дорівнює  $K_{доб.маx} = 1,1 - 1,3$ ;  $K_{доб.мін} = 0,7 - 0,9$ .

Розрахункові годинні витрати води ( $м^3/год$ ) знаходяться за формулами:

$$q_{год.маx} = k_{год.маx} \cdot Q_{доб.маx} / 24 \quad (3.15)$$

$$q_{год.мін} = k_{год.мін} \cdot Q_{доб.мін} / 24 \quad (3.16)$$

Коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання:

$$k_{год.маx} = \alpha_{маx} \cdot \beta_{маx} , \quad (3.17)$$



$$k_{\text{зод.мін}} = \alpha_{\text{мін}} \cdot \beta_{\text{мін}}, \quad (3.18)$$

де  $\alpha$  — коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи підприємств і інші місцеві умови,  $\alpha_{\text{макс}} = 1,2 - 1,4$ ;  $\alpha_{\text{мін}} = 0,4 - 0,6$ .

$\beta$  — коефіцієнт, який враховує число жителів у населеному пункті (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Значення коефіцієнта  $\beta$**

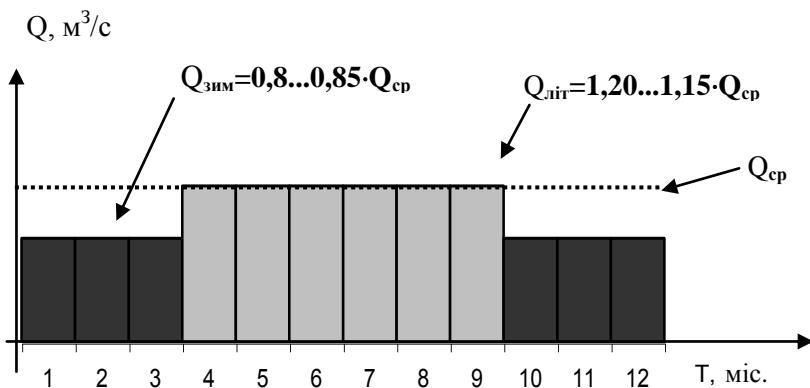
Коефіцієнт $\beta$	Число жителів, тис. чол.												
	До 0,1	0,2	0,3	0,5	1	2,5	4	10	20	50	100	300	>1000
$\beta_{\text{макс}}$	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1
$\beta_{\text{мін}}$	4,5	3,5	3	2,5	2	1,6	1,5	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1

Безповоротне споживання води в комунальному господарстві становить 18,2% ( $\gamma_{\bar{o}}$ ), тому безповоротні витрати ( $Q_{\bar{o}}$ ) та водовідведення ( $Q_e$ ) визначають за формулами:

$$Q_{\bar{o}} = Q \cdot \gamma_{\bar{o}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.19)$$

$$Q_e = Q - Q_{\bar{o}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.20)$$

**Характер водоспоживання в комунальному господарстві може бути представлений у вигляді рис. 3.4.**



**Рис.3.4.** Використання водних ресурсів на потреби комунального господарства

Джерелом водопостачання питної води можуть бути поверхневі, підземні води. В окремі райони України вода подається водогонами (табл. 3.9).

Слід зазначити, що ріст водоспоживання у комунальному господарстві повинен бути призупинений. Шляхами скорочення величини водопостачання можуть бути:

- 1) розробка і впровадження ефективних способів пневматичного прибирання міських територій;
- 2) випуск на базі хімічної та легкої промисловості різних засобів ліквідації відходів життєдіяльності організму людини;
- 3) підтримання чистоти в місцях громадського користування;
- 4) боротьба з втратами води на всіх етапах її використання з допомогою таких методів:

а) **технічних** (пониження тиску у зовнішніх мережах водопостачання і мережах споживачів, так як пониження тиску на  $0,1$  МПа дозволяє зменшити витрати води на  $8-10\%$ ; організація водомірного обліку, який забезпечує зменшення споживання на  $12-30\%$ , швидше виявлення і ліквідація пошкоджень у мережі трубопроводів і витоків води із неї; застосування високоякісної санітарно-технічної арматури і її своєчасна профілактика);

б) **економічних** (підвищення тарифів плати за воду; застосування штрафів за наявність витoku води при відсутності водомірного обліку);

в) **організаційних** (встановлення лімітів на споживання води і обмеження користування нею у певні години, наприклад, заборона поливу ділянок у години пік, подача води за графіком);

г) **соціальних** (обмеження росту чисельності населення в аридних зонах; обмеження площі газонів та зелених насаджень, що поливаються; підвищення екологічної культури населення) (рис. 3.5).

**! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

7. Пояснити значення комунального господарства як учасника водогосподарського комплексу.
8. Знати умови забезпечення населення питною водою.
9. Знати на які потреби використовується вода у комунальному господарстві.
10. Перелічити основні водогони України.
11. Знати шляхи скорочення водоспоживання у промисловості.
12. Знати у якому порядку здійснюється користування водами для потреб комунального господарства.
13. Назвати шляхи скорочення водопостачання у комунальному господарстві.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

6. За якими формулами проводиться розрахунок загальної витрати води у комунальному господарстві?
7. За якими формулами проводиться розрахунок витрати води за добу найбільшого і найменшого водоспоживання?
8. Як визначають розрахункові годинні витрати води?
9. Поясніть як визначають коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання?
10. Як визначають безповоротне споживання води у комунальному господарстві?

## 11. Як визначають водовідведення у комунальному господарстві?

### !! Приклад розв'язку задачі

**Задача 6.** Підрахувати річний об'єм води, який потрібен для задоволення потреб селища з населенням 15 тис.чол. при централізованому водопостачанні та каналізації.

**Рішення.** За табл. 3.6 встановлюємо середньодобову норму водоспоживання, яка дорівнює  $q = 130$  л/добу.

За табл. 4.2 встановлюємо коефіцієнти нерівномірності  $k_{доб.} = 1,12$ ,  $k_{год.} = 1,45$ . Добовий об'єм водоспоживання буде дорівнювати  $W_{доб.} = 15000 \cdot 130 \cdot 1,12 \cdot 1,45 = 3166800$  л, або  $3166,8 \cdot 365 = 1155882,0$  м<sup>3</sup>  $\approx 1,2$  млн.м<sup>3</sup>.

Таблиця 3.9

## Крупні водогони України

Назва водогону	Рік введення	Джерело забору	Довжина, км	Пропускна здатність, $\frac{м^3 / с}{млн.м^3 / рік}$	Основне призначення каналу (водоспоживачі)
1	2	3	4	5	6
Дніпро Донбас-Харків	1985	Канал Дніпро-Донбас	112	$\frac{8,6}{239}$	Питне водопостачання м.Харкова
Другий Донецький	1954	Підземні води в долині р.Сіверський Донець	150	$\frac{2,5}{73}$	Питне водопостачання м.Донецька
Дніпро-Біла Церква	1987	р.Дніпро, Канівське водосховище	250	$\frac{2}{60}$	Питне водопостачання м.Біла Церква

Дніпро-Кіровоград	1973	Кременчуцьке водосховище	116	$\frac{1,7}{54}$	Питне водопостачання м.Олександрія, Кіровоград, Знам'янка
Стрий-Львів	1979	р.Стрий	80	$\frac{1,6}{51,0}$	Водопостачання населення і пром підприємств Львова

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6
Міжгорне в-ще Севастопіль	1988	Північно-Кримський канал	78,5	$\frac{1,5}{47,5}$	Питне водопостачання м. Севастопіль, Симферопіль
Південно-Донбаський	1970	Канал Сіверський Донець-Донбас	158	$\frac{5,4}{170}$	Водопостачання населення і пром підприємств
Дніпро-Західний Донбас	1986	р.Дніпро	70	$\frac{1,4}{43,8}$	Питне водопостачання трьох районів Дніпропетровської обл.

Дністер- Одеса	1968	р.Дністер, Біляївський водозабір	28	$\frac{16,9}{420}$	Водопостачання населення і пром підприємств Одеси
Дністер- Чернівці	1982	р.Дністер	30	$\frac{1,0}{33}$	Водопостачання населення і пром підприємств м.Чернівці

# ПРОГРАМА ЕКОНОМІЇ ВОДИ

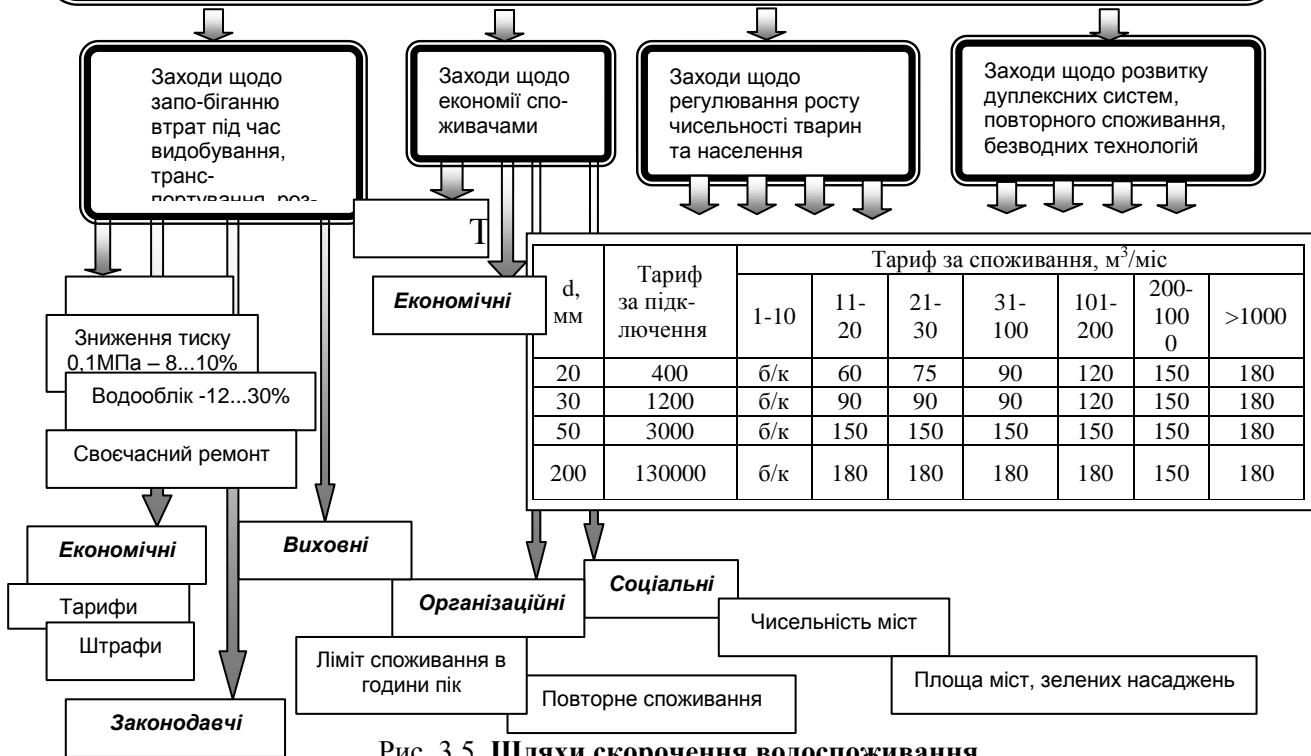


Рис. 3.5. Шляхи скорочення водоспоживання



### 3.3. ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я ТА СПОРТ ЯК УЧАСНИКИ ВГК

Охорона здоров'я та спорт мають велике значення в житті людини і як учасники ВГК мають ряд особливостей.

Користування водами в оздоровчих, рекреаційних та спортивних цілях здійснюється в порядку загального та спеціального водокористування (ст. 64 Водного Кодексу України).

Водні об'єкти, що мають природні лікувальні властивості, належать до **категорії лікувальних**, якщо їх включено до спеціального переліку.

Перелік водних об'єктів, що відносяться до категорії лікувальних із зазначенням запасів вод та їх лікувальних властивостей, а також інших сприятливих для лікування і профілактики умов, затверджується Кабінетом Міністрів України за поданням Міністерства охорони здоров'я України, Державного комітету України по геології і використання надр і Державного комітету України по водному господарству (ст. 62 ВКУ).

Водні об'єкти, віднесені у встановленому порядку до категорії лікувальних, використовуються виключно у лікувальних і оздоровчих цілях (ст. 63 ВКУ).

Згідно ст. 64 ВКУ місця користування водами в оздоровчих, рекреаційних цілях встановлюються відповідними Радами у порядку, встановленому законодавством.

Охорона здоров'я як учасник ВГК – це санаторії, грязелікарні, курорти та ін. Кількість води для одного хворого на добу має складати 400-500 л, а іноді 700-800 л. З такого розрахунку повинні визначатись витрати води, в тому числі і із мінеральних джерел (табл. 3.10).

Спорт як учасник ВГК - це, в першу чергу, водопостачання плавальних басейнів, стадіонів, видача дозволів на використання плавзасобів і інше.

При проектуванні водопостачання плавальних басейнів у закритих приміщеннях враховується, що щоденно безповоротно використовується 15% об'єму води, а пропускна спроможність басейну встановлюється із розрахунку 100 л води на 1 людину з врахуванням приймання душу. Водопостачання стадіонів здійснюється з розрахунку 50 л/добу для 1 спортсмена, крім того для одного глядача потрібно передбачити 3 л води. При використанні плавзасобів (яхта, катер, човен) рекомендується площа водної акваторії 0,5-0,8 га на одиницю плавзасобів. При видачі дозволу на

плавзасоби оговорюються місця заборони заїзду (місця нересту та нагулу риби, ділянки з цінними і рідкісними представниками флори та фауни і інше) [5, 6].

Таблиця 3.10

Забезпечення водою на господарсько-питні потреби (люд./доб)

Санаторії з лікуванням грязями	100 - 800
Санаторії без грязелікування	400 - 500
Дома відпочинку	100 - 150
Стадіони, спортзали: для спортсменів, для глядачів	50 - 60 30 - 50

Рекреація на водних об'єктах, як важлива частина відпочинку, включає в себе значну кількість компонентів і може бути за часовою ознакою короткочасною (1 - 2 доби) та довготривалою (рис. 3.6).

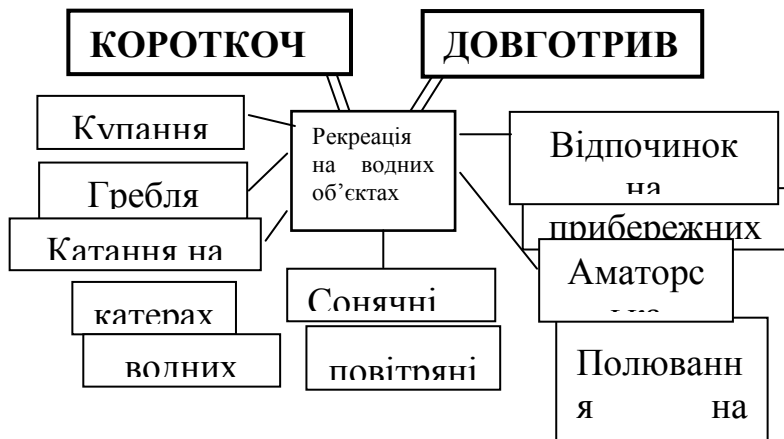


Рис.3.6. Види рекреації на водних об'єктах

Рекреаційними зонами згідно ст. 63 “Закону про охорону навколишнього середовища” є ділянки суші і водного простору, призначені для організованого масового відпочинку і туризму населення.

На території рекреаційних зон забороняється:

а) господарська та інша діяльність, що негативно впливає на навколишнє природне середовище або може перешкодити використанню їх за цільовим призначенням;

б) зміни природного ландшафту та проведення інших дій, що суперечать використанню цих зон за прямим призначенням.

При проектуванні пляжів та місць відпочинку необхідно враховувати такі вимоги:

- відсутність скидів стічних і атмосферних вод;
- глибина води у районі пляжу повинна бути не менше 2 м. Мілководдя, що періодично пересихають і можуть бути місцем виплоду малярійних комарів, використовувати для пляжів заборонено;
- кожна штучна водойма повинна бути проточною, щоб виключити можливість "цвітіння" води;
- прибережні смуги, що проектуються під пляжі, підлягають ретельній очистці від сміття, каменів, деревини та пнів;
- не рекомендується використовувати ділянки з крутими берегами, а також з різкою зміною глибини води;
- дно повинно бути піщаним або дрібногравійним, при необхідності дно в місцях купання спеціально готується;
- забороняється проектувати пляжі у місцях нересту та нагулу риби, на ділянках з цінними та рідкісними видами флори і фауни;
- при розробці диспетчерського графіку роботи водосховища необхідно передбачити скид перших об'ємів поверхневих вод, які, як правило, дуже забруднені різними органічними і мінеральними речовинами, а також бактеріями та іншими живими організмами і тому затримувати їх у водосховищах не рекомендується;
- зони відпочинку, що включають в себе прибережні смуги і акваторії, повинні знаходитись під постійним контролем і спостереженням спеціальних служб (санітарно-епідеміологічна, місцевих органів);
- будь-яке будівництво в місцях відпочинку заборонене.

Територія, яка використовується для відпочинку, повинна бути сприятливою за гідрометеорологічними умовами, в першу чергу температура води, повітря, швидкість поверхневої течії .

Згідно ст. 62 “Закону про охорону навколишнього природного середовища” **курортними і лікувально-оздоровчими зонами** визнаються території, які мають виражені природні лікувальні фактори: мінеральні джерела, кліматичні та інші умови сприятливі для лікування і оздоровлення людей.

З метою охорони природних якостей та лікувальних факторів курортних зон, запобігання їх псуванню, забрудненню і виснаженню встановлюються округи їх санітарної охорони.

В межах курортних і лікувально-оздоровчих зон забороняється діяльність, яка суперечить їх цільовому призначенню, або може негативно впливати на лікувальні якості і санітарний стан території, що підлягає особливій охороні.

Площа зони відпочинку на водосховищах, (її іноді називають **єдиною територіальною рекреаційною системою (ЄТРС)**) визначається за формулою

$$Fp = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{\beta=1}^q W_{i,k} + \sum_{j=1}^l W_{i,j} \right) m^2; \quad (3.21)$$

де  $W_{i,k}, W_{i,j}$  — види відпочинку відповідно на березі і воді;  $i$  — види відпочинку, яких може бути в загальному виді  $n$ ;  $q$  і  $l$  — прибережна територія і акваторія з найбільшим числом зон відпочинку (рис.3.7). Якщо питоме допустиме навантаження в межах ЄТРС водосховища позначити через  $a$  для суші і  $a'$  для акваторії, то сумарне навантаження рекреаційної системи знаходять за формулою

$$W = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{k=1}^q a_{i,k} w_{i,k} + \sum_{j=1}^l a_{i,j} w_{i,j} \right) \quad (3.22)$$

Величина  $a$  і  $a'$  поки що не нормовані. Параметри  $F$  і  $W$  вибираються шляхом порівняння варіантів. Критерієм оптимальності є мінімум приведених затрат. Освоєння нових об'єктів рекреації - тривалий процес, тому у розрахунках необхідно врахувати фактор часу і оперувати динамічними приведеними затратами.

У відповідності з вимогами СНиП П-60275 "Планировка городов, поселков и сельских населенных пунктов" рекомендуються такі навантаження для визначення розмірів території пляжів ( $m^2/людину$ ): на березі моря - 5, на березі річки і озера - 8, на березі (морських, річкових, озерних) дитячих пляжів - 4  $m^2/людину$ .

Кількість відпочиваючих на пляжах визначають з урахуванням коефіцієнта одноразового навантаження пляжів: для санітарно-курортних закладів і бальнеологічних курортів - 0,4, для кліматичних курортів - 0,8, для закладів відпочинку - 0,9, для таборів відпочинку дітей шкільного віку - 0,5.

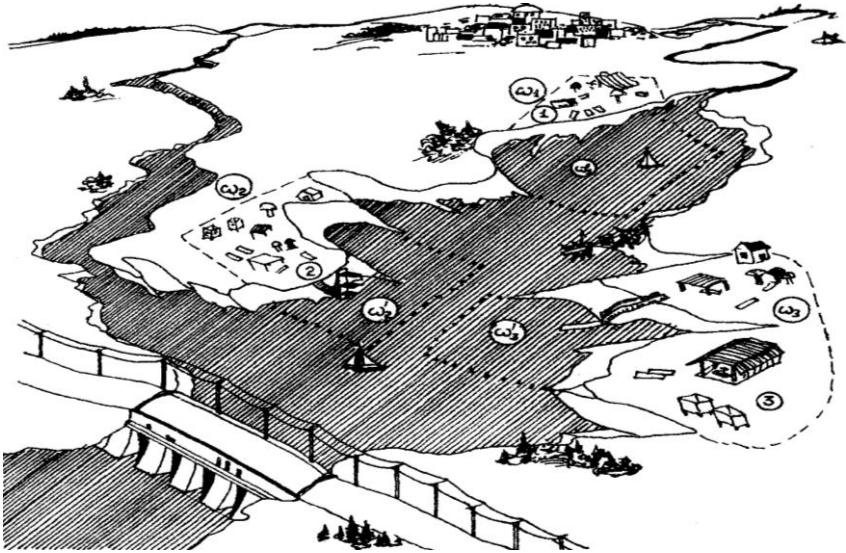


Рис. 3.7. Схема розміщення зон рекреації: 1, 2- санаторії; 3- міський пляж;  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$  — зони відпочинку на березі;  $\omega'_1, \omega'_2, \omega'_3$  — зони відпочинку на воді.

Рекреаційні водні об'єкти характеризуються такими показниками: 1) тип ландшафту; 2) форма, глибина і площа водойми; 3) похил берегів, ширина мілководдя; 4) наявність пляжів; 5) багатство водної фауни; 6) тип прибережної рослинності; 7) температура води, тривалість комфортних днів; 8) якість води, чистота прибережної території; 9) наявність природних пам'яток і історичних пам'ятників; 10) віддаленість від великих міст, забезпеченість транспортом та під'їздними шляхами; 11) рівень благоустрою пляжів.

Для оцінки рівня рекреаційного потенціалу об'єкта використовують комплексний показник якості, що визначається методом середньозваженого:

$$K = \sum_{i=1}^n k_i a_i \quad (3.23)$$

де  $k_i$  - показник  $i$ -тої властивості об'єкта, балів;  $a_i$  - коефіцієнт вагомості показника  $k_i$ , долі одиниці ( $\sum a_{i=1}$ ). Як бачимо, показник  $k$  - характеризує  $n$  різних властивостей водного об'єкта, що використовується у рекреаційних цілях. Оцінка рекреаційних властивостей водного об'єкта у балах (за п'ятибальною шкалою) і величини коефіцієнтів  $a$ , наведені в табл. 3.11, 3.12.

Організація відпочинку пов'язана не тільки з водами водойми, а й з охороною атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунту, рослинного та тваринного світу. Створення нормальних умов для функціонування водних рекреацій нероздільно пов'язане з поліпшенням санітарно-гігієнічних і санітарно-епідеміологічних умов, збагаченням ландшафту і інших факторів, що сприяють збереженню екологічної рівноваги і розвитку інших галузей економіки. Тому проектування зон рекреації носить комплексний характер і зумовлюється рядом факторів, які тісно між собою пов'язані. З іншого боку, ці фактори можуть бути виражені показником, який називається демографічною ємністю території, тобто відносною кількістю людей на даній території. Демографічна ємність розраховується у випадках, коли перспективна щільність населення перевищує 50-60 чоловік на 1 км<sup>2</sup>.

Демографічна ємність за наявністю територій, придатних для промислового і цивільного будівництва, знаходиться за формулою [12]:

$$E_1 = A_1 / A_o, \quad (3.24)$$

де  $A_1$ - території, придатні для будівництва, га;  $A_o$  - потреба жителя у площі території в залежності від характеру виробничої бази району, складає 20-30 га на 1 жителя.

Демографічна ємність території за екологічною характеристикою поверхневих вод знаходиться за формулою

$$E_2 = Q / B_n k \quad (3.25)$$

де  $B_n$  – нормативна водозабезпеченість одного жителя, м<sup>3</sup>/доб·га;  $B_n = 1-2$  м<sup>3</sup>/доб·люд;  $k$  - коефіцієнт, який враховує необхідність розбавлення стічних вод;  $Q$  - сума витрат води у водотоках при вході в район, м<sup>3</sup>/доб.

Демографічна ємність території за екологічною характеристикою підземних вод знаходиться за формулою

$$E_3 = \sum EA / B_o \quad (3.26)$$

де  $E$  - експлуатаційний модуль підземного стоку, м<sup>3</sup>/доб·га;  $A$  - територія району, га;  $B_o$  — нормативна водозабезпеченість одного жителя,  $B_o = 0,40$  м<sup>3</sup>/доб на людину.

Таблиця 3.11

## Оцінка рекреаційних властивостей водного об'єкта для масового відпочинку

Показники	a <sub>i</sub>	Кількісна характеристика показника, k <sub>i</sub> (бал)					R
		1	2	3	4	5	
Дно водойм	0,12	Мулувато-торфове	Глинисте	Кам'янисте	Гравійне	Піщане	$R = \sum_{i=1}^n k_i a_i$
Ширина мілководдя, м	0,08	50	40	30	20	10	
Площа прибережної культурної зони м <sup>2</sup> /чол	0,15	17	18	19	20	21	
Якість води	0,15	3 помітними слідами забруднень	Присутні запахи та завислі речовини понад норму	В межах норми	В межах норми для питного водопостачання	Виключно чисті з джерельним живленням	
Водна фауна	0,10	Бідний видовий та малоцінний склад	Рибопродуктивність 5...15 кг/га	Промислові види продуктивністю	Раціональний склад іхтіофауни	Цінні види риб	
Прибережна рослинність	0,12	Болотяна з рідкими чагарниками	Дрібнолісся та ялинкові ліси	Рослинність луків	Змішані ліси	Світлі соснові ліси	



Естетика ландшафтів	0,08	Слабка виразність рельєфу	Одноманітний ландшафт	Виразний ландшафт	Мальовничий ландшафт	Багатопланові мальовничі види ландшафтів
Площа акваторії, м <sup>2</sup> /люд	0,1	< 50	60	70	80	90
Історико-культурні пам'ятки	0,05	Відсутність визначних місць	Звичайні пам'ятки	Більш визначні	Пам'ятки великої художньої цінності	Пам'ятки, що охороняються законом
Рівень благоустрою	0,05	Незначний благоустрій пляжу	Додаткове облаштування пляжу	Пункти харчування	Нічліг	Капітальні споруди

Таблиця 3.12

**Характеристика ступеню “цвітіння” води синьо-зеленими водоростями  
(за О. П. Окснюк і Ф. В. Стольберг)**

Ступінь “цвітіння” води	Візуальна характеристика “цвітіння”	Сира маса сестону, г/м <sup>3</sup>	Біомаса водоросте й, мг/дм <sup>3</sup>	Приріс т БСК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Екологічна характеристика	Придатність до рекреації озер та водосховищ
1 (початкова)	Рідкі колонії водоростей у товщі води	5	1	0,5	Екологічно не шкідлива концентрація	Можливо
2 (слабка)	Значна кількість колоній, з’являються плівки водоростей на поверхні води	5...20	1...5	0,5...1,9	Екологічно не шкідлива концентрація, викликає деяке погіршення якості води	

3 (помірна)	Утворення шару водоростей у поверхневому шарі води	20...50	5...10	1,9...4,6	Концентрація, що призводить до суттєвого погіршення якості води, але бажана для підтримки біопродуктивності водойми	Небажано  (шірні та кишкові захворювання, алергія, кон'юнктивіт та водний токсикоз)
----------------	--	---------	--------	-----------	---	---

Продовження таблиці 3.12

4 (висока)	Утворення плям “цвітіння” та нагонних мас водоростей	50...250	10...50	4,6...23	Екологічно шкідлива концентрація, яка викликає значне біологічне забруднення та явища замору	Неприпустимо
5 (дуже висока)	Шар накопичення досягає 5...10 см	250...500	50...100	23...46	Висока концентрація, обумовлює інтенсивне забруднення води, екологічно шкідлива, токсична	

При визначенні демографічної ємності території за наявністю рекреаційних ресурсів орієнтовно приймають, що чисельність відпочиваючих у "піковий" період складає 40% населення району, яке в місцевості з помірним кліматом (лісова, лісостепова зона) розподіляється таким чином: у лісі - 75%, біля води - 25%, а в районах з жарким, сухим кліматом, навпаки: у лісі - 25%, біля води - 75%.

Демографічна ємність території за умовами організації відпочинку у лісі знаходиться за формулою [12]:

$$E_4 = A L 0,5 \cdot 1000 / (100 H M), \quad (3.27)$$

де  $A$  - територія району, га;  $L$  - лісистість району, %; 0,5 - коефіцієнт, який враховує необхідність організації зелених зон міст;  $H$  - орієнтовний норматив потреби 1000 жителів у рекреаційних територіях (при середньому допустимому рекреаційному навантаженні 5 чоловік на 1 га лісу складає 2 км<sup>2</sup>, в інших випадках він буде іншим);  $M$  - коефіцієнт, який враховує розподіл відпочиваючих у лісі і біля води: для районів з помірним кліматом  $M = 0,3$ , для районів з жарким кліматом  $M = 0,1$ .

Демографічна ємність території за умовами організації відпочинку біля води знаходиться за формулою [12]:

$$E_5 = L C / 0,5 M_i \quad (3.28)$$

де  $L$  - довжина водотоків, придатних для купання, м;  $C$  - коефіцієнт, який враховує можливість організації пляжів (у районах лісової і лісостепової зон  $C = 0,5$ ; у районах степової зони  $C = 0,3$ ; 0,5 - орієнтовний норматив потреби одного жителя в пляжах, м;  $M_i$  - коефіцієнт, який враховує розподіл відпочиваючих у лісі і біля води (для районів з помірним кліматом  $M_i = 0,1-0,15$ , а для районів з жарким сухим кліматом  $M_i = 0,3-0,4$ ).

Демографічна ємність території за умовами рекреації на воді знаходиться за формулою [12]:

$$E_6 = 4 L a / \chi, \quad (3.29)$$

де  $L$  - довжина водотоків, придатних для купання, км;  $a$  - коефіцієнт організації пляжів ( $a = 0,5$  у районі лісової зони,  $a = 0,3$  — у степовій зоні);  $\chi$  - коефіцієнт розподілу відпочиваючих у лісі і біля води;  $\chi =$

0,15 у районах з помірним кліматом,  $\chi = 0,4$  - в районах з жарким кліматом.

За розрахунковий показник демографічної ємності території району приймається найменше із визначених значень.

**Репродуктивна здатність** водних ресурсів (поверхневих вод) знаходиться на основі модуля поверхневого стоку даної ділянки території і коефіцієнта, який враховує нерівномірність стоку в залежності від лісистості, вертикального і горизонтального розчленування території і із співвідношення в районах ділянок з різним модулем поверхневого стоку. Репродуктивність території по воді ( $m^3$ ) [12]:

$$P_g = 10 \sum_{i=1}^n A_g a k_2, \quad (3.30)$$

де  $A_g$  - територія, яка зайнята ділянками з даним модулем поверхневого стоку, га;  $a$  - модуль поверхневого стоку даної ділянки, л/м<sup>2</sup>;  $k_2$  - коефіцієнт нерівномірності (в залежності від конкретних умов може бути прийнятий 0,1-1,0).

Стосовно до підземних вод визначення репродуктивності території проводиться аналогічно, з врахуванням коефіцієнтів фільтрації і можливого відбору води із підземних джерел.

Оцінка еколого-рекреаційних ситуацій набуває особливої актуальності у зв'язку з поширенням та ускладненням процесів рекреаційного природокористування, включенням до рекреаційного середовища нових об'єктів та територій. **Еколого-рекреаційна ситуація (ЕРС)** - просторово-часовий зріз у розвитку процесу рекреаційного природокористування, що відображає досягнутий рівень взаємовідносин між суб'єктами і об'єктами рекреаційного природокористування. Для оцінки ступеня сприятливості рекреаційного середовища для рекреанта, порушення в стані об'єктів рекреаційного природокористування, які виникли в наслідок антропогенної, в тому числі рекреаційної діяльності, а також негативних змін у стані рекреантів під впливом зміненого рекреаційного середовища розробляється **структурно-змістовна модель досліджень ЕРС** яка має наступні етапи:

**Етап 1.** Оцінка рекреаційно-екологічного потенціалу території.

1.1. Виявлення і оцінка обсягу та структури природно-ресурсного рекреаційного потенціалу території.

- 1.2. Встановлення властивостей природного середовища, які обмежують розвиток рекреації у регіоні.
- 1.3. Виявлення типів просторових сполучень природних та соціально-економічних умов рекреації.
- 1.4. Визначення стійкості природних комплексів до рекреаційних навантажень.
- 1.5. Оцінка рекреаційної ємності території та її окремих функціональних зон.

**Етап 2.** Географічний аналіз регіонального рекреаційного природокористування.

2.1. Виявлення місця рекреаційного природокористування у загальній системі природокористування в регіоні.

2.2. Аналіз структури, форми та динаміки рекреаційного природокористування.

2.3. Оцінка ступеня рекреаційного освоєння території та техногенних змін природних комплексів.

2.4. Встановлення просторових відмінностей в розмірі рекреаційного навантаження.

2.5. Встановлення порушень в стані рекреаційного середовища, що виникають у процесі рекреаційного та не рекреаційного природокористування.

2.6. Оцінка зміни рекреаційного ефекту (медико-біологічні, економічні, соціальні та ін.).

2.7. Визначення меж рекреаційно-екологічних районів.

**Етап 3.** Виявлення та оцінка еколого-рекреаційних ситуацій.

3.1. Визначення найбільш актуальних екологічних проблем, їх сполучення та просторові прояви для кожного рекреаційно-екологічного району.

3.2. Встановлення оцінки гостроти рекреаційно-екологічних проблем та напрямків їх динаміки.

3.3. Визначення типу, динаміки, ступеню гостроти еколого-рекреаційної ситуації для кожного району.

3.4. Встановлення в межах рекреаційно-екологічних районів меж ареалів ЕРС негативного характеру.

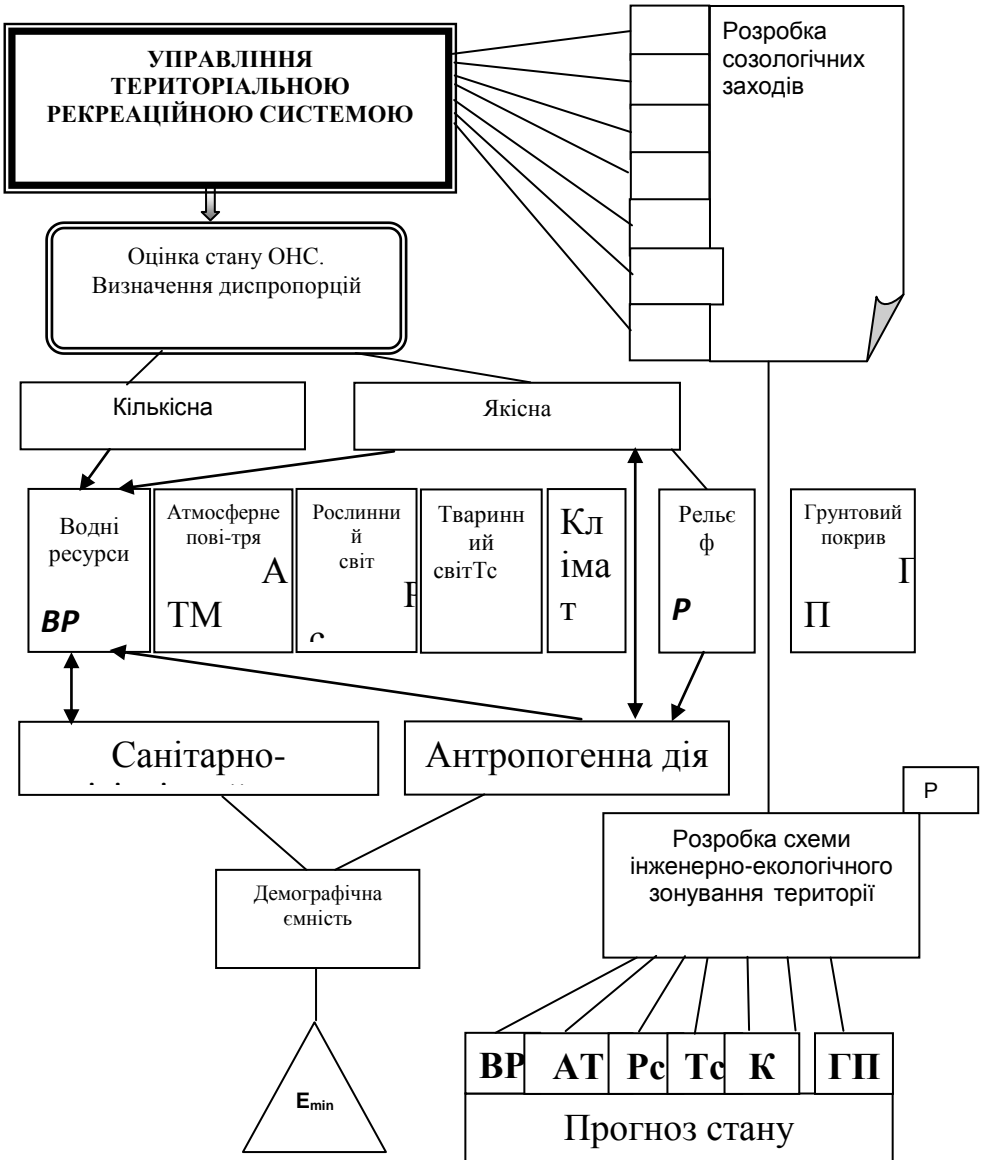
3.5. Формування рекомендацій щодо оптимізації процесу рекреаційного природокористування та покращення ЕРС.

На підставі проведених робіт визначають оцінку ступеня гостроти ЕРС. В оцінці можна виділити п'ять градацій, кожна з яких відповідає

певному якісному стану системи зв'язків суб'єктів та об'єктів рекреаційного природокористування:

- **сприятлива ЕРС: ступінь техногенного впливу на ландшафт низький; рекреаційне навантаження відповідає нормі; якість рекреаційного середовища висока;**
- **задовільна ЕРС:** ступінь техногенного впливу на ландшафт середній; рекреаційне навантаження відповідає нормі або трохи перебільшує її; у наслідок порушень у ході рекреаційного та інших видів природокористування відзначаються незначні зміни у стані рекреаційних ресурсів та рекреаційного середовища, що не чинить серйозного впливу на розвиток рекреаційної діяльності;
- **напружена ЕРС:** ступінь техногенного впливу на ландшафт високий; рекреаційне навантаження перебільшує нормативне; відзначається розвиток рекреаційної дегресії 1...3 стадій; посилюються конфлікти між рекреаційним природокористуванням та антогоністичними у відношенні до нього видами природокористування; погіршуються умови здійснення багатьох видів та форм рекреаційних занять;
- **кризова ЕРС:** ступінь техногенного впливу на ландшафт надмірно високий та перебільшує можливості його самовідновлення; рекреаційне навантаження значно вище нормативного; внаслідок господарської діяльності як рекреаційного, так і не рекреаційного характеру відбувається різке погіршення якості рекреаційного середовища та зниження ефекту рекреаційної діяльності;
- **катастрофічна ЕРС:** внаслідок нерационального природокористування, головним чином не рекреаційного, відбувається різке виснаження природно-рекреаційного потенціалу, що не є оборотним, екологічні характеристики рекреаційного середовища несумісні з розвитком рекреаційного процесу; відзначається повна деградація рекреаційних функцій території.

Система управління територіальною рекреаційною системою наведена на рис. 3.8.





### Рис. 3.8. Система управління територіальною рекреаційною системою

**! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

1. Пояснити значення використання водних ресурсів для потреб охорони здоров'я та спорту як учасника водогосподарського комплексу.
2. Знати в якому порядку здійснюється користування водами в оздоровчих та рекреаційних цілях.
3. Знати які водні об'єкти належать до категорії лікувальних.
4. Знати визначення терміну рекреаційна зона.
5. Знати умови влаштування та проектування пляжів та місць відпочинку.
6. За якими формулами визначається площа єдиної територіальної рекреаційної системи.
7. Знати порядок проведення оцінки рекреаційних властивостей водного об'єкту для масового відпочинку.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

- 1 За якими нормами враховується споживання води при проектуванні водопостачання плавальних басейнів?
- 2 Перелічити яка діяльність заборонена на території рекреаційних зон.
- 3 Які існують види рекреації на водних об'єктах?
- 4 Порядок проведення еколого-рекреаційної оцінки ситуації.

### **!! Приклад розв'язку задачі**

**Задача 7.** Оцінити рекреаційний потенціал ділянки річки, зробити висновок про можливість організації пляжу та розробити комплекс необхідних заходів. Річка має піщане, дрібногравійне дно. Глибина води 1,8 м, в окремих місцях глибина дещо збільшується і досягає 2,5 – 3,4 м. Вода в річці відноситься до II класу. Загальна площа проєктованого пляжу 2000 м<sup>2</sup>, площа акваторії 3028 м<sup>2</sup>. Можливе одночасне число відпочиваючих – 60 чоловік. Водна фауна бідна.

Береги зайняті сосновими лісами зеленомоховими, вересозеленомоховими та злакозеленомоховими. Підлісок утворюють крушина ламка (*Frangula alnus* Mill, *Sorbus aucuparia* L.). Травостій розріджений, це, в основному, верес звичайний (*Calluna vulgaris* (L.) Willd). Зустрічаються плаун звичайний (*Lycopodium selago* L.), плаун річний (*Lycopodium annotinum* L.), лілія лісова (*Lilium martagon* L.). На відстані 0,5 км від річки знаходиться монастирський комплекс XVII ст. та село.

**Рішення.** Рекреаційний потенціал ділянки річки оцінюється за таблицею 3.11.

Дно річки піщане, дрібногравійне оцінюється у 5 балів. Дані про ширину мілководь не приводяться, але аналіз глибин у річці свідчить, що річка має максимальну глибину 3,4 м, тобто не є глибоководною. Тому цей показник оцінюється в 1 бал. Вода II класу якості, тобто може застосовуватись в усіх галузях водогосподарського комплексу без додаткових заходів, крім питного, для якого потрібно проводити хлорування. Рекреаційна оцінка якості води 3 бали. Площа прибережної смуги (пляжу) складає 2000 м<sup>2</sup>, тобто на одного відпочиваючого (всього одночасно відпочиває 60 чоловік) приходиться  $2000/60 = 33,3$  м<sup>2</sup>, тобто оцінюється у 5 балів. Водна фауна бідна і оцінюється у 1 бал. Згідно флористичного опису в соснових лісах (які мають безперечно лікувальне значення) зустрічаються ряд цінних видів рослин, зокрема із Червоної книги України: плаун – баранець, плаун колючий, лілія лісова. Соснові зеленомохові ліси за “Зеленою книгою” підлягають охороні. Флористичну цінність прилеглих до пляжу ділянок оцінюємо у 5 балів. Ландшафти в завданні не описуються. Але можна зробити непряму оцінку цінності ландшафтів. Ясно, що річка має заплаву, а за наведеним флористичним описом можна зробити висновок, що ліс розташований на терасі або межиріччі. Тому рекреаційну цінність ландшафтів оцінюємо у 3 бали. Площа акваторії на одного відпочиваючого складає  $3028/60 = 50,5$  м<sup>2</sup>, тобто оцінюється в 1,05 бали. На березі розміщений монастирський комплекс XVII ст. Вік пам’ятки свідчить, що вона обов’язково охороняється законом, тобто має оцінку у 5 балів. Рівень благоустрою пляжу незначний і тому має оцінку 1 бал.

Для оцінки рівня рекреаційного потенціалу визначають комплексний показник якості за формулою

$$k = \sum_{i=1}^n k_i \cdot \alpha_i ,$$

де  $k_i$  – показник і-тої – властивості річки, балів;  $\alpha_i$  – коефіцієнт вагомості показника  $k_i$ , (береться за таблицею 3.11).

Підставляючи значення  $k_i$  і  $\alpha_i$ , знаходимо комплексний показник  $k$ :

$$k = 5 \cdot 0,12 + 1 \cdot 0,08 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 1 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,12 + 3 \cdot 0,08 + 1,05 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 1 \cdot 0,05 = 3,225 \text{ (балів)}.$$

Оскільки рівень рекреаційного потенціалу водного об'єкту може бути в межах від 1 до 5 балів, тоді отримане значення оцінюємо як середнє. Підвищення рівня рекреаційного потенціалу можливе шляхом підвищення рівня благоустрою пляжу та скорочення чисельності відпочиваючих.

**Задача 8.** Оцінити демографічну ємність за умовами відпочинку басейну річки Жовтої, що має такі характеристики:

№ п/п	Характеристики	Одиниці виміру	Кількість
1	Чисельність населення - міського сільського	чол.	100190
		чол.	157900
2	Площа водозбору	км <sup>2</sup>	2897
3	Лісистість	%	12,2
4	Заболоченість	%	1,9
5	Середній багаторічний модуль поверхневого стоку	л/с · км <sup>2</sup>	4,08
6	Експлуатаційний модуль підземного стоку	м <sup>3</sup> /доб.га	0,45
7	Довжина річки, придатної для купання	км	21

**Рішення.** Демографічна ємність території за поверхневим стоком дорівнює:

$$E_2 = Q / V_H \cdot k = 1019520 / 1,5 \cdot 0,25 = 382320 \text{ чол.}$$

Величину  $Q$  визначаємо за величиною пересічно середньорічного модуля поверхневого стоку  $Q = M_{\text{ср.}} \cdot F / 1000 = 4,08 \cdot 2897 / 1000 = 11,8 \text{ м}^3/\text{с}$  або  $1019520 \text{ м}^3/\text{добу}$ . Приймаючи нормативну водозабезпеченість на одну людину  $V_H = 1,5 \text{ м}^3/\text{добу}$  і коефіцієнт розбавлення стічних вод для річок південного схилу  $k=0,25$ ,

визначаємо  $E_2$ . Демографічна ємність території за підземними водами визначається за формулою

$$E_3 = \sum E \cdot A / B_0 ,$$

де  $E$  – експлуатаційний модуль підземного стоку, м<sup>3</sup>/добу.га, беремо по завданню  $E = 0,45$  м<sup>3</sup>/добу.га;  $A$  – площа, га ( $A = 289700$  га);  $B_0$  – нормативна водозабезпеченість одного жителя,  $B_0 = 0,40$  м<sup>3</sup>/добу.

$$E_3 = 0,45 \cdot 289700 / 0,40 = 325912 \text{ чол.}$$

При визначенні демографічної ємності території за наявністю рекреаційних ресурсів приймаємо чисельність відпочиваючих в “піковий” період 40% від населення, тобто 183236 чоловік, із яких в зоні з помірним кліматом (що можна встановити за величиною пересічно багаторічного стоку, при  $M_{cp} > 4$  л/с·км<sup>2</sup>, територія відноситься до зони надмірного зволоження), відпочиватиме в лісі – 75% (147427 чол.), біля води – 25% (35809 чол.).

Визначаємо демографічну ємність території за умовами відпочинку в лісі:

$$E_4 = A \cdot L \cdot 0,5 \cdot 1000 / (100 \cdot H \cdot M) = 289700 \cdot 12,2 \cdot 0,5 \cdot 1000 / (100 \cdot 2 \cdot 0,3) = 117811 \text{ чол.};$$

де  $A$  – територія району, га ( $A = 289700$  га);  $L$  – лісистість району, % ( $L = 12,2\%$ );  $H = 2$  км<sup>2</sup>;  $M = 0,3$  для районів з помірним кліматом.

Визначаємо демографічну ємність території за організацією відпочинку біля води:

$$E_5 = L \cdot C / (0,5 \cdot M_1) = 21000 \cdot 0,5 / (0,5 \cdot 0,12) = 175000 \text{ чол.};$$

де  $L$  – довжина річки, яка придатна для купання, м ( $L = 21000$ м);  $C = 0,5$  для лісової і лісостепової зони;  $M = 0,1$  для районів з помірним кліматом.

Визначаємо демографічну ємність території за умовами рекреації на воді:

$$E_6 = 4 \cdot L \cdot \alpha / \chi,$$

де довжина річки придатна для купання  $L = 21$ км; коефіцієнт організації пляжів у районі лісової зони  $\alpha = 0,5$ ; коефіцієнт розподілу відпочиваючих у лісі і біля води для району з помірним кліматом приймається  $\chi = 0,15$ .

$$E_6 = 4 \cdot 21000 \cdot 0,5 / 0,15 = 280000 \text{ чол.}$$

Аналіз отриманих даних показує, що реальна чисельність населення в басейні річки менше демографічних ємностей території за поверхневими і підземними водами, тобто запаси водних ресурсів достатні. За відпочинком у лісі та біля води демографічна ємність більша розрахункової чисельності населення (яка приймається 40% від фактичної чисельності, тобто 103236 чол.), що говорить про те, що

умови для відпочинку нормальні. За розрахункову демографічну щільність в цьому районі приймаємо  $E_p = 117811$  чол.

### 3.4. ЕНЕРГЕТИКА ЯК УЧАСНИК ВГК

#### 3.4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЕНЕРГОСИСТЕМ

Одним з головних показників індустріальної потужності держави є рівень розвитку енергетики. Енергозабезпечення різних галузей економіки здійснюють електростанції.

Згідно “ГОСТ 19431-74” **електростанція** – це підприємство чи установка, яка призначена для виробництва електричної енергії (рис.3.9).

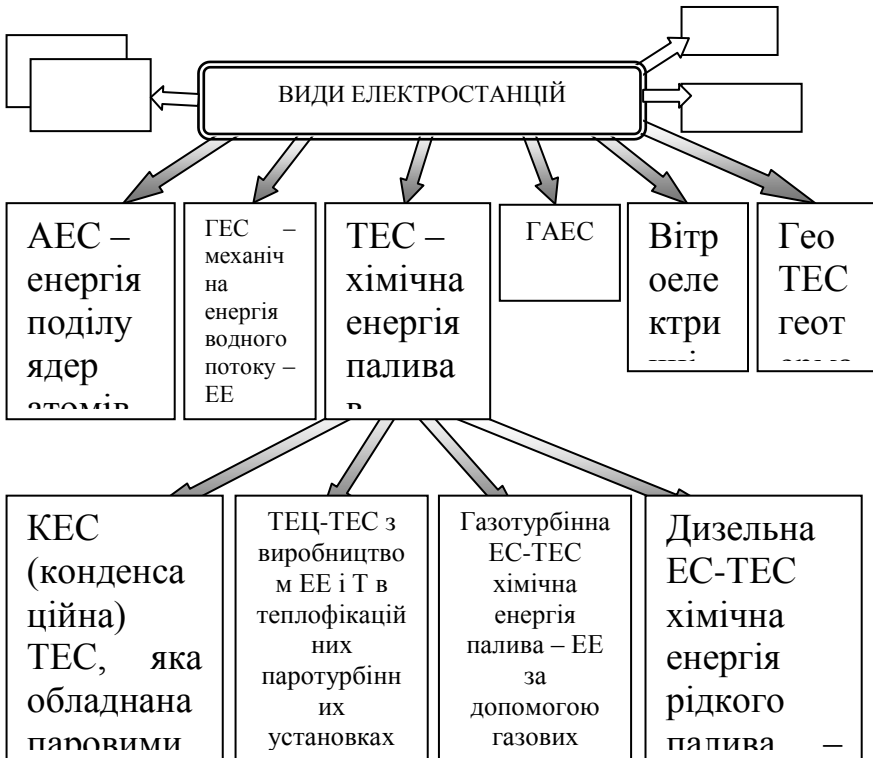
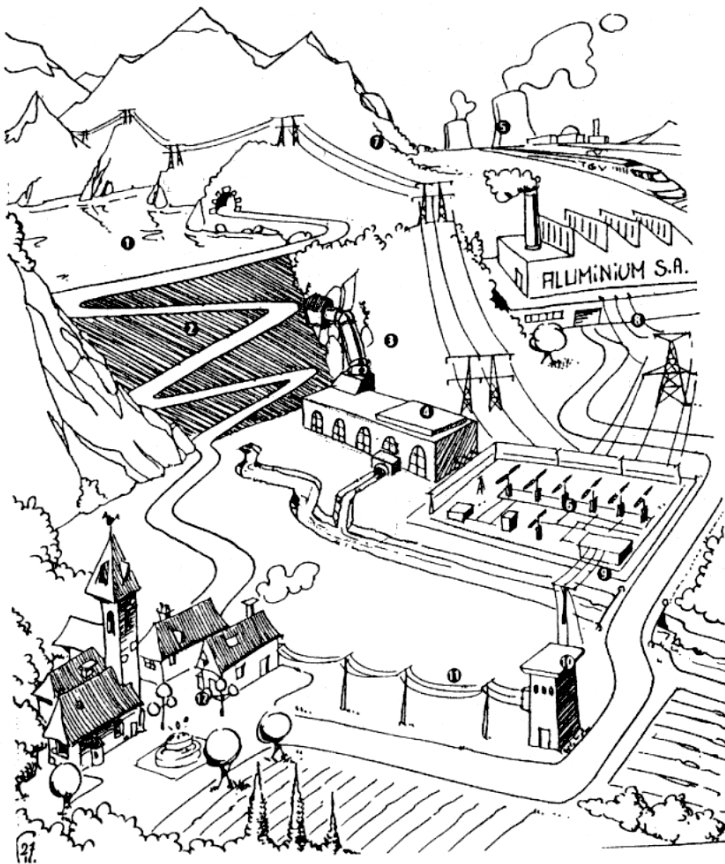


Рис. 3.9. Види електростанцій

Сукупність гідравлічних, теплових, атомних і інших електростанцій, які працюють на загальну електромережу, називають енергетичною системою (рис. 3.10).



**Рис. 3.10. Характерні складові сучасного енергопромислового комплексу з потужною ГЕС:**

1. Верхній б'єф. 2. Гребля. 3. Водовід. 4. Центральна зала ГЕС. 5. Атомна електростанція. 6. Блок трансформаторів високої напруги. 7. Високовольтна лінія електропередачі 400 000 V. 8. Лінія електропередачі 225 000 V до алюмінієвого заводу. 9. Лінія електропередачі напругою 20 000 V. 10. Підстанція зниження напруги з 20 000 V до 380 V (для побутового сектора). 11. Лінія електропередачі міського типу 380 V. 12. Місто при ГЕС.

В останні роки великого значення набули промислові енергетичні системи, до яких приєднуються і сільськогосподарські споживачі електроенергії. Однак в районах, які значно віддалені від великих промислових енергосистем, особливо в районах інтенсивного розвитку зрошення, будують невеликі місцеві енергосистеми, які при подальшому розвитку можуть бути приєднані до великих промислових енергосистем.

Об'єднання енергетичних систем сприяє підвищенню надійності і безперебійності постачання електроенергії споживачам; підвищенню якості електроенергії у відношенні постійності напруги і частоти електричного струму; зменшенню сумарної встановленої потужності електростанції завдяки неспівпаданню у часі максимального навантаження окремих споживачів електроенергії; зниженню резервної потужності; досягненню оптимального використання електростанцій і підвищенню їх маневреності; зниженню собівартості електроенергії за рахунок більш дешевого її виробництва на гідралічних, теплових і атомних електростанціях.

Кожна енергетична система повинна мати резервну потужність, яка дорівнює 6-5% максимального навантаження. Ця потужність необхідна для прийняття понадпланових (миттєвих) підвищень навантаження (резерв навантажень), заміни агрегатів (аварійний і ремонтний резерви) і ін.

Робота енергетичної системи відображається у вигляді графіка електричного навантаження

**Графік електричного навантаження** - це графік зміни необхідної потужності для будь-якого споживача.

**Графік навантаження енергосистеми** - графік сумарного навантаження споживачів, що об'єднані в одну загальну енергосистему.

У залежності від тривалості часу, на протязі якого аналізується коливання навантаження, розрізняють добові і річні графіки навантаження (рис.3.11).

Добові графіки електричного навантаження характеризуються такими параметрами:

- величиною добового виробництва електроенергії:

$$E_{\text{доб.}} = \sum N_i \cdot t_i, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (3.31)$$

- величиною середньодобової потужності:

$$N_{сд} = E_{доб} / 24 = \sum N_i \cdot t_i / 24 \quad (3.32)$$

- величиною максимальної потужності  $N_{max}$ , кВт.
- величиною мінімальної потужності  $N_{min}$ , кВт.
- коефіцієнтом нерівномірності:

$$\beta = N_{max} / N_{сд} \quad (3.33)$$

де  $N_{сд}$  — середньодобова величина потужності, кВт.

Для покриття графіка навантаження об'єм виробництва електроенергії електростанціями повинен змінюватись. Це ускладнює роботу останніх і знижує їх коефіцієнт корисної дії. Для згладжування графіків навантаження споживачів об'єднують в енергосистеми, запроваджують пільгові тарифи на електричну енергію в нічні години, переводять енергоємні виробництва на цілодобову роботу. Вирівнюванню графіків навантаження може допомагати розвиток машинного зрошення, якщо роботу насосних станцій пристосувати до періодів провалів графіка.

Енергетика як учасник водогосподарського комплексу може бути віднесена як до водокористувачів так і до водоспоживачів, що обумовлюється способом виробництва електроенергії.

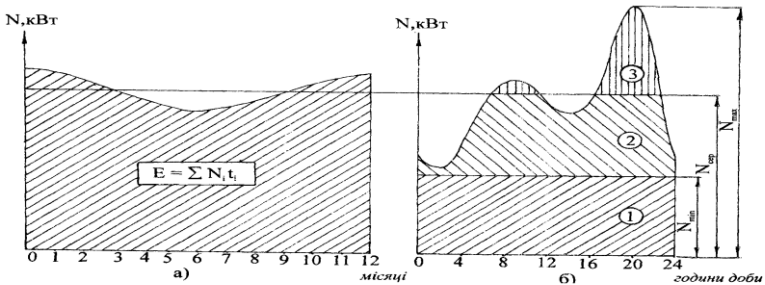


Рис.3.11. Графіки електричного навантаження

а) — річний; б) — добовий; 1 — базисна частина графіка; 2- середня; 3- пікова.

### 3.4.2. ГІДРОЕНЕРГЕТИКА

Електростанція, яка перетворює механічну енергію водного потоку в електричну, називається **гідроелектростанцією (ГЕС)** [5, 6].



**Гідроенергетичні ресурси** представлені повним, технічним та економічним потенціалом.

**Повний потенціал** річкового потоку - повна теоретична сума енергії всіх поверхневих вод або річкового стоку, які стікають до рівня Світового океану.

**Технічний потенціал** - це та частина повного потенціалу, яку можна використати на сучасному рівні розвитку науки і техніки. Він вираховується за природними водними ресурсами за виключенням неминучих втрат, які пов'язані з фільтрацією, випаровуванням, а також забраних об'ємів води на різні потреби. Величина технічного потенціалу залежить від рівня технічного розвитку використання гідроресурсів.

**Економічний потенціал** - та частина гідроресурсів, використання якої є економічно доцільною.

Повний потенціал гідроресурсів України дорівнює 44,7 млрд. кВт. год. З цієї кількості на технічно можливі гідроресурси припадає 21,5 млрд. кВт. год. (з них 46% на басейн Дніпра, по 20% на басейни річок Дністер і Тиса, 14% на всі інші річки). Економічно доцільні для використання гідроресурси становлять 16 млрд. кВт. год. З цієї кількості на басейн Дніпра припадає 9,8 млрд. кВт. год, на басейн Тиси - 3,5 і на басейн Дністра - 2,7.

### **3.4.3. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ЕНЕРГЕТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ РІЧОК**

Під впливом сонячної енергії на Земній кулі відбувається безперервний колообіг води, яка випаровується з водної і земної поверхні, а потім повертається у вигляді опадів. На поверхні утворюються потічки, водотоки, річки. В природному стані річковий потік безперервно виконує роботу, яка витрачається на подолання зовнішнього та внутрішнього опору, на розмив русла та перенесення продуктів розмиву. В кінцевому результаті механічна енергія водотоку перетворюється в теплову і розсіюється. Цю енергію можна використати для отримання електричної енергії (рис. 3.12).

У природному стані річковий потік безперервно виконує роботу (A) і за певний час (t) розвиває потужність (N):

$$N=A / t \quad (3.34)$$

Для визначення потужності потоку води річки розглянемо ділянку річки довжиною  $L$  (рис. 3. 14). Кожний потік характеризується такими параметрами як витрата ( $Q$ ), швидкість течії ( $V$ ), русло - площею перерізу ( $\omega$ ) і ухилом дна ( $i$ ). Об'єм води на ділянці дорівнює  $\omega L$ , а її маса ( $G$ ) буде визначатися як:

$$G = \gamma \omega L \quad (3.35)$$

де  $\gamma$  - питома маса води, т/м<sup>3</sup>.

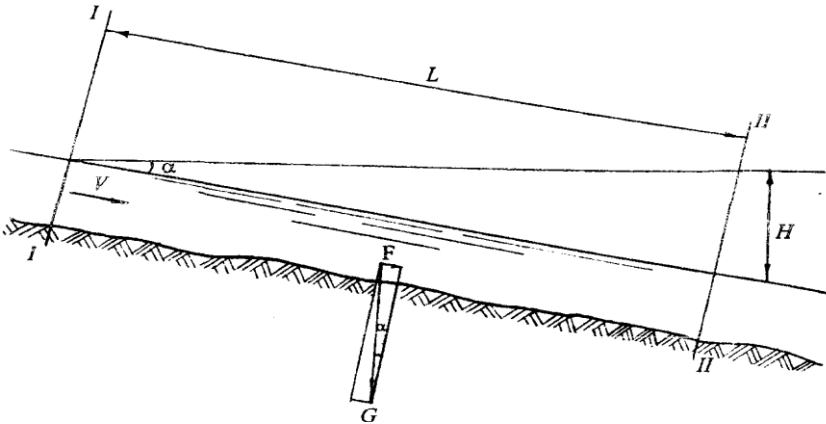


Рис. 3.12. Розрахункова схема для визначення потужності річкового потоку

Довжину річки на ділянці  $L$  можна виразити як добуток швидкості потоку  $V$  на час  $t$ , тобто  $Vt$ . Оскільки робота ( $A$ ) водного потоку це добуток сили на довжину ділянки ( $FL$ ), тоді

$$A = \gamma \omega V t \cdot \sin \alpha \cdot L \quad (3.36)$$

$$Q = \omega V; \quad L \cdot \sin \alpha = H \quad (3.37)$$

де  $H$  - падіння річки на ділянці довжиною  $L$ . Виконавши заміну у виразі (3.36), одержимо:

$$A = \gamma Q H t \quad (3.38)$$

Відомо, що потужність ( $N$ ) це робота ( $A$ ) за одиницю часу ( $t$ ).

$$N = A/t = \gamma Q H \quad (3.39)$$

У системі СІ величина  $\gamma = 9,81 \text{ кН/м}^3$ , тоді потужність водного потоку річки:

$$N_B = 9,81 Q H, \text{ кВт} \quad (3.40)$$

Величина витрати води у річці ( $Q$ ) приймається для середнього за водністю року ( $Q_{50\%}$ ).

Величину енергії ( $E$ ), яку можна одержати від водотоку за час ( $T$ ), можна знайти за формулою

$$E = NT, \text{ кВт}\cdot\text{год.} \quad (3.41)$$

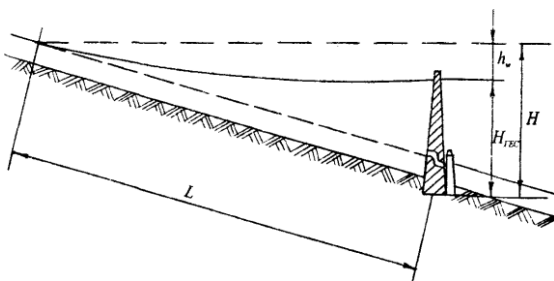
Для раціонального використання енергії водного потоку необхідно зосередити падіння води у будь-якому одному місці. Для цього використовують спеціальні гідротехнічні споруди (греблі, дериваційні канали), які утворюють перепад рівнів - напір (рис. 3.15). Частина напору буде витрачатися на переміщення води у верхньому б'єфі, тому діючий напір бруто на ГЕС ( $H_{гес}$ ) буде менше падіння річки ( $H$ ). При характеристиці гідроенергетики як учасника ВГК важливе значення має показник - встановлена потужність ГЕС (або сумарна потужність всіх генераторів станції):

$$N_{вст} = 9,81 \cdot Q_{гес} \cdot H \cdot \eta_a, \quad (3.42)$$

де  $Q_{гес}$  - сумарна витрата води, яка пропускається через всі турбіни станції, м<sup>3</sup>/с;  $H$  - напір на ГЕС, м;  $\eta_a = \eta_T \cdot \eta_G$  - коефіцієнт корисної дії агрегату ( $\eta_T$  - к.к.д. турбіни;  $\eta_G$  - генератора).

Основні витрати при будівництві гідроелектростанцій припадають на спорудження греблі для забезпечення перепаду води. Чим вищою є гребля, тим більшою є потенціальна енергія води на "вході". Коефіцієнт корисної дії конверсії енергії потоку води в електричну незрівнянно вищий, ніж у системах конверсії теплових і атомних електростанцій і становить понад 90 %. Ці незаперечні переваги стимулювали будівництво гідроелектростанцій у всьому світі.

У басейнах річок рівнинних регіонів як, наприклад, в Україні, значна частина площі таких водоймищ - це мілководдя (до 2 м глибини), де утворюються сприятливі умови для швидкого розмноження синьо-зелених водоростей. Небезпека цього явища - насичення води токсичними хімічними сполуками (фенолом, індолом та ін.), що виділяються в процесі відмирання і розкладу водоростей.



**Рис. 3.13. Утворення напору ГЕС за допомогою греблі**

У різноманітних природних умовах доводиться будувати

гідроелектростанції різні за способом утворення напору і його величини, встановленою потужністю, роллю ГЕС у водогосподарському комплексі та у енергетичній системі, типом конструкцій і складом гідротехнічних споруд.

Існує низка класифікацій ГЕС, зокрема:

а) за величиною напору  $H$ :

- низьконапірні -  $H < 25$  м;
- середньонапірні -  $H = 25 - 80$  м;
- високонапірні -  $H > 80$  м.

б) за потужністю ( $N$ ):

- 1 категорія  $> 1$  млн. кВт;
- 2 категорія 301 тис.кВт - 1 млн. кВт;
- 3 категорія 51 тис.кВт - 300 тис. кВт;
- 4 категорія  $< 51$  тис. кВт.

в) за роллю в енергетичній системі:

- **регулюючі** - здійснюють добове регулювання стоку, покривають нерівномірну (пікову і напівпікову) частину графіка енергосистеми;

- **нерегулюючі** - працюють за витратами водотоку у базисній частині графіка навантаження.

г) за роллю в галузях економіки:

- галузеві - працюють на окремі галузі економіки або окремі підприємства;

- у складі ВГК працюють на декілька галузей економіки.

д) за матеріалом греблі:

- земляні;
- камінно-накидні;
- залізобетонні.

ж) за способом утворення напору:

- греблеві;
- дериваційні.

**Греблеві ГЕС** поділяють на руслові і пригреблеві.

**У руслових ГЕС** будівля машинного залу разом з греблею бере участь у створенні напору. Вони сприймають тиск води зі сторони верхнього б'єфу і, таким чином, входять до складу напірного фронту (рис. 3.14а). Руслові ГЕС будуються на рівнинних річках, які мають невеликий похил, а також при головних вузлах споруд зрошувальних та обводнювальних систем з невеликими напорами (3-35 м) і великими витратами води. При більш високих напорах розміри будівлі машинного залу недостатні для утримання напору, а

збільшення їх спеціально для цієї мети економічно недоцільне. Русловими ГЕС є всі ГЕС на Волзі, Іркутська на р.Ангарі, Новосибірська на р.Обі. В Україні найбільші руслові ГЕС розташовані на Дніпрі - Кременчуцька потужністю 625 МВт, Київська - 361 МВт, Дніпродзержинська - 352 МВт, Каховська - 351 МВт (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

### Найбільші руслові ГЕС

Гідроелектростанції	Тип ГЕС	Встановлена потужність, МВт	Розрахунковий напір	Максимальна витрата ГЕС, м <sup>3</sup> /с (через турбіни)
Київська	дериваційна	225	65,0	400
Київська	руслова	361	7,7	5600
Канівська	руслова	444	7,3	7300
Кременчуцька	руслова	625	13,6	5400
Дніпродзержинська	руслова	352	9,8	4200
ДніпроГЕС	пригреблева	1491	34,3	5000
Каховська	руслова	351	13,8	2800
Дністровська	руслова	702	40,0	2000
Теребля-Рікська	дериваційна із р.Теребля в р.Ріку	27	200,0	18

У пригреблевих ГЕС у створенні напору приймає участь лише гребля. Машинний зал розташовується за греблею і не приймає тиску води зі сторони верхнього б'єфу. До турбін вода підводиться напірними водоводами (рис.3.14б). Такі ГЕС будують на передгірських і гірських ділянках річок ( $i = 0,003 - 0,01$ ), а також на рівнинних річках з глибоко врізаним руслом. Величина напору - від 35 м до 200 м. Пригреблевими ГЕС є Бухтармінська і Усть-Кам'яногорська на Іртиші, Братська на Анггарі, Красноярська на Єнісеї. В Україні діє єдина пригреблева ГЕС - ДніпроГЕС потужністю 1491 кВт.

Греблеві ГЕС економічно вигідні при дуже малих похилах річок, а також при дуже великих витратах. Максимальне значення напору на греблевих ГЕС досягає більше 200 м (ГЕС Боулдер на річці Колорадо в США — напір 220 м). В Україні найбільший напір дорівнює 34,3 м (ДніпроГЕС).

**Дериваційні ГЕС** (derivation – від лат. - відхилення) - напір у них створюється за допомогою деривації (рис. 3.14в). Їх будують на

гірських річках, які мають велике падіння дна. При цьому вода з річки за допомогою дериваційних каналів, лотків і тунелів, які проектується з мінімальним похилом (щоб не відбувалося їх замулення), підводиться до силового будинку ГЕС. Дериваційні ГЕС найбільш просто споруджуються при розміщенні їх на перепаді зрошувального каналу. До таких ГЕС належить Фархадська на Сир-Дар'ї потужністю 126 МВт, каскад ГЕС на каналі Кубань-Калауської обводнювально-зрошувальної системи сумарною потужністю 400 МВт, Сентілевська ГЕС на Невинномиському каналі, що бере початок із р.Кубані і ін. В Україні діє Терекля-Рікська ( $N = 27$  МВт,  $H = 200$  м) дериваційні ГЕС.

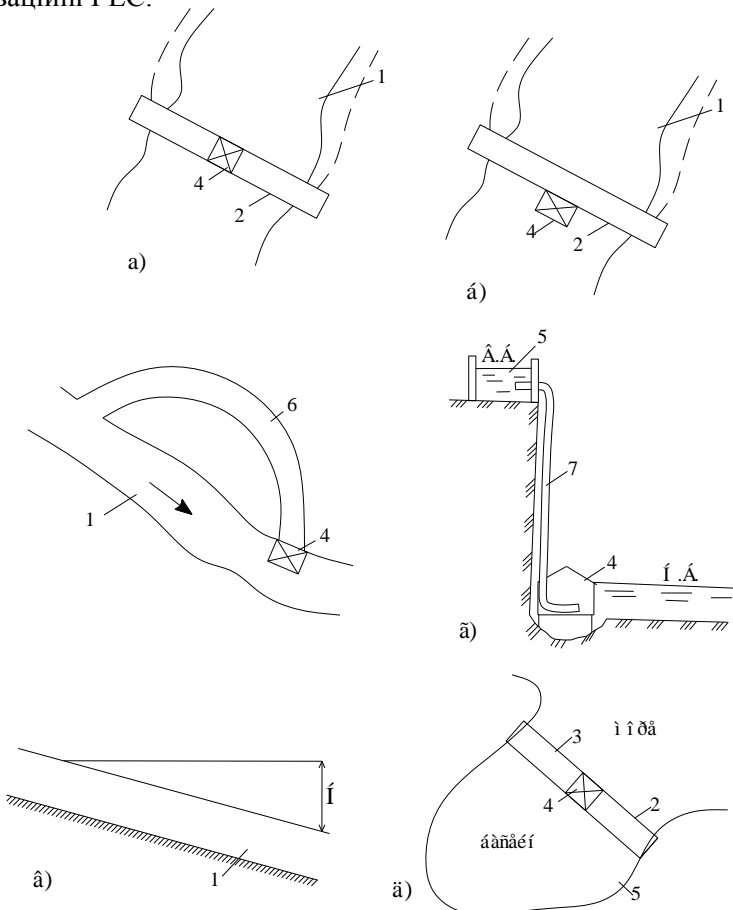


Рис. 3.14. Схеми ГЕС: а) руслова; б) пригреблева; в) дериваційна; г) гідроакумуюча; д) припливна.

1 - річка; 2 - гребля; 3 - водозлив; 4 - будівля ГЕС; 5 - акумулюючий басейн; 6 - дериваційний канал; 7 - напірний трубопровід.

Згідно ст. 66 ВКУ гідроенергетичні підприємства зобов'язані дотримувати встановлених правил експлуатації водосховищ, режимів накопичення та спрацювання запасів води, режимів коливання у верхньому і нижньому б'єфах та пропускання води через гідровузли, забезпечувати у встановленому порядку безперебійний пропуск суден, а також пропуск риби до місць нересту відповідно до проектів рибопропускних споруд.

### 3.4.4. ГІДРОАКУМУЛЮЮЧІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

**Гідроакumuлююча електростанція (ГАЕС)** - гідроелектростанція, яка працює за рахунок води, що перекачується з нижнього б'єфу у верхній.

Сутністю ГАЕС є те, що проектується два басейни - верхній і нижній, які розташовані на різних відмітках і з'єднані трубопроводами, в нижньому кінці яких розташовують турбіни. У години, коли в електромережі є вільна потужність (ніч), вода перекачується у верхній басейн, а в годину-пік акумульована вода через турбіну пропускається в нижній басейн і дає електроенергію (рис. 3.15).

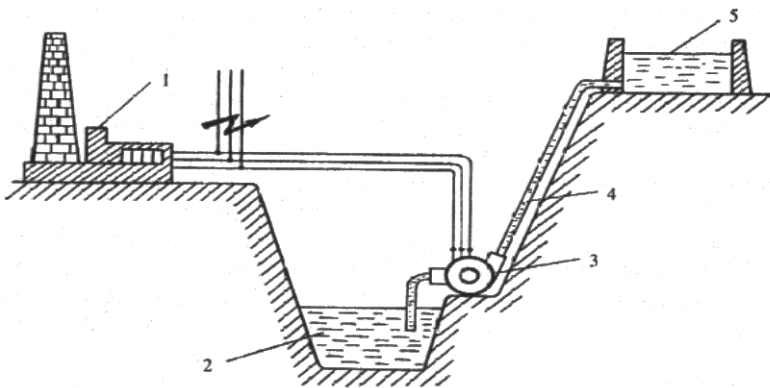


Рис. 3.15. Схема гідроакumuлюючої електростанції (ГАЕС):

1 – електростанція ТЕС; 2 – нижній водний басейн; 3 – електрогенератор; 4 – водовід; 5 – верхній водний басейн

На сучасних ГАЕС не ставлять окремо турбіни і насоси, а застосовують зворотні агрегати.

У районах, де особливо важко з подачею пікової електроенергії ГАЕС в години провалів графіка навантаження працюють у насосному режимі і перекачують воду із нижнього б'єфа у верхній, а в часи пікового навантаження – у турбінному, використовуючи для виробництва електроенергії воду акумульовану у верхньому басейні. Електричні машини гідроакumuлюючих станцій можуть працювати як насоси, коли качають воду у верхній басейн, і як гідротурбіни з електрогенераторами, коли вода з верхнього басейну перетікає у нижній.

За думкою спеціалістів потужність ГАЕС повинна складати біля 10 - 15% потужності електростанцій країни. У світі нараховується більше 208 ГАЕС. Їх будівництво набуло значного поширення в США, Італії, ФРН, Канаді.

В Україні працює Київська ГАЕС потужністю 225 МВт та Дністровська ГАЕС потужністю 702 МВт.

### **3.4.5. ПРИПЛИВНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ**

В післявоєнний час в світовій практиці стали проектувати припливні електростанції (ПЕС).

Систематичні коливання рівня води в океанах і морях у час припливу і відпливу визначаються силами тяжіння в космічній системі Сонце - Земля - Місяць. На більшості узбереж зміна явища приплив-відплив спостерігається через кожні 6 год. 12 хвилин.

У відкритому океані амплітуда коливань рівнів не перевищує 2 м, але у затоках, бухтах, фіордах та естуаріях амплітуда може бути 10 - 15 м і більше. Так, наприклад, у затоці Фанді на Атлантичному узбережжі Північної Америки рівень води підвищується на 19,6 м, в Охотському морі – на 11 м, Мезенській затоці Білого моря - біля 10 м, а біля узбережжя Кольського півострова – на 7,4 м.

Сутність ПЕС полягає в тому, що в час припливів (море-басейн) вода проходить через турбіни та водозливи і запасується у басейні (рис. 3.14д).



В період відпливів (басейн-море) вода з басейну проходить через турбіни в море. І в тому, і в іншому випадках одержують електроенергію. Робота ПЕС рентабельна при  $H = 4 - 5$  м. У гирлах французьких та англійських річок і зараз успішно працюють млини (припливні), побудовані ще у XII столітті.

У світі в експлуатації знаходиться ПЕС РАНС (240 МВт) у Франції та в Росії на Кольському півострові працює Кислогубська ПЕС потужністю 400 МВт.

В бувшому СРСР пророблялись проектні рішення щодо Лумбовської ПЕС на Кольському півострові потужністю 320 МВт, Мезенській ПЕС на узбережжі Білого моря (6000 МВт), двох ПЕС на узбережжі Охотського моря - Тугурської (9000 МВт) і Пенжинської (35000 МВт).

### **3.4.6. ТЕПЛОВА І АТОМНА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА**

Теплова електростанція (ТЕС) – це електростанція, де хімічна енергія палива перетворюються в електричну енергію і тепло.

ТЕЦ – теплові електростанції з комбінованим виробництвом електричної енергії та тепла у теплофікаційних паротурбінних установках.

За видом продукції, що відпускається і типом встановленого обладнання теплові електростанції діляться на конденсаційні (КЕС) – теплові електростанції, обладнані паровими турбінами, що працюють за конденсаційним циклом (без відбору пару на теплофікацію) і теплоелектроцентралі (з відбором пари на теплофікацію). У залежності від виду палива основними відходами виробництва є димові гази, залишки твердого палива (зола, шлаки і ін.) і "скидне тепло".

Основна кількість води на ТЕС витрачається на охолодження пари у конденсаторах турбін і на охолодження мастил, газу і повітря турбоагрегатів. При згорянні твердого палива вода використовується і для видалення золи та шлаків. Крім того, вода витрачається на компенсацію втрат у пароводяному циклі у теплових мережах, на миття обладнання, хімводопідготовку і ін. На газотурбінних електростанціях конденсація пари відсутня.

На відміну від гідроенергетики теплова і атомна енергетика відноситься до водоспоживачів. Безповоротне водоспоживання в

енергетиці складає в середньому 5,1%. Основу електроенергетики України складають теплові і атомні електростанції потужністю 2 - 4 млн. кВт з блоками від 150 - 200 до 800 - 1000 тис. кВт. На ДРЕС припадає наближено 60% сумарної потужності. Ці електростанції працюють переважно на органічному паливі - вугіллі, нафті, газі.

При згорянні палива в атмосферу потрапляє летючий попіл, сірчистий та сірчаний ангідриди, фтористі сполуки, газоподібні сполуки неповного згоряння палива. За рахунок теплоти, яка утворюється при згорянні, вода перетворюється у пару ( $T = 550^{\circ}\text{C}$ ) і при надходженні у парову турбіну перетворює теплову енергію в механічну. Електрична енергія виробляється за допомогою турбін, які приводяться у рух нагрітою паром.

У водойми безперервно поступає підігріта скидна вода. Це може призвести до теплового забруднення водойм. Стічні води ТЕС забруднені, містять у собі ванадій, нікель, фтор, феноли і нафтопродукти.

В умовах великого дефіциту палива великого значення набуває атомна енергетика.

**Атомна електростанція (АЕС)** - електростанція, де енергія розщеплення ядер атомів хімічних елементів перетворюється в електричну енергію і тепло.

В Україні атомна енергетика почала свій відлік з 1977 р, коли був введений в експлуатацію перший блок Чорнобильської АЕС. Згідно з планами розвитку атомної енергетики в колишньому Радянському Союзі на території України повинно було бути споруджено 9 АЕС. За період з 1977 р. до 1989 р. було введено 16 енергоблоків загальною потужністю 14800 МВт на 5 атомних електростанціях: Запорізькій, Рівненській, Хмельницькій, Чорнобильській, Південноукраїнській. Проекти будівництва Чигиринської та Харківської АЕС були анульовані через серйозні помилки при виборі місць проммайданчиків.

### 3.4.7. ВОДОГОСПОДАРСЬКІ РОЗРАХУНКИ

Необхідні витрати води для теплових електростанцій визначають, виходячи із потужності агрегатів і їх типу, а також у залежності від кількості пари, що відбирається для потреб інших підприємств. Орієнтовно можна рахувати, що на 1 кВт встановленої потужності витрачається від 0,16 до 0,45 м<sup>3</sup>/год. або 0,44 - 10<sup>-4</sup> — 1,2 - 10<sup>-4</sup> м<sup>3</sup>/с.

Більші значення відносяться до теплових електростанцій невеликої потужності (до 300 тис. кВт), а менші - до ТЕС більшої потужності (більше 300 тис. кВт).

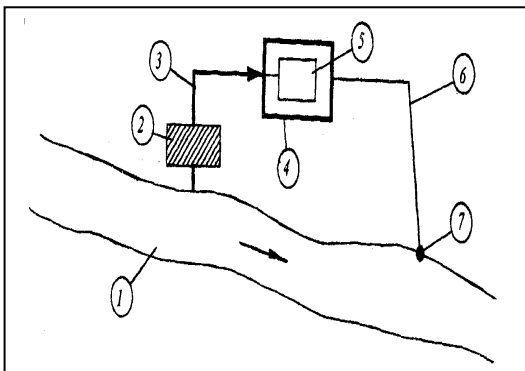
Схема водопостачання ТЕС може бути прямою або зворотною (рис.3.16). Вибір схеми водопостачання ТЕС залежить від низки факторів. Так, потужні теплові електростанції стараються розташовувати на берегах великих річок, водосховищ або в прибережній морській зоні. При цьому схема водопостачання може бути прямою. При розміщенні ТЕС безпосередньо біля родовища палива і в умовах обмеженого запасу водних ресурсів виникає необхідність переходу до зворотних систем водопостачання. У зв'язку із зростанням у більшості районів напруженості водного балансу, а також забрудненості водних ресурсів водопостачання ТЕС повинно бути зворотнім.

Витрата води для потреб ТЕС при прямої схемі водопостачання визначається формулою:

$$Q_{ТЕС\text{пр}} = N_{ТЕС} \cdot q_{кВт}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.43)$$

де  $N_{ТЕС}$  - потужність теплової електростанції, кВт;  $q$  - питома витрата води в  $\text{м}^3/\text{с}$  на 1 кВт електроенергії, яка приймається (0,44 - 1,2)· $10^{-4}$   $\text{м}^3/\text{с}$  на 1 кВт.

При зворотній схемі водопостачання потреба ТЕС у свіжій воді



складає 3 - 5% витрати води від прямої схемі. У зимовий період витрата води на ТЕС знижується в середньому на 30 - 40%.

На ГРЕС і АЕС найбільш поширеною являється система зворотного водопостачання з водосховищами-

охолоджувачами.

Рис. 3.16. Схема прямої системи технічного водоспоживання теплової (атомної) електростанції: 1 - річка; 2 - насосна станція; 3 - водовід; 4 - будівля електростанції; 5 - конденсатор;

6 - канал для відводу теплої води; 7 – скид стічних вод

На ТЕЦ використовуються ті ж системи водопостачання, але найбільш поширеною є система зворотного водопостачання з градирнями. Якість води пароводяного циклу, як і якість додаткової води, повинна забезпечувати такий режим роботи обладнання, при якому не відбувається ні корозії, ні відкладів. Вимоги до якості води, яка використовується на ТЕС і АЕС, наводяться у таблиці 3.14.

Стічні води ТЕС від охолодження при прямоточних системах водопостачання і „продувні” води із систем зворотного водопостачання скидаються у водойму без спеціальної очистки. Замаслені і замазучені стоки після відстоювання і деемульгування або очистки на фільтрах скидаються у водойму тільки при прямоточних системах технічного водопостачання.

Стічні води АЕС піддаються спеціальній очистці і повторно використовуються у тих самих циклах АЕС. Скид радіоактивних вод у водойми не допускається.

### **!! Приклад розв'язку задачі**

**Задача 9.** Визначити повний потенціал гідроресурсів річки та її питому потужність при відомій витраті:  $Q_{5\%} = 100,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{25\%} = 80,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{50\%} = 50 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{95\%} = 25,1 \text{ м}^3/\text{с}$ , відмітках рівня води в річці: в витоці 205,0м; в гирлі – 55,5м, довжині річки – 200,5км, площі басейну – 1898км<sup>2</sup>.

**Рішення.** Повний потенціал гідроресурсів річки може бути вирахований для всієї її довжини, або для окремої ділянки, а також на одиницю її довжини (питома потужність).

Повний потенціал гідроресурсів річки або потужність річки вираховується за формулою

$$N = 9.81 \cdot Q \cdot H, \text{ кВт},$$

де  $Q$  – витрата води в річці в середній по водності рік ( $Q = Q_{50\%}$ ),  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $H$  – падіння річки, м.

Падіння річки визначається за різницею відміток у верхів'ї ( $H_{\text{в}}$ ) і гирлі ( $H_{\text{г}}$ ).

$$\text{Величина } H = H_{\text{в}} - H_{\text{г}} = 205,0 - 55,0 = 150,0 \text{ м.}$$

Тоді потужність річки буде:

$$N = 9,81 \cdot 50 \cdot 150 = 73575 \text{ кВт}$$

Питома потужність річки обчислюється за формулою

$$N_{\text{пит.}} = N / L,$$

де  $L$  – довжина річки, км.

$$N_{\text{пит.}} = 73575 / 200,5 = 366,996 \text{ кВт.}$$

Можна обчислити відношення повної потужності річки до площі басейну:

$$N_{\text{бас.}} = N / F, \text{ кВт/км}^2,$$

де  $F$  – площа басейну, км<sup>2</sup>.

$$N_{\text{бас.}} = 73575 / 1898 = 38,76 \text{ кВт/км}^2$$

**Задача 10.** Визначити необхідний об'єм води для водопостачання ТЕС потужністю  $N = 1$  млн.кВт з прямою схемою водопостачання.

Побудувати річний графік водопостачання ТЕС.

**! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

- 1 Пояснити значення енергетики як учасника водогосподарського комплексу.
- 2 Знати значення терміну електростанція.
- 3 Пояснити якими ресурсами представлені гідроенергетичні ресурси.
- 4 Знати як визначається економічний потенціал гідроресурсів.
- 5 Знати основні поняття про енергетичне використання річок.
- 6 Навести характеристику ГЕС за способом утворення напору, його величини, встановленою потужністю, роллю ГЕС у водогосподарському комплексі.
- 7 Які ГЕС називаються дериваційними та принцип їх дії.
8. Пояснити принцип дії гідроакумулюючих електростанцій.
9. Знати особливості теплових електростанцій як учасника водогосподарського комплексу.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

- 1 Які існують види електростанцій?
- 2 Навести вигляд та дати характеристику графіка електричного навантаження.
- 3 Навести визначення терміну повний потенціал річкового потоку.
- 4 Дати характеристику технічного потенціалу водних ресурсів.

- 5 Навести розрахунок потужності водного потоку.
- 6 Які Ви знаєте види гребельних ГЕС.
- 7 Навести характеристику принципу дії припливних електростанцій.
- 8 Як проводяться водогосподарські розрахунки для теплових електростанцій.

Таблиця 3.14

## Вимоги до якості води, що використовується на ТЕС і АЕС

Показники	Одиниці вимірювання	Водопідготовка			Технологічні процеси					
		Випаровування	Знесолення і хіміч. очистка	Зворотній осмос і електродіаліз	Охолодження пари і додаткового обладнання	Обмивка повітряопідігрівачів і пікових котлів	Хімічна промивка обладнання		Гідрозоловидалення	
							Водна обмивка	Хімічистка котлів $p \leq 100 \text{ ат}$ і $p \geq 130 \text{ ат}$	Змивзоли ішлаку	Зрошеннямокрих золовловлювачів
Температура	°C	не норм	40	до 35	до 33	50	не нормується		—	—
Зважені речовини	мг/л	5	5	відсут.	до 20* в додатковій воді	до 30	До 100	відсутність	до 100	до 10

Продовження таблиці 3.14

Ефір о- розчи нні	мг/л	1	5	відсут.	5	не норм	5	0,3	до 100	до 30
Запах	бал	не нормується			3	3	не нормується		—	—
Кольо р- овість	град.	не нормуються		20	не нормується				—	—
pH	—	9,1± 0,1	не норм	4-7,5	6,5-8,5	8,5-10	6,5 - 8,5	7-8	5-12,6	5-11
Твер дість: заг. карбо натна	мекв/ л мекв/ л	0,01 н/нор	н/нор н/нор	10 1	не норм не норм	не норм не норм	н/н н/н	0,005- 0,001 не норм	— —	— —
Соле вміст : Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup> 3O <sup>2-</sup>	мг/л мг/л мг/л мг/л	н/нор н/нор н/нор н/нор	н/нор н/нор н/нор н/нор	2000 100 100 500	не нормується не нормується не нормується не нормується				4·10 <sup>-4</sup> — — —	4·10 <sup>-4</sup> — — —



### 3.5. ВОДНИЙ ТРАНСПОРТ

Водний транспорт як учасник ВГК відноситься до водокористувачів. Особливих вимог до якості води він не пред'являє. Але разом з тим є джерелом забруднення і засмічення водних об'єктів господарсько-фекальними водами, сухим сміттям, харчовими відходами, відпрацьованим маслом, промасленими ганчірками, нафтопродуктами та іншими відходами.

#### 3.5.1. Поняття про водні шляхи

Водні об'єкти, що використовуються для перевезення по них вантажів і пасажирів, називаються **водними** шляхами.

Водні шляхи відносно до материка поділяються на **внутрішні** (річки, внутрішні канали і водосховища) і **зовнішні** (моря, океани і морські канали).

**Внутрішні водні шляхи** – це, в основному, річки, тому їх часто називають річковими. Внутрішні водні шляхи можуть бути представленими у вигляді:

- 1) річок – в природному стані, з зрегульованим стоком і шлюзованих;
- 2) каналів – відкритих і шлюзованих;
- 3) озер і водосховищ;
- 4) водних систем, які включають в себе річки і канали в різному стані, озера і водосховища.

Під **судноплавними річками** природного стану розуміють річки не перегороджені греблями, на яких судноплавні умови створюються поглибленням дна, випрямленням русла, гідротехнічними спорудами і судноплавною ситуацією.

Під **шлюзованими судноплавними річками** розуміють річки, які перекриті греблями з судноплавними спорудами, гідроелектростанціями і водозаборами. На таких річках за допомогою гребель створюються водосховища або підперті б'єфи, в яких судноплавні умови забезпечуються за рахунок збільшення глибин внаслідок підпору і проведення шляхових робіт.

Згідно статті Водного Кодексу України „Особливості користування водними об'єктами для потреб водного транспорту”

річки, озера, водосховища, канали, інші водойми, а також внутрішні (морські) води та територіальне море є внутрішніми водними шляхами загального користування за винятком випадків, коли відповідно до законодавства України їх використання з цією метою повністю чи частково заборонено.

Перелік внутрішніх водних шляхів, віднесених до категорії судноплавних, затверджується Кабінетом Міністрів України.

Всі судна та інші плаваючі засоби мають бути обладнані ємностями для збирання лляльних та інших забруднених вод, які повинні систематично передаватись на спеціальні очисні споруди для очистки та знезараження.

Забороняється заходження в територіальне море суден, які не провели заміну ізольованого баласту і не обладнані цистернами і закритими фановими системами для збирання стічних вод будь-якого походження чи установками для очищення та знезараження цих вод, не відповідають міжнародним стандартам.

Користування водними об'єктами для плавання на маломірних судах (веслових, моторних човнах) дозволяється з дотриманням правил, що встановлюються Верховною Радою Автономної Республіки Крим, обласними, Київською та Севастопольською міськими Радами народних депутатів за погодженням з Українською державною інспекцією Регістру і безпеки Судноплавства.

У залежності від інтенсивності руху і габаритів суден водні шляхи поділяються на 4 категорії: **I – супермагістралі, II – магістралі, III – шляхи місцевого значення, IV – під'їзні шляхи.**

За **тривалістю** навігації водні шляхи бувають **цілорічної і періодичної дії**; за **наявністю споруд** діляться на **вільні і шлюзовані**, за **способом перевезення** – на **судноплавні і сплавні**.

Водний транспорт пред'являє певні вимоги до швидкості течії, коливання рівня води біля причалу і забезпечення судноплавних глибин (табл. 3.15).

Для створення необхідних глибин і забезпечення безпеки судноплавства проводять днопоглиблювальні роботи, очистку русел і берегів, випрямлення русла, а також спеціальне регулювання стоку річок шляхом попусків води із спеціальних водосховищ, які створюються у верхів'ях річок.

Таблиця 3.15

**Глибини водних шляхів в залежності від  
категорії, м**

Глибина судового ходу	Категорія водного шляху			
	I– супер- магістрал і	II– магістралі	III–шляхи місцевого значення	IV– під'їзні шляхи
Мінімальна гарантована	>2,00	1,00 - 2,60	0,60 - 1,40	0,45 -0,80
Використовую- ться флотом	>3,00	1,65 - 3,00	1,00 - 1,65	≤1,00

**3.5.2. Розрахунок потреби у воді при шлюзуванні**

При наявності греблі, що перегороджує річку, шлюзування суден здійснюється через одно-, дво-, **багатокамерні та шахтні шлюзи.**

Розрахунок шлюзування полягає у визначенні тривалості наповнення чи скиду води зі шлюзу, його габаритів та кількості води, яка витрачається для проведення шлюзування.

Час наповнення чи спорожнення шлюзової камери розраховується за формулою:

$$t_{nan} = t_{ck} = 0,23 \cdot \sqrt[3]{(L_{ш} B_{ш} H_{ш})}, хв \quad (3.44)$$

де  $L_{ш}$ ,  $B_{ш}$ ,  $H_{ш}$  – відповідно довжина, ширина і глибина шлюзу, м,  
Довжина шлюзу визначається за формулою:

$$L_{ш} \geq l_c + 2\Delta l, м. \quad (3.45)$$

Ширина шлюзу:

$$B_{ш} \geq B_{ш} + 2\Delta b, м \quad (3.46)$$

де  $l_c$  і  $b_c$  – найбільша довжина і ширина розрахункового судна, плота чи групи суден;  $\Delta l$  – запас по довжині камери і між суднами в групі:

$$\Delta l = 1 + 0,01 l_c, \text{ м} \quad (3.47)$$

$\Delta b$  – запас по ширині камери;

$$\Delta b = (0,04 - 0,05 b_c), \text{ м} \quad (\text{але не менше } 0,4 \text{ м}). \quad (3.48)$$

Глибина води в шлюзі:

$$H_{ш} = H_{oc} + \Delta H, \quad (3.49)$$

де  $H_{oc}$  – максимальна глибина осадки судна, м,

$$\Delta H = 0,25 H_{oc}, \quad (\text{але не } \leq 0,4 \text{ м}). \quad (3.50)$$

На судноплавних річках найбільш поширені шлюзові камери розміром 290 x 30 та 150 x 18 м при  $H = 3,0-3,5$  м,  $t_{нав} = t_{ск} = 20-40$  хв.

Потреба у воді при шлюзуванні складається із об'єму води в шлюзі та об'єму води на фільтрацію і випаровування. Об'єм води в шлюзі визначається об'ємом та числом використаних зливних призм за навігаційний період.

Об'єм зливної призми шлюзу визначається як:

$$V_{з.л.} = (1,15 - 1,20) L_{ш} B_{ш} H_{ш}, \text{ м}^3 \quad (3.51)$$

Добовий об'єм води на шлюзування у найбільш напружений період буде:

$$V_{доб} = V_{з.л.} (n_{повн.} - n_{зуст.}), \text{ м}^3, \quad (3.52)$$

де:  $n_{повн.}$  – число шлюзувань за добу;  $n_{зуст.}$  – число зустрічних шлюзувань, яке звичайно приймається для однокамерних шлюзів:

$$n_{зуст.} = 0,5 n_{повн.} \quad (3.53)$$

Об'єм води, що використовується на шлюзування за навігаційний період ( $T_{нав}$ ) буде дорівнювати:

$$V_{нав} = \frac{V_{доб} (T_{нав} - T_{ск})}{\Phi_H}, \text{ м}^3 \quad (3.54)$$

де  $T_{нав}$  – період навігації, діб;  $T_{ск}$  – період скиду паводкових вод, діб;  $\Phi_H$  – коефіцієнт нерівномірності шлюзування.

Втрату води на фільтрацію через затвори знаходять за формулою:

$$V_{ф} = 86,4 q_{нф} \sum b T_{нав} \quad (3.55)$$

де  $q_{нф}$  – величина питомої фільтрації води через ущільнення, приймається 1,5-3,0 л/с на 1 пог. м в залежності від напору на споруду,  $\Sigma b$  – повна довжина ущільнень по периметру затворів нижньої частини голови шлюзу, м. Таким чином, об'єм води на шлюзування за навігаційний період буде визначатися як:

$$V_{шл} = V_{нав} + V_{фiл} \quad (3.56).$$

**! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

- 1 Дати характеристику водному транспорту як учаснику водогосподарського комплексу.
- 2 Знати які річки називаються судноплавними.
- 3 Перелічити які вимоги пред'являє водний транспорт до водних об'єктів.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

1. Які водні об'єкти називаються водними шляхами?
2. Поясніть як поділяються водні шляхи по відношенню до материка.
3. Наведіть пояснення які судноплавні річки називаються шлюзованими.
4. Як розрахувати тривалість наповнення і скиду води з шлюзової камери?
5. Наведіть розрахунок об'єму зливної призми шлюзу.

**!! Приклад розв'язку задачі**

**Задача 11.** Для шлюзування водного транспорту запроектований шлюз розміром 150 x18 м. Глибина води у шлюзі 2,8м. Визначити об'єм води, який необхідно зберігати у водосховищі для здійснення шлюзування на протязі 120 днів. Середня кількість шлюзувань за добу в обидві сторони – по 10. Коефіцієнт нерівномірності 0,58.

**Рішення.** Визначаємо об'єм зливної призми за формулою:

$$V_{з.п} = (1,15...1,20) \cdot L_{ш} \cdot B_{ш} \cdot H_{ш}$$

де  $L_{ш}$ ,  $B_{ш}$ ,  $H_{ш}$  - відповідно довжина, ширина і глибина шлюзу, м.

$$V_{з.п} = 1,20 \cdot 150 \cdot 18 \cdot 2,8 = 9072 \text{ м}^3$$

Добовий об'єм води на шлюзування знаходиться за формулою:

$$V_{доб} = V_{з.п.} \cdot (П_{повн} - П_{зустр}) \text{ м}^3,$$

де:  $П_{повн.}$  – число шлюзувань за добу в обидві сторони ( $П_{повн.} = 20$ );  
 $П_{зустр}$  – число зустрічних шлюзувань ( $П_{зустр} = 10$ );

$$V_{доб} = 9072 \cdot (20 - 10) = 90720 \text{ м}^3$$

Знаходимо об'єм води, що використовується на шлюзування за навігаційний період за формулою:

$$V_{нав} = \frac{V_{доб} \cdot (T_{нав} - T_{ск})}{\varphi_n}$$

де  $T_{нав}$  – період навігації, діб;  $T_{ск}$  – тривалість повені, діб. В умові задачі тривалість повені не приводиться, тому  $T_{ск} = 0$ .

$$V_{нав} = \frac{90720 \cdot 120}{0,58} = 18,59 \text{ млн.м}^3.$$

Крім об'єму води на шлюзування  $V_{шл}$ , необхідно визначити втрату води на фільтрацію через ущільнення воріт шлюза:

$$V_{фільтр} = 86,4 \cdot q_{пит.ф.} \cdot \sum b \cdot T_{нав},$$

де  $q_{пит.ф.}$  - величина питомої фільтрації, приймаємо 2,0 л/с на 1м;  
 $\sum b$  – повна довжина ущільнень по периметру воріт (2,8+2,8+18=23,6м);  $V_{фільтр} = 86,4 \cdot 2 \cdot 23,6 \cdot 120 = 0,49 \text{ млн.м}^3$ .

Об'єм води на шлюзування, який повинен зберігатися у водосховищі, буде дорівнювати:

$$V_{шл} = V_{нав} + V_{фільтр} = 18,59 + 0,49 = 19,08 \text{ млн.м}^3$$

### 3.6. ЛІСОСПЛАВ

**Лісосплав** – транспортування деревини по природних і штучних водних шляхах. Дуже часто запаси лісу знаходяться у гірських важкодоступних районах, звідки доставити ліс іншими шляхами, крім лісосплаву, неможливо.

Часто умови лісосплаву ускладнюються низкою причин, зокрема, таких як недостатні габарити лісосплавного шляху; засмічення русла топляком; велика звивистість русла; затоплення русла в повінь, що

призводить до розносу лісоматеріалів по заплаві; наявність інженерних споруд на річках; несприятливі течії і інші [14].

### 3.6.1. Типи лісосплавів

Лісосплав відноситься до водокористувачів. Сплав лісу здійснюється **молом, кошелями або сигарами, плотами, на суднах.**

При **мольовому** сплаві окремі, незв'язані між собою стовбури, сплаваються річкою самостійно. При цьому спостерігаються великі втрати деревини і забруднення річки. Тому мольовий сплав є небажаним. При **кошельовому** сплаві стовбури огороджують плавучими рамами (обноскою), для них характерно те ж, що і при мольовому сплаві. При **плотовому** сплаві колоди перед пуском з'єднують в окремі зплоточні одиниці, із яких потім формують плоти. Найбільш раціональним є сплав лісу на **суднах.**

### 3.6.2. Розрахунок потреби води при лісосплаві

При лісосплаві по зарегульованих річках, тобто через шлюзи необхідний об'єм води розраховується як при шлюзуванні суден. Цей об'єм повинен бути зарегульованим у водосховищі. При лісосплаві через спеціальні споруди (колодопропуски) необхідний об'єм води розраховується за формулою:

$$W_{cнл} = \omega \cdot V \cdot T, \text{ м}^3 \quad (3.57)$$

де  $\omega$  – поперечний переріз колодопропуску,  $\text{м}^2$ ;  $V$  – швидкість води (не менше 0,2),  $\text{м/с}$ ;  $T$  – тривалість роботи,  $\text{с}$ .

При лісосплаві по незарегульованих річках необхідно мати певну глибину води ( $h_{cнл}$ ) та певну швидкість течії води ( $V$ ). Оскільки ці величини дуже змінюються як на протязі року, так і по роках, тому перевірка необхідних сплавних характеристик річки здійснюється для маловодних років.

Так, при плотовому лісосплаві перевіряються сплавні глибини в ріках з забезпеченістю 85-95%, при мольовому – 80-90%.

Мінімальна сплавна витрата ( $Q_{cнл}$ ) гарантується мінімальною сплавною глибиною ( $h_{cнл}$ ) по всій ширині лісосплавного ходу при

сплаві плотами, а при мольовому сплаві, крім того, і мінімальною експлуатаційною швидкістю  $V = 0,10 - 0,15 \text{ м/с}$ .

При сплаві плотами сплавна витрата  $Q_{\text{спл}} = Q_h$ , а при мольовому сплаві береться більша із двох величин,  $Q_h$  або  $Q_v$ .

Рівень води, який відповідає  $Q_{\text{спл}}$  називається мінімальним сплавним рівнем, а його відмітка позначається  $Z_{\text{спл min}}$  (рис. 3.17) [14].

**! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

1. Дати характеристику лісосплаву як учасника водогосподарського комплексу.
2. Перелічити вимоги лісосплаву до водних об'єктів.
3. Знати основні види лісосплаву.
4. Оцінити вплив основних видів лісосплаву на водні екосистеми.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

1. Які водні об'єкти називаються лісосплавними?
2. Порядок розрахунку потреби води при лісосплаві.



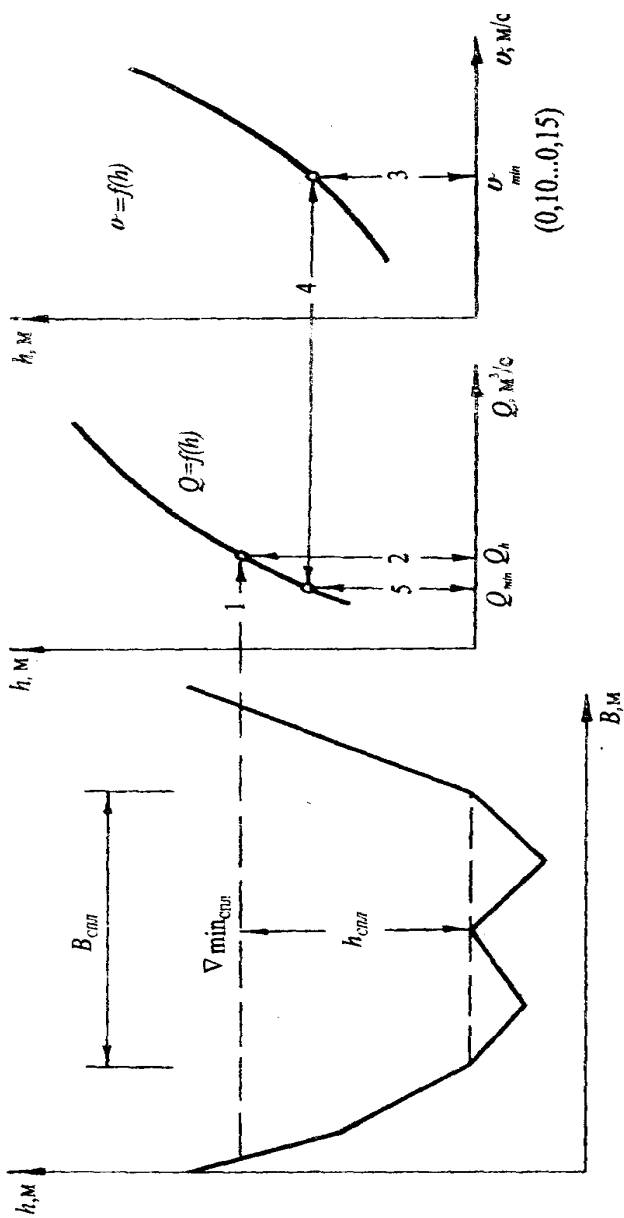


Рис. 3.17. Визначення сплавної витрати

### **3.7. РИБНЕ ГОСПОДАРСТВО ЯК УЧАСНИК ВГК**

Рибне господарство як учасник ВГК належить до водокористувачів і з усіх галузей економіки найбільш тісно зв'язане з водними ресурсами і потребує особливо чистої води.

Згідно ст. 68 Водного Кодексу України „Особливості спеціального водокористування та користування водними об'єктами для потреб рибного та мисливського господарства” встановлено, що на водних об'єктах або їх частинах, які використовуються для промислового добування риби та іншого водного промислу або мають значення для відтворення їх запасів, права водокористувачів можуть бути обмежені в інтересах рибного господарства та водного промислу. Перелік промислових ділянок рибогосподарських водних об'єктів (їх частин) визначається Кабінетом Міністрів України.

Водокористувачі, яким надано в користування рибогосподарські водні об'єкти (їх частини), зобов'язані проводити заходи, що забезпечують поліпшення екологічного стану водних об'єктів і умов відтворення рибних запасів, а також утримувати в належному санітарному стані прибережні захисні смуги в місцях вилову риби. Питання користування водами для потреб рибного і мисливського господарства регулюються Законом України „Про тваринний світ” та іншими законодавчими актами.

#### **3.7.1. Сучасний стан рибного господарства**

Для нормального розвитку і успішного відтворення різних порід риб необхідно, щоб у воді містилася достатня кількість розчинного кисню і не було шкідливих домішок речовин природного та антропогенного походження. Крім того потрібно підтримувати необхідні глибини і температуру води, що особливо важливо в період нересту риб і розвитку молоді, а також забезпечувати рибу достатньою кількістю їжі.

На розвиток рибного господарства негативно впливає:

- забруднення водойм недостатньо очищеними стічними водами, а також отрутохімікатами та добривами, які надходять з поверхневим стоком;

- надмірне заростання водойм болотною рослинністю, яка погіршує умови життя риби і експлуатації водойм;
- несприятливий гідрологічний та газовий режим водойми в наслідок порушення умов подачі води;
- обміління ділянок річки, які є нерестилищем для деяких видів риб;
- замулення водойм;
- забір води на потреби інших учасників ВГК (ГЕС, зрошення, шлюзування, водопостачання і ін.);
- наявність на водних об'єктах лісосплаву та водного транспорту;
- несприятливі умови, які виникають на шляху міграції риб до нерестилищ та на шляху зворотного скату молоді, що зумовлено наявністю таких гідротехнічних споруд як гребля, шлюз;
- відсутність спеціальних рибозахисних і рибозагороджувальних пристроїв на насосних станціях, водозаборах;
- недостатні глибини водойм і наявність на дні пнів, деревини, каміння, які ускладнюють вилов риби;
- порушення встановлених правил лову риб, браконьєрство;
- дефіцит водних ресурсів в окремих річкових басейнах, особливо в гирлах річок, що пов'язане з великим забором води для галузей економіки;
- недоліки, які спостерігаються при експлуатації рибогосподарських водойм, - не повне використання кормової бази природних водойм, незадовільний технічний стан ставкового фонду, незабезпеченість водою, рибопосадковим матеріалом та кормами.

Для успішного вирішення проблеми рибного господарства необхідно:

- виділення рибного господарства у число найважливіших учасників ВГК;
- припинення будь-якого забруднення водойм і водотоків;
- обмеження використання добрив, отрутохімікатів у водоохоронній зоні водотоків та водойм;
- реконструкція старих і будівництво нових рибопропускних споруд на річках, які мають важливе рибпромислове значення, а також встановлення рибозахисних та рибозагороджувальних пристроїв на насосних станціях, водозаборах;

- створення сприятливих умов для розміщення і розмноження цінних видів риб у пониззях великих річок за рахунок періодичних попусків води із вищерозташованих водосховищ для обводнення нерестилищ, очистки дна річок від затопленої деревини, заборона мольового сплаву лісу;
- підвищення рибогосподарської ефективності існуючих водосховищ та таких що проектуються;
- подальший розвиток спеціалізованих рибогосподарських господарств, у тому числі з використанням підігрітих вод від теплових і атомних електростанцій;
- розширення робіт щодо акліматизації та переміщенню деяких видів риб в інші водойми з метою підвищення їх загальної рибопродуктивності (білий амур, товстолобик, американський буффало і ін.).

### 3.7.2. Типи рибоводних ставкових господарств

В залежності від місця, де мешкає той чи інший вид іхтіофауни риби прісних водойм України поділяються на лімнофільні, реофільні, туводні, прохідні, напівпрохідні; в залежності від місця та умов відкладання ікри розрізняють: фітофільні, літофільні, псамофільні та пелагофільні; в залежності від характеру харчування: бентофаги, планктофаги, іхтіофаги та макрофітофаги.

Ставкові рибоводні господарства бувають **тепловодні** (коропіві) і **холодноводні** (форелеві). Усі підприємства товарного риборозведення в основному мають однакові гідротехнічні споруди, але відрізняються за ступенем проточності, глибинами та розмірами ставків.

У залежності від призначення розрізняють такі типи ставкових господарств: **риборозплідники, нагульні, селекційно-племенні, репродуктори і відтворювальні комплекси** рослиноїдних риб.

У риборозплідниках вирощується тільки рибопосадковий матеріал (мальки, молодняк, цьоголітки). До їх складу входять нерестові, малькові, вирощувальні, зимувальні, маточні та карантинні ставки.

**Повносистемні** господарства використовуються для вирощування риби від стадії ікринки до товарної ваги у дворічному віці. Ці

господарства, крім категорій ставків властивих риборозпліднику, повинні мати нагульні ставки для вирощування товарної риби.

**Селекційно-племінні** господарства займаються селекційною роботою, зокрема виведенням нових порід риб і збільшенням їх продуктивності.

**Репродуктори** служать для вирощування племінних плідників або мальків для забезпечення матеріалом рибоводних господарств.

Відтворювальні комплекси рослиноїдних риб вирощують мальків або молодняк рослиноїдних риб для реалізації рибоводним господарствам.

За **термінами вирощування** товарної риби ставкові господарства поділяються на господарства з одно-, двох, і трьохрічним оборотом.

Основним об'єктом розведення і вирощування у тепловодних ставкових господарствах є короп. Разом з коропом вирощують інші види риб: товстолобик, білий амур, щука, які забезпечують більш повне використання природної кормової бази та дають додаткову продукцію.

У холодноводних ставкових господарствах вирощують райдужну форель.

### 3.7.3. Характеристика ставків різних категорій

Ставкове рибоводне господарство складається із системи рибоводних ставків, у яких підтримуються гідроекологічні умови середовища, яке відповідає життєвим потребам вирощування риби на різних етапах її розвитку.

Розрізняють ставки таких категорій: нерестові, малькові, виростні, зимувальні, літні, маточні, карантинні, ізоляторні, садки.

**Нерестові** ставки розташовуються у місцях, які добре прогриваються сонцем, захищені від холодних вітрів, віддалені від проїзних доріг і випасів для худоби. Їх не можна розташовувати на заболочених і торфових ділянках. Площа окремого ставка – 0,1-0,3 га, глибина води – від 0,15 до 1,30 м. Ділянки з глибиною 20-30 см повинні складати 40-50% загальної площі ставка. Дно повинно бути вкрите м'якою лучною рослинністю. Деякі види м'якої рослинності

(лобода (*Chenopodium*), тимофіївка (*Phleum*), конюшина (*Trifolium*), райграс (*Arrhenatherum*), бромус (*Bromus*) при затопленні швидко загнивають і гинуть, забруднюючи при цьому воду, і тим самим згубно діють на відкладену ікру. Інші ж види – бекманія (*Westmannia*), тонконіг (*Poa*), лисохвіст (*Alopecurus*), пирій (*Elytrigia*) і інші не тільки витримують тривале затоплення, але й поліпшують їх газовий режим, виділяючи у процесі фотосинтезу кисень, необхідний для дихання ікри і личинок.

Короп уникає відкладати ікру на жорстких кислих травах (осоки (*Carex*), хвощі (*Equisetum*), ситники (*Juncus*) тощо. При розрідженому травостой спостерігаються значні втрати ікри - до 25-30%. Тому дуже важливо вірно підібрати склад трав та підготувати ложе ставка до затоплення.

**Вирощувальні** ставки розміщують біля зимувальних ставків. Площа їх може бути від 3 - 5 до 10 - 15 га, глибина – 0,25 - 1,50 м. Бажано, щоб площа з глибиною 0,5-1,0 м займала до 80% площі ставка. Вирощувальні ставки звичайно влаштовують у заплаві річки шляхом обвалування дамбами пониженої її частини зі сторони річки. Трав'яний покрив ставків зберігається. Форма ставків визначається рельєфом місцевості.

**Зимувальні** ставки служать для збереження рибопосадкового матеріалу у зимовий період. Розташовуються вони безпосередньо біля джерела води і вирощувальних ставків. Такі ставки обов'язково влаштовують проточними. При недостатчі кисню у воді вони штучно аеруються. Їх площа – 0,1 - 1,0 га, глибина – 1,5 - 2,5 м. Максимальна глибина зимувальних ставків ( $h_{\max}$ ) встановлюється за залежністю:

$$h_{\max} = h_{\text{л}} + h_{\text{н.ш.}}, \quad (3.58)$$

де  $h_{\text{л}}$  – максимальна товщина льоду у даній місцевості, м;  $h_{\text{н.ш.}}$  – шар води, який не замерзає, приймається не менше 1,0 м. Карантинні ставки розташовуються в кінці рибоводного господарства. Вони повинні мати самостійне водопостачання і скид.

Типові техніко-експлуатаційні показники для рибоводних ставків зони Полісся наведені в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16  
Техніко-експлуатаційні особливості рибоводних ставків Полісся

Назва показника	Категорії ставків								
	Нерес- тові	Водо наг- рівні	Маль- кові	Вирощувальні		Зиму- вальні	Літні маточ- ні	Зиму- вальні сад- ки	Спеціа- льні
				де є маль- кові став- ки	де немає маль- кових ставків				
Розміри ( га)	0,02- 0,05	0,5- 1,0	1,0	3,0- 8,0	2,0-5,0	0,1-0,5	0,5- 1,0	0,05- 0,10	5,0-30,0
Середня глибина ( м)	0,5	0,7- 1,0	0,5	0,8	0,8	1,7	1,2	1,7	1,2
Дамби: ширина поверху ( м),	1,5	2,0	1,5-2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0>	2,0
Сухий запас над горизонтом води ( м),	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5-0,7
Крутизна вкритого водою відкосу,	1,75	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0-5,0
Крутизна сухого відкосу	1,75	1,75	1,75	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0-3,0

Тривалість наповнення водою ставу (діб)	0,2	2,0	2,0	10,0	10,0	1,0	0,5	1,0	10,0-15,0
---	-----	-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----------

Продовження таблиці 3.16

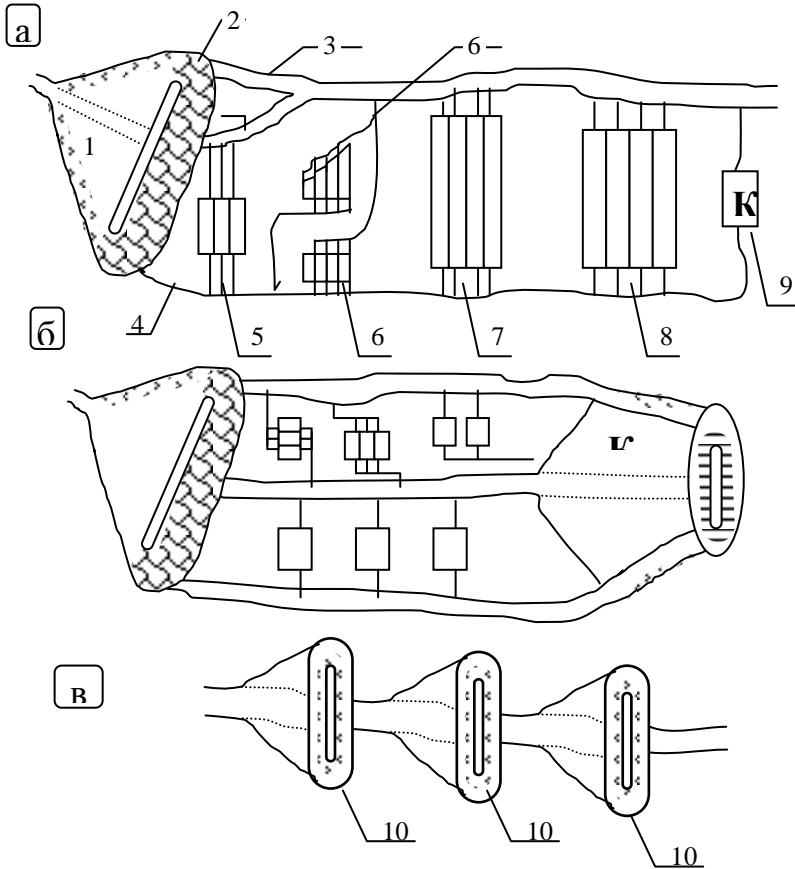
Тривалість випуску води зі ставу (діб)	0,1	-	0,5	3,0	3,0	0,5-1,0	0,2	0,5-1,0	10,0-15,0
Наповнення ставів водою	25.V-5.VI	15.V	24.V-5.VI	25.V-1.VII	25.V-5.VI	X	IV	X	IV
Строки спуску води зі ставів	VI	-	1 декада липня	X	X	IV	X	IV	X
Проточність води на гектар дзеркала ставу (л/с)	3,0-5,0	-	1,0-1,5	1,0-2,0	1,0-2,0	15,0	0,5-1,0	15,0	0,5-1,0
Розмір осушувальних каналів по ложу ставу: глибина (м),	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5-0,7
Ширина по дну (м)	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5-1,0
Орієнтовно потрібно води: для замочування дна та наповнення гектара площі ставу (тис.м <sup>3</sup> )	7,4	15,0	7,5	12,0	12,0	25,4	18,0	25,5	18,0



для водообміну на гектар площі ставу ( тис.м <sup>3</sup> )	15,1	-	5,8	19,4	24,5	236,4	17,1	236,4	17,1
---	------	---	-----	------	------	-------	------	-------	------

### 3.7.4. Схеми розташування рибоводних господарств

Схеми розташування рибоводних ставків можуть бути дуже різноманітними і, в основному, визначаються умовами водопостачання, рельєфом місцевості та фізико-хімічними властивостями ґрунтів.



**Рис. 3.18.** Схеми розташування рибоводних господарств.

а) на одному схилі заплави, б) комбінована, в) східчаста:

1 – головний став (ГС); 2 – дамба; 3 – магістральний канал; 4 – скидний канал; 5 – зимувальні ставки; 6 – нерестові; 7- малькові; 8 - вирощувальні; 9 – карантинні, 10 – нагульні.

Для рибоводних ставків краще незалежне водопостачання і незалежний скид, при яких наповнення водою і скид із кожного ставка проводять окремо. Це забезпечує проведення всіх комплексів рибоводних процесів у кожному ставку, а також знижує можливість переносу різних захворювань із одного ставка в інший.

При залежному водопостачанні у випадку проходження повені і руйнування вище розташованого ставка є небезпека руйнування і всього каскаду ставків.

### **3.7.5. Взаємна ув'язка розташування і похилів системи водопостачання з рівнем води у водосховищі**

Розташування системи водопостачання залежить від рельєфу ділянки, на якій планується будівництво ставкового господарства та розміщення ставків на місцевості. При будь-якій схемі розташування системи водопостачання канали, лотки і трубопроводи прокладаються вище всіх ставків з таким розрахунком, щоб відмітка поверхні води в них була вищою відмітки горизонту води у ставках.

Оскільки в рибоводних господарствах повинна бути забезпечена самопливна подача води в ставки, тому відмітка води в магістральному каналі повинна бути вище відміток горизонтів води у всіх ставках на протязі року.

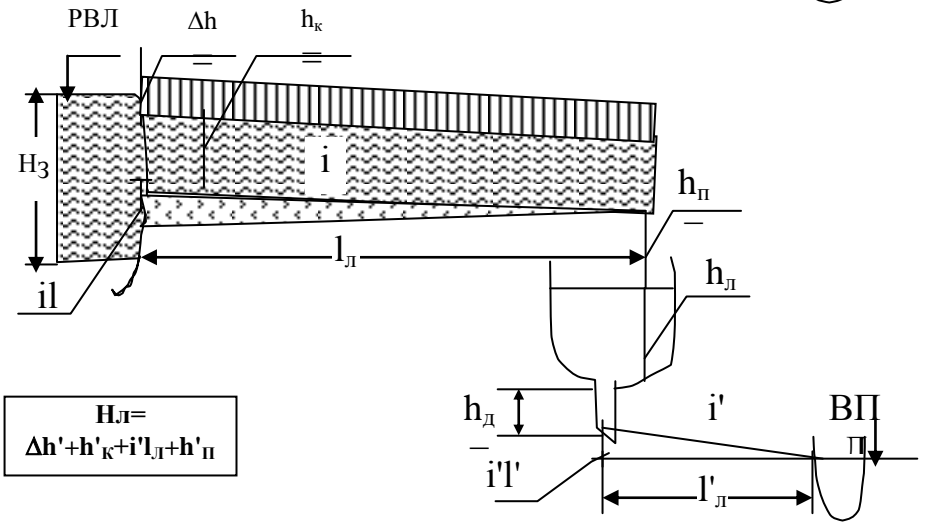
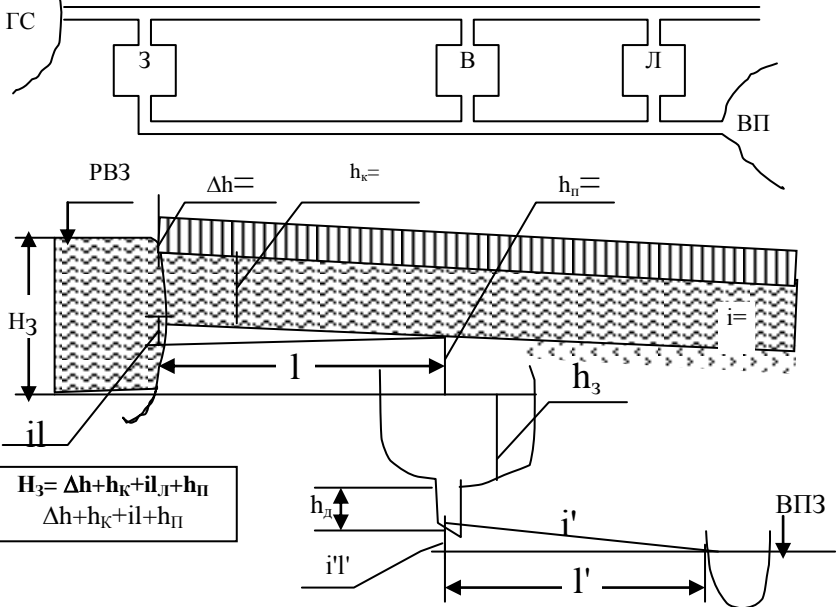
Для того, щоб знайти відмітку води у водосховищі, необхідно знати:  $a$  - різницю відміток води у водосховищі та в літніх ставках;  $b$  - різницю горизонтів води у водосховищі і у зимувальних ставках (рис. 3.19.).

Різниця відміток горизонту води найбільш віддаленого літнього ставка і водосховища визначається за формулою

$$H_{\text{Л}} = h_{\text{Л}} + h_{\text{К}} + il + h_{\text{В}} \quad (3.59)$$

де  $h_{\text{Л}}$  – перепад у кінці водопостачальної системи, тобто висота від дна лотка, по якому подають воду у дальній ставок, до горизонту води у цьому ставку. Для літніх ставків  $h_{\text{Л}} = 0,20$  м;  $h_{\text{К}}$  – глибина води у магістральному каналі під час подачі найбільших витрат. Для повносистемних господарств вона приймається біля 0,60 м, для

риборозпідників – 0,40 м;  $il$  – падіння дна каналу, м;  $i$  – похил каналу;  $l$  – довжина каналу, м;  $h_B$  – втрата напору у головному водозабірному магістральному каналу, приймається 0,10 м.



**Рис. 3.19.** Вертикальна ув'язка рівня води системи водопостачання (РВЛ, РВЗ) та водоприймача (ВПЗ, ВПЛ)

Різниця відміток горизонтів води найбільш віддаленого зимувального ставка і водосховища становить:

$$H_3 = h_{\Pi}' + h_K' + i_{\Pi} l_{\Pi} + h_B, \quad (3.60)$$

де  $h_{\Pi}'$  – перепад в кінці водорозподільної системи, приймається рівним 0,40 м;  $h_K'$  – глибина води в каналі чи лотку, приймається 0,20-0,40 м;  $i_{\Pi} l_{\Pi}$  – падіння дна магістрального каналу (для зимувальних ставків), м;  $h_B$  – втрата напору на головному водозаборі магістрального каналу, приймається 0,10 м. При визначенні  $H_3$  потрібно знати відмітку горизонту води у зимувальних ставках, яка залежить від відмітки дна ставків. Відмітка дна зимувальних ставків визначається в залежності від горизонту води у водоприймачі, який повинен бути нижчим або рівним горизонту води у зимувальних ставках.

Знайдені  $H_{\Pi}$  і  $H_3$  додають відповідно до відмітки води у найбільш віддаленому літньому або зимувальному ставках:

$$\nabla_3 = \nabla_3^{PB} + H_3 \quad (3.61)$$

$$\nabla_{\Pi} = \nabla_{\Pi}^{PB} + H_{\Pi} \quad (3.62)$$

Більша з отриманих відміток (3.61), (3.62) приймається за проектну відмітку горизонту води у водосховищі.

### 3.7.6. Водогосподарські розрахунки в галузі рибного господарства

**Розрахунок площ рибоводних ставків.** Площі ставків окремих категорій розраховують, виходячи із необхідного об'єму товарної риби ( $\Pi_p$ ) в басейні річки, що визначається чисельністю населення ( $N_{нас}$ ) та нормою споживання риби на одного жителя ( $q_p$ ).

Згідно норм біологічної потреби на одну людину в рік повинно приходиться біля 19,6 кг рибопродуктів. З цієї кількості лише 5-7% споживається у вигляді свіжої риби, 93-95% - це морожена, консервована та солена риба. Виходячи з цього положення,

необхідний щорічний об'єм товарної риби буде визначатися за залежністю:

$$\Pi_p = (0,05 - 0,07) \cdot N_{нас} \cdot q, \text{ ц} \quad (3.63)$$

Площа вирощувальних ставків (га) визначається за формулою

$$F_B = \frac{\Pi_p}{\Pi_H}, \quad (3.64)$$

де  $\Pi_p$  – необхідна кількість свіжої риби, ц;  $\Pi_H$  – нормативна рибопродуктивність виростних ставків, ц/га (табл. 3.17) [11].

Всі інші категорії ставків обслуговують вирощувальні ставки, тому площі їх залежать від площі вирощувальних ставків:

$$\text{нерестові -} \quad F_H = \frac{F_B}{20 - 21}, \quad (3.65)$$

$$\text{зимувальні -} \quad F_3 = \frac{F_B}{10 - 12}, \quad (3.66)$$

$$\text{літні маточні -} \quad F_{\text{Л}} = \frac{F_B}{20}, \quad (3.67)$$

$$\text{карантинні -} \quad F_K = \frac{F_B}{50}, \quad (3.68)$$

Кількість рибоводних ставкових господарств в басейні річки чи адміністративному районі визначають як:

$$n = \frac{F}{f}, \quad (3.69)$$

де  $F$  – загальна площа ставків відповідних категорій, га;  $f$  – розрахункова площа ставків (згідно [11]) типового рибоводного господарства.

**Розрахунок витрат води.** Водогосподарські розрахунки здійснюються для визначення витрат водозабірних і інших споруд, а також каналів водоподаючої та скидної мережі [11].

Для водопостачання рибоводного господарства за розрахункову забезпеченість приймають для нагульних ставків – 75%, для ставків риборозплідників – 90%. За водогосподарськими розрахунками визначають об'єм води для наповнення і насичення ложа ставків; витрати води для водообміну в зимувальних ставках і садках; витрати води на покриття втрат на випаровування із поверхні ставків та транспірацію, а також фільтраційні витрати води.

Таблиця 3.17

**Нормативна рибопродуктивність вирощувальних ставків в Україні**

№ з/п	Адміністративні області	Зона ставкового рибоводного господарства	Норма, $P_n$ , ц/га
1	Волинська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Івано-Франківська, Хмельницька, Київська (північна частина), Чернігівська, Сумська, Житомирська	III	17.0
2	Закарпатська, Вінницька, Черкаська, Київська (південна частина), Чернівецька, Полтавська, Харківська	IV	20.0
3	Кіровоградська, Дніпропетровська, Донецька, Луганська	V	25.0
4	Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Республіка Крим	VI	26.0

Витрати води для наповнення ставків ( $Q_{нап}$ , м<sup>3</sup>/с) визначаються за формулою

$$Q_{\text{нан}} = \frac{W_{\text{см}}}{86400 \cdot T_{\text{нан}}} = \frac{F_{\text{СТ}} \cdot h}{86400 \cdot T_{\text{нан}}}, \quad (3.70)$$

де  $W_{\text{нас}}$  – об'єм ставків даної категорії, м<sup>3</sup>;  $T_{\text{нан}}$  – нормативний час наповнення ставків даної категорії, діб;  $F_{\text{см}}$  – площа ставка даної категорії, м<sup>2</sup>;  $h$  – середня нормативна глибина ставка даної категорії, м. Розрахунок витрат на наповнення ставків проводиться у формі таблиці (табл. 3.18).

Витрати води для насичення ложа ( $Q_{\text{нас}}$ , м<sup>3</sup>/с) визначаються за формулою

$$Q_{\text{нас}} = \frac{W_{\text{нас}}}{86400 \cdot T_{\text{нас}}} = \frac{\mu \cdot F_{\text{см}} \cdot h_{\text{зв}}}{86400 \cdot T_{\text{нас}}}, \quad (3.71)$$

де  $W_{\text{нас}}$  – об'єм води для насичення ставків, м<sup>3</sup>;  $T_{\text{нас}}$  – глибина залягання ґрунтових вод, м;  $\mu$  – недостача насичення ґрунту в об'ємних одиницях:

$$\mu = [(\gamma - \beta) / \gamma] - A \cdot \beta, \quad (3.72)$$

де  $\gamma$  – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>;  $\beta$  – об'ємна маса, г/см<sup>3</sup>;  $A$  – вагова вологість, долі від одиниці. Визначення витрат води на насичення ложа ставків проводиться у формі таблиці (табл. 3.19).

$T_{\text{нас}}$  – нормативна тривалість насичення, діб;  $h_{\text{зв}}$  – глибина залягання ґрунтових вод, м.

Норма втрат на фільтрацію і випаровування у наближених розрахунках приймається у межах 0,5 - 1,5 л/с·га. Менші значення приймаються для північних областей України і важких за механічним складом ґрунтів. Розрахунок витрат води на поповнення втрат від фільтрації та випаровування виконується у формі таблиці (табл. 3.20).

Всі визначені витрати води зводять у табл. 3.21, за якою будують календарний графік водоспоживання рибного господарства.

Календарний графік водоспоживання, суміщений з гідрографом джерела водопостачання (рис. 3.20) дає можливість визначити рівень водозабезпеченості рибного господарства в роки різної забезпеченості.

### **!! Приклад розв'язку задачі**



**Задача 12. Розрахувати необхідну кількість ставкових господарств для території, яка знаходиться в Житомирській області і де проживає 1,2 млн.чоловік.**

**Рішення. Кількість ставкових господарств на певній території визначається за формулою**

$$n = \frac{F}{f}$$

де  $F$  – загальна площа ставкового господарства на заданій території, га. Ця площа знаходиться як сума площ ставків вирощувальних ( $F_v$ ), нерестових ( $F_n$ ), літніх маточних ( $F_l$ ), зимувальних ( $F_z$ ) і карантинних ( $F_k$ ).

Таблиця 3.18

## Розрахунок витрат на наповнення ставків

№ з/п	Категорія ставків	Площа, м <sup>2</sup>	Серед-ня гли-бина, м	Об'-єм, м <sup>3</sup>	Наповнення				Скид			
					Поча-ток	Кі-нець	Три-ва-лість, діб	Вит-рати, Q <sub>нап</sub>	Поча-ток	Кінець	Три-ва-лість, діб	Вит-рати, Q <sub>ск</sub> , м <sup>3</sup> /с
1	Вирощувальні	+	0,80	+	1.06	15.06	15	+	1.10	7.10	7	+
2	Нерестові	+	0,50	+	25.05	26.05	2	+	20.06	1.06	2	+
3	Зимувальні	+	1,75	+	25.09	28.09	4	+	25.04	28.04	4	+
4	Літні маточні	+	1,75	+	25.04	28.04	4	+	14.10	16.10	3	+
5	Карантинні	У випадку необхідності										

Таблиця 3.19

## Витрати води для насичення ложа ставків

№ з/п	Категорії ставків	Нестача насичення, μ	Площа ставка, м <sup>2</sup>	Глибина залягання ґрунтових вод, м	Об'єм насичення, м <sup>3</sup>	Тривалість насичення, діб	Витрата, Q <sub>нас</sub> , м <sup>3</sup> /с
1	Вирощувальні	X	+	+	+	10	+
2	Нерестові		+		2	+	
3	Зимувальні		+		4	+	
4	Літні маточні		+		4	+	

5	Карантинні	У випадку необхідності
---	------------	------------------------

Таблиця 3.20

**Витрати води на поповнення втрат на фільтрацію та випаровування**

№ з/п	Категорії ставків	Норми витрат, л/ста	Площа ставків, га	Витрата, м <sup>3</sup> /с
1	Вирощувальні	+	+	
2	Нерестові	+	+	
3	Зимувальні	+	+	
4	Літні маточні	+	+	
5	Карантинні	У випадку необхідності		

Таблиця 3.21

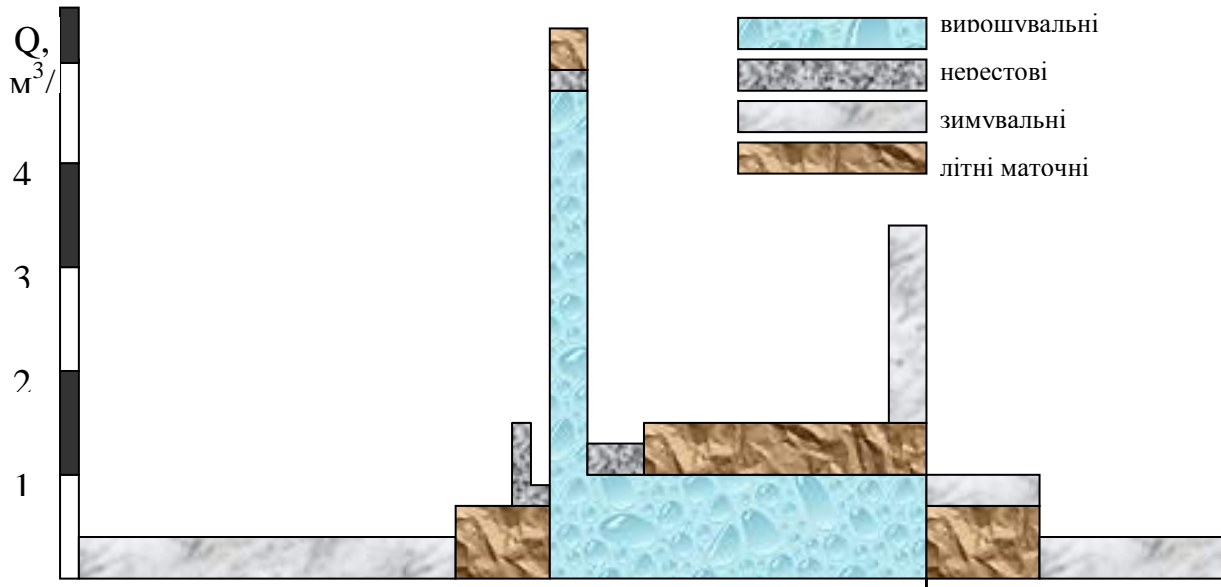
**Водогосподарський баланс повносистемного рибного господарства  
(прихідна стаття)**

№ з/п	Категорія ставків і витрат	Термін наповнення			Місяці											
		Початок	Кінець	Тривалість	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I	Вирощувальні	01-15.06	1-7.10	127												
1	наповнення									+						
2	насичення									+						
3	Випаровуванн									+	+	+	+			

	я фільтрація														
Разом										+	+	+	+		

Продовження таблиці 3.21

II	Нерестові	25- 26.05	20- 21.06	25												
1	наповнення								+							
2	насичення								+							
3	випаровуванн я фільтрація								+	+						
Разом									+	+						
III	Зимувальні	25- 28.09	25- 28.04	210												
1	наповнення												+			
2	насичення												+			
3	Випаровуван фільтрація					+	+	+	+				+	+	+	+
Разом					+	+	+	+					+	+	+	+
IV	Літні маточні	25- 28.04	14- 16.10	169				+								
1	наповнення							+								
2	насичення							+	+	+	+	+	+	+		
3	випаровуван фільтрація															
Разом									+	+	+	+	+	+	+	
Всього					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



Декади	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
Місяць	I			II			III			IV			V			VI			VII			VIII			IX			X			XI			XII		

Рис.3.20. Графік водоспоживання повносистемного рибоводного господарства

Площа вирощувальних ставків визначається чисельністю населення ( $N_{нас}$ ), необхідною кількістю свіжої риби на 1 жителя ( $q_p=0,2 \cdot (0,05-0,07)$ , ц) та нормативною рибопродуктивністю, яка приймається для Житомирської області 17 ц/га (табл.3.17):

$$F_B = \frac{N_{нас} \cdot 0,2(0,05 - 0,07)}{17} = \frac{1,2 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \cdot 0,06}{17} = 847,0 \text{ га}$$

Всі інші категорії ставків знаходиться у залежності від площі вирощувальних ставків. Площі ставків знаходяться за залежностями 3.65 - 3.68.

Площа нерестових ставків  $F_n = F_B / 20 = 847,0 / 20 = 42,4$  га;

літніх маточних ставків  $F_l = F_B / 20 = 847,0 / 20 = 42,4$  га;

зимувальних ставків  $F_3 = F_B / 10 = 84,7$  га;

карантинних  $F_k = F_B / 50 = 847,0 / 50 = 16,8$  га.

Тоді загальна площа всіх ставків буде:

$$F = F_B + F_n + F_l + F_3 + F_k = 847,0 + 42,4 + 42,4 + 84,7 + 16,8 = 1033,3 \text{ га.}$$

Якщо прийняти площу ставкового господарства у середньому  $f=37,5$  га, тоді кількість рибоводних господарств на даній території буде:

$$n = F/f = 1033,3 / 37,5 = 27,55 = 28 \text{ господарств.}$$

### **! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

1. Дати характеристику рибному господарству як учаснику водогосподарського комплексу.
2. Навести характеристику іхтіофауни у залежності від умов існування, умов відкладання ікри, характеру харчування.
3. Дати характеристику ставків різних категорій.
4. Знати основні типи ставкових господарств.
5. Знати типові техніко-економічні показники.

### **? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

1. Навести приклади і особливості схем розташування рибоводних господарств.
2. Навести порядок розрахунку взаємної ув'язки розташування і похилів системи водопостачання з рівнем води у водосховищі.
3. Провести водогосподарські розрахунки повносистемного ставкового господарства.

### 3.8. СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ЯК УЧАСНИК ВГК

#### 3.8.1. ВОДОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Сільське господарство є одним із найбільших водоспоживачів. У сільськогосподарському виробництві щороку використовується від 20 до 40 відсотка її загального споживання і в значній мірі визначає перспективи використання води в тому чи іншому районі та напрям необхідних водогосподарських заходів. В розрахунку на одного мешканця припадає 0,82 гектара сільськогосподарських угідь, у тому числі 0,65 гектара ріллі, тоді як у середньому по Європі ці показники становлять відповідно 0,44 і 0,25 гектара. Розораність сільськогосподарських угідь досягла 72 відсотків, а в ряді регіонів перевищує 88 відсотків. До обробітку залучені малопродуктивні угіддя, включаючи прирусові луки і пасовища та схилі землі. Якщо Україна в Європі займає 5,7 відсотка території, то її сільськогосподарські угіддя — 18,9 відсотка, а рілля — 26,9 відсотка. Ефективність використання земель в Україні значно нижча, ніж у середньому по Європі.

Основними водоспоживачами в сільському господарстві є зрошення, обводнення і сільськогосподарське водопостачання тваринницьких ферм, тракторних парків і ін. На відміну від промисловості, де можлива інколи заміна води в технологічному процесі, в сільському господарстві її замінити не можна.

Користування водами для потреб сільського господарства згідно ст. 65 “Особливості спеціального водокористування та користування водними об’єктами для потреб сільського і лісового господарства” Водного кодексу України здійснюється у порядку як загального, так і спеціального водокористування.

Серед сільськогосподарського водоспоживання найбільш водомістким є зрошення. Відомо, що розорані землі займають 1/10 частину суші планети, з них лише 1/6 зрошується, проте на цій площі одержують 40-50% всієї сільськогосподарської продукції. Більш інтенсивний розвиток зрошення обмежується нестачею води, оскільки тільки в розвинутих країнах водоспоживання на потреби сільського господарства досягає 500-600 км<sup>3</sup> у рік, тоді як всього води в руслах річок планети міститься 2120 км<sup>3</sup>.

В Україні для потреб сільського і рибного господарства в даний час забирається 15,8 км<sup>3</sup> води, на водопостачання сільських населених пунктів використовується 1,6 км<sup>3</sup> води, на зрошення і зволоження —



9,2 км<sup>3</sup>. До 10% водоспоживання в сільському господарстві складають втрати води в каналах зрошувальних систем.

Відомо, що виробництво зерна на одного жителя досягає 500-600 кг у рік, у подальшому його потрібно довести до 900-1000 кг. Для одержання 1 кг пшениці потрібно витратити 750 л води, тобто в перспективі витратиться на 1 людину 675-750 м<sup>3</sup> в рік води. Якщо врахувати, що у середній за водністю рік у межах України формується лише 52,4 км<sup>3</sup>, а також те, що кожні два - три роки із п'яти у лісостеповій і степовій зоні бувають посушливі, тоді регулювання стоку з метою використання його для зрошення і інших цілей набуває незамінного характеру. Особливо напружена ситуація складається в лісостеповій і степовій зонах, де зосереджено понад 80 % ріллі, а питома вага продукції зрошуваних земель складає 29% (в республіці Крим – 46, в Херсонській області – 48%). Орієнтовно витрата води для зрошення знаходиться за формулою

$$Q_{зр} = 0,001 \cdot q \cdot F, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.73)$$

де  $q$  – гідромодуль зрошення, тобто питома витрата води на один середньозважений гектар поливної площі, л/с·га. Величина гідромодуля ( $q$ ) приймається для північних районів України – 0,3 - 0,4; центральних – 0,4-0,5; південних – 0,5-0,6 л/с·га;  $F$  – поливна площа, га.

Площа меліорованих земель в Україні складає 5 млн. га, з них 2,6 млн. га зрошуваних і 3,3 млн. га осушених.

Найбільші зрошувальні системи України - Каховська – 269 тис.га, Північно-Кримський канал – 459 тис.га, Краснознам'янська – 63 тис.га, Фрунзенська – 36 тис.га, Північно-Рогачицька 110 тис.га, Інгулецька – 60 тис.га, Явкінська – 50 тис.га та інші.

Крім зрошення, велика кількість води витрачається на сільськогосподарське водопостачання, зокрема, тваринницьких ферм, для поїння тварин, промивки молочного устаткування, приготування кормів, гідроприбирання, санітарно-гігієнічних і господарсько-побутових потреб обслуговуючого персоналу.

У районах з дефіцитом води на тваринницьких комплексах і фермах на вказані цілі може використовуватися вода як питної якості, так і мінералізована, з допустимою мінералізацією для тварин у відповідності з СНиП II-31-74.

Вода, яка використовується для технологічних потреб, може бути переважно не питної якості, що дозволяє широко застосовувати системи повторного і зворотного водопостачання.

Розрахункова середньорічна добова витрата води на потреби тваринництва знаходиться за формулою

$$Q_{\text{тк}} = \frac{N_{\text{вrx}} \cdot q_{\text{доб}}}{1000}, \quad \text{м}^3/\text{добу} \quad (3.74)$$

де  $N_{\text{пог}}$  – поголів'я худоби чи звірів на фермі;  $q_{\text{доб}}$  – питомий показник водоспоживання в тваринництві і звірівництві за добу, л (табл. 3. 22).

Питоме водоспоживання сільського населення визначається такими ж нормами як і міського. В залежності від ступеню благоустрою жилих будівель і коливається від 30 до 250 л/добу. Питомі витрати води на різні види господарських потреб колективних та фермерських господарств наведені в табл. 3.23, а при переробці сільськогосподарської сировини - в табл. 3.24.

### 3.8.2. Джерела води для зрошення і обводнення

Джерелами води для зрошення є: річки, підземні води, озера, атмосферні води (місцевий стік), стічні та колекторно-дренажні води, води морів, в тому числі опріснені. Джерела зрошення характеризуються такими показниками як:

- **витратою води**, якою може забезпечити джерело зрошення впродовж зрошувального періоду;
- **об'ємом води**, який може бути забраний із водного джерела за вегетаційний період;
- **рівнем води** в джерелі зрошення по відношенню до зрошуваної площі протягом зрошувального періоду у роки із різною забезпеченістю;
- **якістю води**.

**Таблиця 3.22**

*Питомі показники водоспоживання і водовідведення у тваринництві і звірівництві за добу на 1 голову, л*

Споживач	Водоспоживання		Водовідведення	
	всього*	на поїння і приготування корму	стічна рідина	змив гною
1	2	3	4	5
Корови молочні	100 (15)	65	20	35
Корови м'ясні	70 (5)	60	20	30
Бики і нетелі	60 (5)	40	10	20
Молодняк великої рогатої худоби до двох років	30 (2)	25	4	10
Телята в віці до 6 місяців	20 (2)	10	2	5
Коні робочі, верхові	60	40	10	20
рисаки	80	55	15	30
Коні племенні	70	50	15	25
Жеребці-плідники	45	30	10	15
Жеребці в віці до 1,5 років	10	8	1	4
Вівці і кози дорослі	6	4	0,5	2
Молодняк	25	10	6	9
Кнур плідний	25	12	8	9
Матки супоросні	60	20	10	12
приплідні	5	2	0,8	2,5
Поросята відлучені	15	6	2,5	5
Ремонтний молодняк	15	6	2,5	5
<b>Свині на відкормі</b>	1	0,8	0,08	-
Кури	0,5	0,4	0,6	-
Молодняк курей	1,5	1,2	0,12	-
Індики	0,75	0,6	0,08	-
Молодняк індиків	2	1,6	0,16	-
	1	0,8	0,13	-

Качки і гуси	3	--		--
Молодняк качок і гусей	7	--	---	-
Норки, соболі				
Нутрії				

Примітка \*. В дужках дані використання гарячої води, які входять у норму водоспоживання.

Таблиця 3.23

**Питома витрата води на виробничі потреби колективних і фермерських господарств**

Види споживання	Питом а витрат а	Примітка
1	2	3
Заправка трактора разова, л/добу	40	
Теж автомобіля, л/добу	15	
Миття автомобілів і тракторів на спеціально влаштованих площадках на одну машину, л	450	Раз в місяць
Те ж при відсутності площадок для миття	200	Раз в місяць
Капітальний ремонт (з розбиранням і миттям), л:	700	20% парку раз в рік
<b>Автомобіля</b>	1200	
Трактора	35	
Один станок (робоче місце), л/добу в механічній майстерні	20	
В столярній майстерні	80	
В слюсарній майстерні	40	
В кузні		

У залежності від показників джерела зрошення визначають можливу площу зрошення ( $F_{зр}$ ) та характер водоподачі води на систему (самопливом чи механічна), прогнозують характер впливу зрошення на природні та штучно створені екосистеми, зокрема, на величину та якість урожаю.

Під час зрошення земель водокористувачі зобов'язані здійснювати заходи щодо попередження заболочення, засолення та забруднення цих земель. Якість води, що використовується для зрошення земель сільськогосподарського призначення, повинна відповідати встановленим нормативам (ст. 65 ВКУ).

Таблиця 3.24

*Питома витрата води підприємств з переробки сільськогосподарської продукції*

Об'єкти водопостачання	Витрата води на одиницю продукції, м <sup>3</sup>
1	2
Шкіряні заводи (чинбарні): обробка великої шкіри обробка малої шкіри (3,5 кг)	1,5 – 2,5 0,35 – 0,45
М'ясокомбінати, 1т продукції	6 – 10
Маслобійні заводи, 1т продукції	7 – 10
Масло- і сироварні заводи, 1т продукції	35 – 40
Молочні заводи, 1т молока	10 – 15
<b>Консервні заводи, 1т овочів</b>	10 – 15
Винзаводи, 1 м <sup>3</sup> вина	10
Бійні, на 1 голову: великої рогатої худоби малої рогатої худоби	0,3 0,1

При зрошенні із водосховищ та ставків можлива площа зрошення визначається за формулою

$$F_{зр} = \frac{W_{зр} \cdot \eta}{M_{ср.зв}}, \quad (3.75)$$

де  $W_{зр}$  – об'єм води, який можна забрати із водосховища чи ставка для потреб зрошення,  $m^3$ ;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи;  $M_{ср.зв}$  – середньозважена зрошувальна норма,  $m^3/га$ .

$$W_{зр} = W_{кор} - W_{ін} \quad (3.76)$$

де  $W_{кор}$  – корисний об'єм водосховища чи ставка,  $m^3$ ;  $W_{ін}$  – об'єм води, який повинен зберігатися у водосховищі чи ставку для інших водоспоживачів,  $m^3$ .

При зрошенні безпосередньо із річок величина площі зрошення залежить від мінімальної витрати води в річці ( $Q_{\min}^{80-95\%}$ ), витрати води для інших галузей ( $Q_{ін}$ ), необхідної екологічної витрати води в річці ( $Q_{сан}$ ) і визначається за формулою

$$F_{зр} = \frac{1000 \cdot Q_{зр} \cdot \eta}{q}, \text{ га} \quad (3.77)$$

де

$$Q_{зр} = Q_{\min}^{80-95\%} - (Q_{ін} + Q_{сан}) \quad (3.78)$$

– можлива витрата на зрошення,  $m^3/с$ ;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи;  $q$  – гідромодуль  $л/с\cdot га$ , який розраховується для сівозмінних ділянок (при цілодобовому поливі) за формулою

$$q = \frac{\alpha \cdot m}{86,4 \cdot t} \quad (3.79)$$

де  $\alpha$  – доля культури в сівозміні,  $m$  – поливна норма,  $m^3/га$ ;  $t$  – поливний період, днів.

Для того, щоб остаточно вирішити, яка площа буде зрошуватись і чи потрібно здійснити регулювання стоку річки і як саме подавати воду – самопливом чи механічно, необхідно співставити гідрограф стоку річки з потребою на зрошення. При цьому можливі три випадки:

1) витрата води в річці набагато перевищує потребу води для зрошення. В цьому випадку потрібно проаналізувати коливання рівнів води в річці на протязі вегетаційного періоду, щоб вирішити, який запроєктувати спосіб подачі води – механічний чи самопливом.

2) витрата води в річці в окремі періоди дорівнює витраті води на зрошення або дещо менша її. У цьому випадку потрібно вирішити питання про будівництво греблі з метою сезонного регулювання стоку.

3) витрати на зрошення в окремі періоди часу перевищують витрату води в річці. В цьому випадку необхідно проаналізувати стік річки (чи вистачить його взагалі) і запроектувати сезонне чи багаторічне регулювання стоку.

Зрошення сільськогосподарських угідь та скидання дренажних вод у водні об'єкти здійснюються на підставі дозволу на спеціальне водокористування, який видається власнику зрошуваних угідь у встановленому Водним кодексом України порядком (ст.65).

### 3.8.3. ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ

Оцінка якості води є дуже складним завданням, оскільки визначається не тільки вмістом хімічних сполук в ній, але залежить і від умов її застосування, зокрема генезису ґрунтів, глибини залягання ґрунтових вод і їх мінералізації, солестійкості сільськогосподарських культур, величини поливних зрошувальних норм, техніки і технології зрошення. У зв'язку з цим оцінка якості поливної води повинна бути комплексною з врахуванням усіх вище наведених факторів [5, 6].

Експертна оцінка якості поливної води повинна складатись з двох оцінок: санітарно-токсикологічної та меліоративної [9].

**Санітарно-токсикологічна оцінка (СТО) якості поливної води** здійснюється на підставі аналізу вмісту хімічних сполук і елементів та хвороботворних мікроорганізмів у поливній воді і величини гранично допустимих концентрацій (ГДК). Величини ГДК у поливній воді остаточно не встановлені.

**Меліоративна оцінка якості поливної води (МО)** здійснюється за даними її хімічного аналізу, зокрема, за загальною мінералізацією, вмістом катіонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  і аніонів  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Існує багато способів оцінки якості поливної води. Основними класифікаційними показниками в них є загальна мінералізація, відносний вміст натрію (від суми вмісту всіх катіонів), його відношення до кальцію або суми кальцію і магнію. Меліоративна оцінка якості води може здійснюватися за різними методиками [5, 6].

**Класифікація з позиції екологічної сприятливості і придатності використання води для зрошення.** Дана класифікація систематизує якість поверхневих вод на основі визначення критеріїв відповідно до "Единых критериев качества вод, 1982". Прийнята класифікація передбачає три ступені якості води: 1-й – вода придатна; 2-й – вода допустима для використання за умов відповідної підготовки; 3-й – непридатна (табл. 3.25).

**Комплексна оцінка якості поливної води за методом ПГіМ УААН [9].** Згідно методики меліоративну оцінку якості поливної води рекомендується визначати за п'ятьма оцінюючими показниками: 1) критична мінералізація; 2) кальцієвий показник; 3) рН; 4) токсична лужність; 5) загальний вміст хлору.



Таблиця 3.25

Оцінка якості води, яка використовується в сільському господарстві для зрошення (Романенко В.Д., Окснюк О.П., Жукинський В.Н. и др., 1990)

№ з/п	Показник	Одиниці виміру	Клас		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
<b>Група А<sup>*1</sup></b>					
1	рН	мг/л	6.0-8.5	5.0-9.0	<5.0;9,0
2	загальна кількість розчинених речовин	мг/л	<500	<1200	>1200
3	хлориди	мг/л	<300	<400	>400
4	залізо(загальне)	мг/л	<1.5	<10	>10
5	манган (загальний)	мг/л	<0.2	<0.8	>0,8
<b>Група В<sup>*3,*4,*5</sup></b>					
6	ртуть	мкг/л	5	5	>5
7	кадмій	мкг/л	-	<30	>30
8	свинець	мкг/л	-	<200	>200
9	астат	мкг/л	-	<200	>200
10	мідь	мкг/л	-	<500	>500
11	хром(загальний)	мкг/л	-	<500	>500
12	кобальт	мкг/л	-	<500	>500
13	нікель	мкг/л	-	<500	>500
14	цинк	мг/л	-	-	-
15	флориди	мг/л	1.5	<10	>10
<b>Група Г</b>					
<b>Специфічні показники</b>					
16	Відсотковий еквівалент натрію <sup>*6</sup>	мг/л	<35	<45	>45
17	алюміній	мг/л	-	<20	>20
18	берилій	мг/л	-	<200	>200
19	бор	мг/л	0.5	<1.0	>1,0
20	літій <sup>*3</sup>	мг/л	0	<2.0	>2,0
21	молібден	мг/л	-	<50	>50
22	селен	мкг/л	-	<20	>20

23	ванадій	мкг/л	-	<100	>1000
----	---------	-------	---	------	-------

### Примітка.

\*1 – в зв'язку з тим, що показник якості в групі А залежить від типу ґрунтів, виду культури, що вирощується і технологій зрошення, вони повинні розглядатися диференційовано в залежності від конкретних умов.

\*2 – для зрошення лужних ґрунтів можуть бути використані води, які мають рН менше за 6,0.

\*3 – в окремих випадках можуть бути використані національні стандарти.

\*4 – доцільно оцінювати придатність води для зрошення на підставі дослідів щодо встановлення їх токсичності для рослин.

\*5 – величини значень показників для групи В встановлюють на підставі сільськогосподарських рекомендацій.

\*6 – відсотковий елемент натрію-еквівалент натрію, який подається у відсотках загального еквіваленту катіонів.

Граничні значення можуть бути змінені в залежності від типу ґрунту, загальної мінералізації і складу аніонів.

**Критична мінералізація** поливних вод – це така мінералізація, яка не збільшує засолення ґрунту на одну градацію при зрошенні оптимальними нормами. Для півдня України критичну мінералізацію приймають 1 г/л. При мінералізації 1,5-2 г/л спостерігається збільшення концентрації ґрунтового розчину у 3-4 рази і інтенсивне накопичення солей за 1-3 роки. Зменшення величини зрошувальних норм до 2-2,5 тис. м<sup>3</sup>/га не ліквідує небезпеки засолення, а лише продовжує період накопичення солей.

**Кальцієвий показник** (відносний вміст Ca<sup>2+</sup> в %-екв/л), який, незалежно від співвідношення у воді диспергаторів (натрію, магнію, калію, амонію), є стабільним.

При вмісті Ca<sup>2+</sup> більше 34 %-екв/л (Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>+Mg<sup>2+</sup>+NH<sub>4</sub><sup>+</sup> < 66%-екв./л) вода є придатною для зрошення.

При вмісті Ca<sup>2+</sup> = 34-25 %-екв./л – може спостерігатись слабкий ступінь осолонцювання.

При вмісті Ca<sup>2+</sup> < 25 %-екв./л – осолонцювання вище слабого ступеню досягає на третій рік при мінералізації води до 1 г/л і за один сезон при мінералізації -1-3 г/л.

При вмісті у воді кальцію більше 50 %-екв./л може спостерігатися процес розсолонцювання ґрунтів [  $\text{Ca}_{\text{заг}}^{2+} - (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+)$  ].

**Величина рН.** Оптимальне значення величини рН = 6,5-8,0. При рН >8,0 спостерігається інтенсивне поглинання ґрунтом натрію навіть при високому вмісті кальцію (більше 34%).

**Токсична лужність** визначається карбонатами ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) гідрокарбонатами натрію, калію і магнію ( $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ ). Якщо різниця перевищує 1,25 екв/л або вода містить більше 0,3 екв/л  $\text{CO}_3^{2-}$ , то воду можна вважати придатною для поливу тільки з застосуванням меліоративних заходів.

**Вміст хлору.** При вмісті хлору менше 2 екв/л вода безпечна для всіх рослин. При 2-4 екв/л деякі культури відчувають дію хлору. Накопичення хлору на одну градацію при зрошувальній нормі 4 тис.м<sup>3</sup>/га відбувається за 4-5 років. При вмісті хлору більше 10 екв/л (0,35г/л) пригнічуються середньостійкі культури, а токсичне накопичення в ґрунті досягається за два періоди.

Кожному показнику присвоюється номер відповідної категорії, остаточна оцінка якості води є середньозваженою за всіма показниками.

**Вода першої категорії** абсолютно придатна для зрошення всіх ґрунтів і культур. На солонцюватих ґрунтах є меліорантом, оскільки є джерелом кальцію. Середньозважений показник якості води < 1.

**Вода другої категорії** придатна для зрошення, потребує додаткових меліоративних заходів тільки на солонцюватих ґрунтах, які обґрунтовуються в кожному окремому випадку. Середньозважений показник якості води дорівнює 1-2.

**Вода третьої категорії** умовно придатна для зрошення. Може застосовуватися тільки після внесення кальцієвих меліорантів до поновлення вмісту кальцію до 34-50 %-екв./л і нейтралізації високої лужності. Середньозважений показник якості води 2-4.

**Вода четвертої категорії** непридатна для зрошення. Середньозважений показник якості води більше 4.

Оцінка якості води виконується в такому порядку: 1) із лабораторних даних хімічного складу води виписуються необхідні показники; 2) підраховуються усі показники в екв/л; 3) визначається вміст кальцію в %-екв./л; 4) розраховується токсична лужність в екв/л, яка обумовлюється наявними карбонатами, натрію, калію і магнію ( $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ ); 5) визначається категорія кожного оціночного показника; 6) визначається середньозважений

показник; 7) встановлюється категорія поливної води і передбачаються необхідні меліоративні заходи.

Розрахунок норми меліорантів для поліпшення якості поливної води здійснюється за формулою

$$D_B = \left( E \cdot \left[ \left( nCa_{34-50}^{2+} - nCa_{факт}^{2+} \right) + R \right] \right) \cdot M_{зр}, \text{ т/га}, \quad (3.80)$$

де  $E$  - еквівалент меліоранта, який відповідає 1 екв/л  $Ca^{2+}$  (для гіпсу – 0,086);  $Ca_{34-50}^{2+}$  – кількість  $Ca$  в екв/л, яка відповідає нижній або верхній межі вимог другої категорії якості води;  $Ca_{факт}^{2+}$  – фактична кількість (екв/л) кальцію у поливній воді;  $R$  - кількість (екв/л) токсичної лужності, яка підлягає нейтралізації;  $M_{зр}$  - зрошувальна норма,  $m^3/га$ .

### 3.8.4. ВИДИ СТИЧНИХ ВОД, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ

Зрошення сільськогосподарських угідь стічними водами може бути дозволено державними органами охорони навколишнього природного середовища за погодженням з державними органами санітарного і ветеринарного нагляду (ст. 65 ВКУ).

**Стічні води**, які використовуються для зрошення, можна поділити на: 1) господарсько-побутові; 2) промислові; 3) тваринницькі; 4) атмосферні (дошові).

До **господарсько-побутових стічних вод** відносяться води від кухонь, туалетних кімнат, душових, бань, пралень, лікарень і ін., які за складом домішок поділяють на: 1) фекальні; 2) господарські.

Склад господарсько-побутових вод можна досить точно вирахувати за об'ємом водовідведення, кількістю жителів та кількістю забруднень, що надходять від однієї людини за добу (табл. 3.26).

Таблиця 3.26

#### Норми забруднень комунальних (побутових) стічних вод на одного жителя, г/добу [16]

Показник	Значення
Зважені речовини	65
БСК <sub>5</sub> неосвітленої стічної води	54
БСК <sub>5</sub> освітленої стічної води	35
БСК <sub>повн.</sub> неосвітленої стічної води	75

БСК <sub>повн.</sub> освітленої стічної води	40
Азот амонійних солей (N)	8
Фосфор(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3,3
В тому числі і фосфор від миючих засобів	1,6
Хлориди харчові	9
Поверхнево-активні речовини	2,5

Концентрацією забруднень С, мг/л в стічних водах за окремими показниками знаходять за формулою

$$C = \frac{a \cdot 1000}{q}, \quad (3.81)$$

де а - норма забруднень на одну людину за добу (табл. 3.26), г; 1000 – число міліграмів в 1 г; q - норма водовідведення на одного жителя за добу, л (СНиП 2.04.02.03 - 85 “Канализация. Наружные сети и сооружения”).

Господарсько-побутові стічні води характеризуються, як правило, невисокою концентрацією розчинних речовин (не вище 1 г/л), нейтральною реакцією середовища або близькою до неї, малим вмістом органічних речовин, невисокою удобрювальною цінністю.

**Промислові стічні води** – це стічні води харчової промисловості (цукрові заводи, гідролізні, крохмальні, консервні, молокозаводи та ін.), легкої промисловості (тонкосуконні фабрики, шкіряні заводи), хімічної промисловості (заводи по виробництву мінеральних добрив, газопереробні, хімікофармацевтичні та ін.), металургійної промисловості (коксохімічні заводи). Промислові стічні води використовують для зрошення після локальної очистки і частіше в суміші з господарсько-побутовими стічними водами. Склад промислових вод можна встановити згідно [17].

Для **визначення навантаження промислового забруднення** можна використовувати іншу одиницю – людино-еквівалент (л-е), тобто кількість забруднення, що відповідає кількості забруднення від одного жителя за добу.

Ймовірне питома навантаження від одиниці рогатої худоби без врахування силосного стоку може скласти 1,8-6,5 л-е в середньому 3,5 л-е, рибоконсервної промисловості – 700 л-е, (1 т консервів), сироварів – до 120-200 л-е (1т незбираного молока) і ін. Вказаний показник ще потребує додаткової розробки.

Істотною особливістю промислових стічних вод є сильна зміна їх хімічного складу з часом, що зв'язано з технологією виробництва. Ця

особливість зумовлює необхідність мати регулюючі ємності або ставки-накопичувачі.

**Стічні води тваринницьких комплексів** утворюються при гідравлічному способі змиву гною на комплексах відкорму великої рогатої худоби і свиней. Такі води можуть використовуватися після розбавлення річковою водою або в суміші з господарсько-побутовими водами.

Поживну цінність тваринницьких стічних вод визначають екскременти тварин. Вихід екскрементів визначають за нормативами добового виділення екскрементів різними групами тварин або за кількістю сухої речовини корму, який витрачається в рік (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

**Добовий вихід екскрементів (кг) від однієї тварини  
(Лукьянєнков, 1985)**

Бики	40
Корови	55
Телята	75
Свиноматки	8,8-15,3
Кабани	11,1
Поросята	2,4

**Рідка фракція** (гноївка) – це водний розчин солей, кислот і лугів. Гноївка свиноферм має щільність біля 1010 кг/м<sup>3</sup>.

Хімічний склад екскрементів тварин (%), приведений в таблиці 3.28.

Таблиця 3.28

*Орієнтовний хімічний склад екскрементів тварин, % від загального об'єму стоків*

Вид тварин	H <sub>2</sub> O	N	P	K
<b>Свині</b>	90,30	0,51	0,22	0,46
Велика рогата худоба	86,70	0,38	0,13	0,22

Об'єм тваринницьких стоків залежить від об'єму технологічної води, яка використовується для видалення гною. Об'єм такої води може в 2-6 раз перевищувати вихід екскрементів і визначається

технологією переробки і використання стоків. Вологість рідкого гною складає звичайно 90-94 %, а стоків – 94% і більше. Добовий вихід стоків ( $M_c$ , кг) визначається за формулою

$$M_c = M_e + V_T + K + 3, \quad (3.82)$$

де  $M_e$  – кількість екскрементів, які поступають у систему гноєвидалення за добу, кг;  $V_T$  – кількість технологічної води, яка поступає у систему гноєвидалення, кг;  $K$  – кількість кормів, кг; 3 – кількість побічних включень, кг.

Із збільшенням вологості знижується в'язкість і густина, змінюється хімічний склад тваринницьких стоків. Щільність тваринницьких стоків знаходиться за формулою

$$\rho_c = 1000 + 2,4 \cdot (100 - W_c) \text{ або } \rho_c = 1000 + 2,4 \cdot C \quad (3.83)$$

де  $W_c$  – вологість стоків, %;  $C$  – вміст сухої речовини, %.

**Кількість поживних речовин**, які містяться у тваринницьких стоках, змінюється прямо пропорційно кількості сухої речовини:

$$P_c = \frac{C_c - P_e}{C_e} \quad (3.84)$$

де  $P_c$ ,  $P_e$  – кількість поживних речовин відповідно у стоках і екскрементах, % від загального об'єму стоків;  $C_c$ ,  $C_e$  – вміст сухої речовини у стоках і екскрементах, % від об'єму.

**Дошові води** утворюються внаслідок випадку атмосферних опадів. Якщо вони утворюються внаслідок танення снігу та льоду, їх називають **талими**.

За останнє сторіччя зрошення стічними водами широко застосовується у багатьох країнах. Найбільша кількість стічних вод використовується в Австралії – 40%, Англії – 33%. В Україні працює Бортницька зрошувальна система (23 тис. га). Стічні води в своєму складі мають різні хімічні елементи, яйця і личинки гельмінтів, глисти найпростіших, алергенні, канцерогенні, мутагенні і токсичні речовини, а також патогенні мікроорганізми і віруси. Тому при використанні стічних вод для зрошення сільськогосподарських культур необхідно суворо дотримуватись санітарно-гігієнічних і ветеринарних вимог, які спрямовані на охорону навколишнього середовища від забруднення, охорону здоров'я людей і тварин. При

оцінці придатності стічних вод для зрошення використовують ті ж критерії, що і при оцінці поливних вод. Разом з тим максимально допустимі величини окремих інгредієнтів дещо вищі, наприклад допустима мінералізація – 2 г/л.

Площа сільськогосподарських угідь необхідна для утилізації стічних вод визначається за формулою:

$$S = \frac{365 \cdot P \cdot k \cdot V}{10^4 \cdot N_{\text{арп}}}, \text{ га} \quad (3.85)$$

де  $V$  – об'єм стічних вод;  $P$  – середній % сухої речовини в осаді;  $k$  – коефіцієнт, що характеризує кратність внесення осаду на сільськогосподарські угіддя (при щорічному внесенні – 1, один раз у два роки – 2, та подібне);  $N_{\text{арп}}$  – середньорічне агрохімічне навантаження осаду для конкретних ґрунтово-кліматичних умов і сівозмін, т/га сухої речовини.

$$N_{\text{арп}} = \frac{(100 - W) \cdot N_{\text{д}}}{10 \cdot Y_{\text{р}} \cdot N_{\text{В}}} \quad (3.86)$$

де  $Y_{\text{р}}$  – проектний врожай, ц/га;  $N_{\text{В}}$  – винос азоту сільськогосподарськими культурами, кг/т за рік;  $W$  – вологість осаду, %;  $N_{\text{д}}$  – вміст доступного азоту в осаді, кг/т:

$$N_{\text{д}} = 2 \cdot (5 \cdot N_{\text{ам}} + N_{\text{орг}}) \quad (3.87)$$

Санітарно-гігієнічне навантаження ( $N_{\text{гіг}}$ ) для нікелю, свинцю, цинку, кадмію, міді, хрому визначається за формулою

$$N_{\text{гіг}} = \frac{(\text{ГДК} - \Phi) \cdot 3 \cdot 10^3}{C} \quad (3.88)$$

де ГДК – гранично допустимий вміст металу в ґрунті, мг/кг;  $\Phi$  – фоновий вміст, мг/кг;  $C$  – вміст металу в осаді, мг/кг.

Допустимі максимальні концентрації мікроелементів у поливній стічній воді наведені в табл. 3.29.

Такі показники, як біологічна потреба в кисні (БСК), хімічна потреба в кисні (ХСК), запах, колірність, прозорість, вміст кисню не лімітують використання стічних вод на зрошення.



Перед подачею стічних вод на зрошення, як і перед скидом їх у водоприймач, вони повинні проходити повну підготовку.

До найбільш простих методів підготовки стічних вод для зрошення відносять відстоювання, нейтралізацію, тривале збереження, обробку осаду стічних вод і ін.

Таблиця 3.29

Максимальні концентрації мікроелементів у поливній воді, мл/л (ГОСТ 17.4.3.05-86 “Требования к сточным водам и их осадкам для орошений и удобрения”)

Мікро-елемент	Концентрація	Мікро-елемент	Концентрація
Барій	0-1	Нікель	0,1
Бор	0,5	Ртуть	0,0005
Бром	0,2	Свинець	0,03
Ванадій	0,1	Селен	0,001
Вісмут	0,1	Стронцій	7
Вольфрам	0,05	Сурма	0,1
Кадмій	0,001	Телур	0,01
Кобальт	1	Титан	0,1
Марганець	30	Фтор	1,5
Мідь	1	Хром	0,5
Молібден	0,25	Цинк	1
Астат	0,05		

Відстоюванням зменшується вміст зважених речовин у стічних водах. Воно здійснюється на спорудах механічної очистки, відстійниках, ставках-накопичувачах, біологічних ставках і ін. Нейтралізація змінює реакцію стічних вод. Наприклад, при кислих водах нейтралізація здійснюється аміачною водою або вапняним молоком. Нейтралізація можлива також при змішуванні стічних вод, які мають протилежну (кислу і лужну) реакцію середовища. Довготривалим збереженням забезпечують зміну агроеліоративних і санітарно-гігієнічних показників стічних вод: зниження кількості

розчинених і зважених речовин, біогенних елементів і органічних сполук.

Стічні води харчової промисловості (цукрових, крохмальних, маслосиропереробних заводів і інших виробництв) істотно змінюються за складом за 3 - 4 місяці збереження.

### **3.8.5. ЗЕМЛЕРОБСЬКІ ПОЛЯ ЗРОШЕННЯ**

Спеціальні меліоративні системи, що влаштовані для прийому попередньо очищених стічних вод, які використовують для зрошення і удобрення сільськогосподарських угідь, а також для доочищення їх в природних умовах, називають землеробськими полями зрошення (ЗПЗ). Створення полів зрошення передбачається СНиП 2.06.03-85 “Мелиоративные системы и сооружения”.

Вибір площ для влаштування ЗПЗ і схем розташування їх елементів визначається природними умовами (кліматом, рельєфом, геологічними, гідрогеологічними і ґрунтовими умовами); господарським використанням території (сучасним і перспективним); наявністю робочої сили; умовами реалізації сільськогосподарської продукції; наявністю транспортних зв'язків і джерел енерговодопостачання; характеристикою стічних вод (об'ємом, складом, ступенем очистки, режимом їх подачі, продуктивністю очисних споруд та ін.); складом учасників ВГК; об'ємом їх водоспоживання і водовідведення; прогнозами якості води; наявністю водоохоронних зон та ін.

Для розміщення ЗПЗ використовують малопродуктивні ділянки з похилом 0,005-0,010 (іноді до 0,030), з ґрунтами легкого механічного складу, високою фільтрацією та глибоким заляганням ґрунтових вод.

Не допускається влаштування полів зрошення на території I і II поясів зон санітарної охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання, виклинення водоносних горизонтів, а також тріщинуватих порід і карсту, які не покриті водотривким шаром, у межах поясу санітарної охорони курортів, при глибині залягання ґрунтових вод від поверхні землі менше 1,25 м на піщаних і супіщаних і менше 1 м – на суглинистих і глинистих ґрунтах.

Між населеними пунктами і територією ЗПЗ встановлюються санітарно-захисні зони (СЗЗ) шириною в залежності від способу поливу (при внутрішньогрунтового зрошенні – >100 м, при поверхневому – >200 м, при дощуванні короткоструминними

апаратами –  $>300$  м, середньоструминними –  $>500$  м, дальньоструминними –  $>750$  м). На межі ЗПЗ проектують санітарно-захисні смуги (СЗС) шириною не менше 12 - 15 м, біля резервуарів освітлених стоків і ставків-відстійників – 8 - 12 м, ставків і водойм для збору чистої води з метою розбавлення стічних вод – 8 - 10 м, вздовж профільованих доріг – 8 м, непрофільованих – 6 - 8 м. Саджанці дерев, як правило, розміщують за схемою  $2 \times 1,5$  м, біля резервуарів освітлених стоків –  $2 \times 1,2$  м, чагарників в обох випадках –  $2 \times 0,75$  м. Число посадочних місць на 1 км лісосмуги навколо зрошуваних полів в середньому приймають 4670 при ширині смуги 14 м, навколо резервуарів освітлених стоків – 6000 при ширині смуги 12 м (рис.3.21).

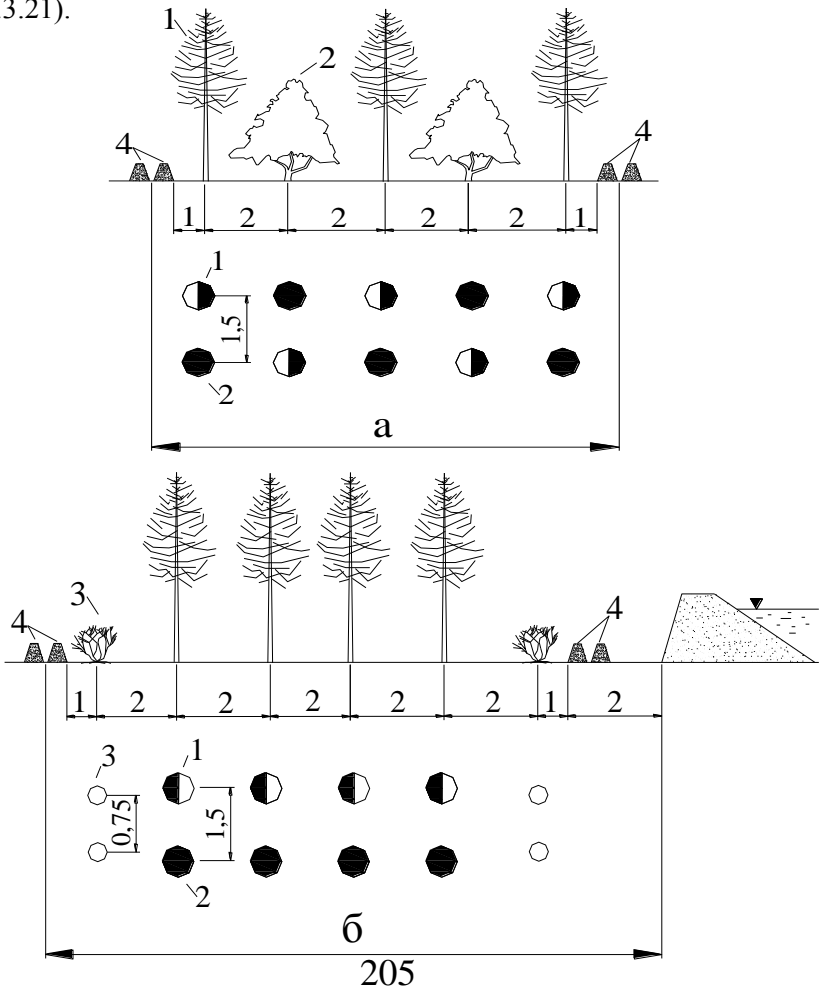


Рис. 3.21. Схеми санітарно-захисних смуг (СЗС): а) навколо ЗПЗ; б) навколо резервуарів освітлених стоків; 1 - головна порода дерев (тополя канадська - *Populus canadensis* L., сосна звичайна - *Pinus silvestris* L, клен польовий - *Acer campastre* L.; 2 - супутні породи дерев (туя західна - *Thuja occidentalis* L, в'яз гірський - *Ulmus glabra*, скумпія звичайна - *Cotinus coggigria* Seep); 3 - чагарник; 4 - захисна борозна. Розміри в метрах.

Підбір порід дерев та чагарників здійснюється з врахуванням кліматично-грунтових умов, біологічних особливостей рослин і їх здатності вбирати забруднюючі речовини.

Ширина санітарно-захисних зон (СЗЗ) вздовж автотрас повинна бути не менше 100 м, (разом зі смугою відчуження) при всіх способах поливу, крім внутрішньогрунтового, при якому ширина СЗЗ допускається не менше 25 м (також зі смугою відчуження) (рис. 3.22).

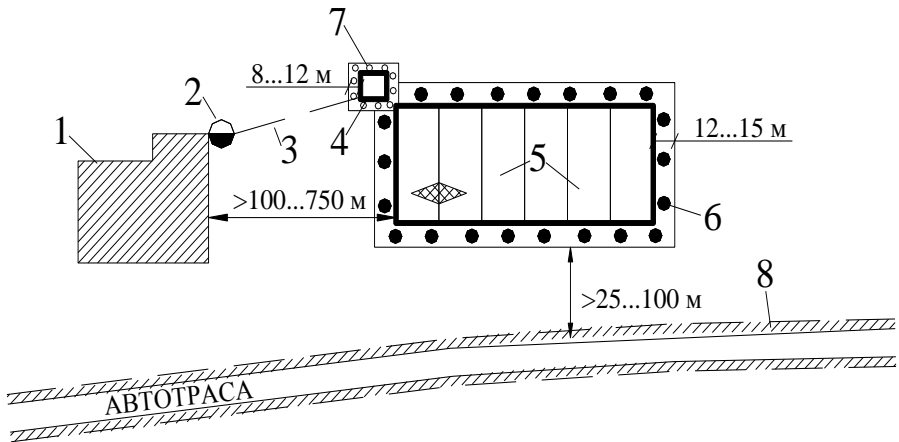


Рис. 3.22. Схема розміщення ЗПЗ. 1 – селище; 2 – насосна станція; 3 – трубопровід; 4 – резервуар освітлених стоків; 5 – землеробські поля зрошення (ЗПЗ); 6 – санітарно-захисна смуга навколо ЗПЗ; 7 – санітарно-захисна смуга навколо резервуарів освітлених стоків; 8 – зона відчуження.

### 3.8.6. РЕЖИМ ЗВОЛОЖЕННЯ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ НА ЗПЗ

**Режим зволоження** – це сукупність числа, строків і норм поливу сільськогосподарських культур. При поливі звичайною водою головним завданням є одержати максимально можливий урожай при подачі мінімальної кількості води, тоді як при зрошенні стічними

водами завдання може бути дещо іншим – одержати максимальний урожай при максимальній кількості утилізації стічних вод, так як паралельно вирішується не менш важливе завдання – очистка стічних вод.

**Поливна норма**, тобто кількість води, поданої за один полив, м<sup>3</sup>/га або мм, залежить від властивостей ґрунту і знаходиться за формулою

$$m = 100 \cdot \gamma \cdot H \cdot (\beta_{\text{гпв}} - \beta_{\text{мін}}) \quad (3.89)$$

де  $\gamma$  – об'ємна маса ґрунту, т/м<sup>3</sup>;  $H$  – товщина шару ґрунту, що зволожується, м. Якщо при звичайному зрошенні величина  $H$  відповідає товщині кореневого шару, то при поливі стічними водами вона може бути дещо збільшена (теоретично до глибини залягання ґрунтових вод). При цьому необхідно враховувати ступінь очистки стічних вод, оскільки у випадку недостатньої очистки будуть забруднюватися ґрунтові води.  $\beta_{\text{гпв}}$  – гранично поливна вологостемність, % від маси абсолютно сухого ґрунту;  $\beta_{\text{мін}}$  – найменша вологостемність, % від маси абсолютно сухого ґрунту.

Поливна норма при зрошенні стічними водами може бути збільшена на 20-50% у порівнянні із звичайною.

Тривалість міжполивного періоду буде зменшуватися, оскільки полив може здійснюватися не при мінімальній вологості, а дещо раніше, при більшій вологості. Одночасно збільшується число поливів.

Зрошувальна норма, тобто кількість води, що подається на 1 га на протязі вегетаційного періоду, визначається за водним балансом з урахуванням дефіциту вологості повітря ( $\Sigma d$ ) і кількості опадів ( $P$ ), мм:

$$M_{\text{вв}} = \alpha \cdot K \cdot \Sigma d - P, \quad (3.90)$$

де  $\Sigma d$  – сума середніх добових дефіцитів вологості повітря за вегетаційний період, мм;  $K$  – біологічний коефіцієнт культури;  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує підживлення підґрунтовими водами;  $P$  – опади, мм.

При близькому (не більше 1,5-2,0 м) заляганні ґрунтових вод зрошувальну норму зменшують на 10-15%. На засолених ґрунтах або при зрошенні стічними водами підвищеної мінералізації, а також в зонах із сухим кліматом, зрошувальні і поливні норми збільшують на 10-30%.

Режим зрошення стічними водами визначається також удобрювальними властивостями стоків.

Необхідна річна зрошувальна норма стічних вод ( $M_c$ ) визначається величиною виносу поживних елементів (N, P, K), прогнозним урожаєм сільськогосподарських культур,  $m^3/га$ :

$$M_c = \frac{\Pi \cdot \beta \cdot K_{вт}}{10 \cdot K_1 \cdot Z}, \quad (3.91)$$

де  $\Pi$  – винос поживних речовин з ґрунту прогнозованим урожаєм (приймають за дослідними даними зональних і обласних сільськогосподарських станцій, агрохімлабораторій),  $кг/га$ . Так при прогнозованому урожаї кукурудзи (силосної маси)  $600 \text{ ц/га}$  із ґрунту виноситься  $N = 300$ ,  $P = 60$ ,  $K = 180 \text{ кг/га}$ ; при урожайності  $800 \text{ ц/га}$  –  $N = 400$ ,  $P = 80$ ,  $K = 240 \text{ кг/га}$ .  $\beta$  – коефіцієнт забезпеченості ґрунтів поживними речовинами,  $\beta = 1,2, 1,0, 0,8$  при категорії забезпеченості відповідно низькій, середній і підвищеній;  $K_{вт}$  – коефіцієнт втрат поживних речовин при збереженні і внесенні,

$$K_{вт} = 1 + K_{зб} + K_{вн}, \quad (3.92)$$

де  $K_{зб}$  – втрати при збереженні, (для азоту загального –  $0,15-0,30$ , фосфору –  $0,05-0,15$ , калію –  $0,05-0,10$ ). Більші значення приймають для південних районів, менші – для північних. Якщо вміст поживних речовин визначається у стоках із ставка-накопичувача, тоді  $K_{зб} = 0$ .  $K_{вн}$  – втрати при внесенні (для азоту при дощуванні –  $0,15$ , при поверхневому поливі –  $0,06$ , фосфор і калій втрат не мають);  $K_1$  – коефіцієнт використання поживних речовин рослинами із стоків (для азоту  $K_1 = 0,7$ , для фосфору і калію  $K_1 = 0,6$ );  $Z$  – вміст поживних речовин у стоках, %.

Одержані зрошувальні норми для кожного поживного елементу  $M_N, M_P, M_K$  порівнюють із зрошувальною нормою, яка визначена за водним балансом ( $M_{вб}$ ):

1) якщо  $M_N, M_P, M_K < M_{вб}$ , тоді поживний режим повністю додержується;

2) якщо  $M_N, M_P, M_K > M_{вб}$ , тоді поживний режим буде задовільнятися не повністю. Необхідне додаткове внесення добрив за величиною  $(M_N - M_{вб})$  і  $(M_P - M_{вб})$ ,  $(M_K - M_{вб})$ , яку потрібно помножити на % вмісту N, P, K в стічних водах.

3) якщо поживний режим може задовільнятися за одними показниками, а за іншими ні, тоді планується внесення добрив за тим поживним елементом, якого вноситься недостатньо.

Площа зрошення стічними водами визначається місцевими умовами, розміщенням джерела стічних вод, їх об'ємом і хімічним складом, а також типом землеробських полів зрошення і наявністю джерела чистої води.

При цьому можливі такі випадки:

1) площа  $F_{ЗПЗ}$  встановлюється із умов рельєфу, розміщення населених пунктів, наявності джерела чистої води. В цьому випадку необхідно перевірити чи достатньо стічних вод для зрошення вибраної ділянки:

$$W^{необх.} = \frac{F_{ЗПЗ} \cdot M_c}{\alpha}, \quad (3.93)$$

де  $F_{ЗПЗ}$  – площа проєктованих ЗПЗ, га;  $M_c$  – норма внесення стоків для проєктованої культури по кожному елементу (азоту, фосфору, калію),  $m^3/га$ ;  $\alpha$  – доля площі, яка зайнята даною культурою у сівозміні.

Визначений необхідний об'єм стічних вод ( $W^{необх.}$ ) порівнюється з реальним річним об'ємом стічних вод ( $W^P$ ),  $m^3$ .

Якщо  $W^{необх.} = W^P$ , тоді можуть застосовуватися ЗПЗ I і II типів (рис. 3.23). Якщо  $W^{необх.} = W^P - IV, V$  типів (рис. 3.23). Якщо  $W^{необх.} = W^P - III$  типу (рис. 3.23).

2) Якщо відомо  $W^P$ , тоді визначають площу необхідну для повного використання стоків для зрошення. Для цього вибирають тип сівозміни і визначають необхідні площі утилізації стоків для кожної культури сівозміни і для кожного елемента (азоту, фосфору, калію):

$$F_{ЗПЗ} = \frac{W^P \cdot \alpha}{M_{СТВ}}. \quad (3.94)$$

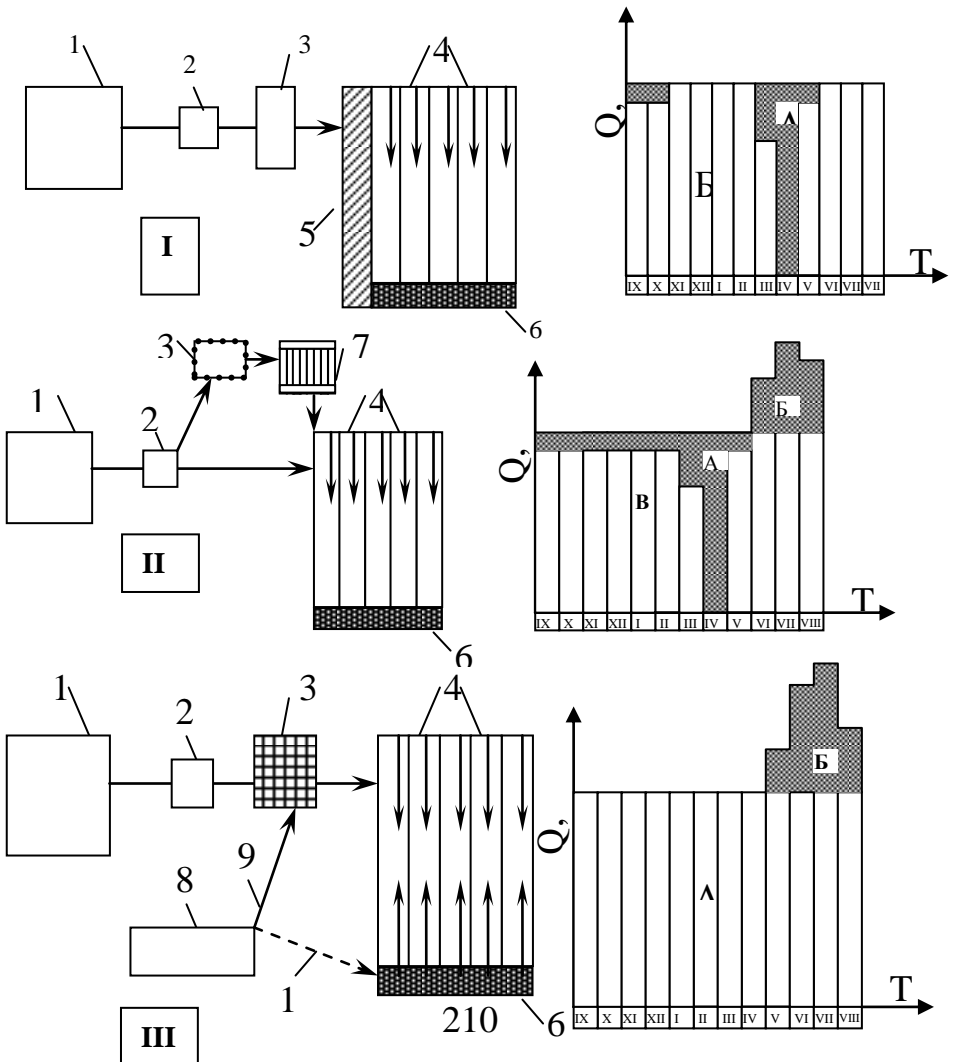
За розрахункову площу по кожній культурі сівозміни приймають максимальне значення із трьох отриманих за біогенними речовинами (N,P,K). Тоді загальна площа ЗПЗ буде рівна сумі загальних площ ЗПЗ по кожній культурі.

При утилізації стічних вод на ЗПЗ застосовують такі способи зрошення: поверхневий, дощування і внутрішньогрунтовий.

**Поверхневий спосіб** зрошення найбільше поширений при використанні стічних вод. Стоки розподіляються по поверхні ґрунту суцільним шаром або окремими струминами і просочуються в ґрунт. Цей спосіб має п'ять різновидностей: по борознах, по смугах, полив при оранці, по схилу та затоплення.

Поверхнєве зрошення використовується:

- при зрошенні великими (більше 800 м<sup>3</sup>/га) поливними і зрошувальними нормами;
- при високому вмісті в стічних водах зважених частинок розміром до 10 мм;
- на засолених ґрунтах, які потребують промивки;
- при ширині санітарно-захисної зони між населеними пунктами і полями зрошення не менше 200 м і віддалі до магістральних доріг не менше 100 м; на легких, середніх, важких і легкозаплавляючих ґрунтах.





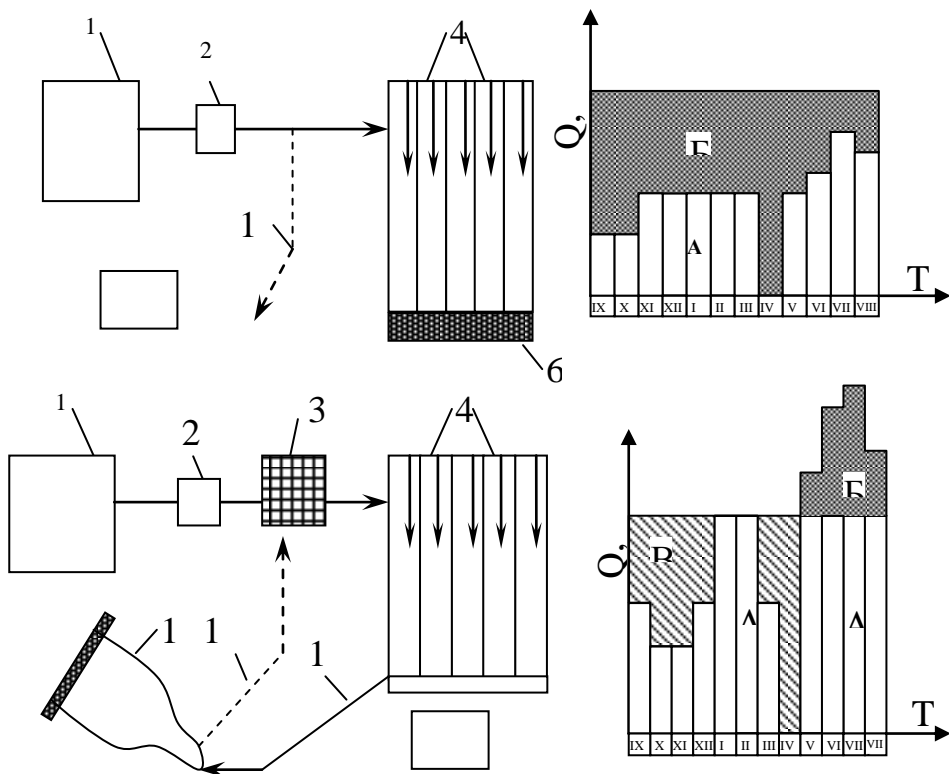


Рис. 3.23. Схеми ЗПЗ і графіки водоподачі. **Тип I** – Цілорічна подача води (у період посіву та збирання врожаю на резервні ділянки ( $Q_{cr}=Q_{zp}$ ) А - подача води на резервні ділянки; **Б** – подача води на сівозміну. **Тип II** -Цілорічна подача води (у вегетаційний період додатково із ставка-регулятора. ( $Q_{cr..}> Q_{cr}$ ) А – акумуляція води вставку; **Б** –Подача води із очисних споруд; **В** – подача води із ставків. **Тип III** - Підживлення свіжою водою ( $Q_{zp}>Q_{cr}$ ). А – подача води із очисних споруд; **Б** – подача води із джерела свіжої води . **Тип IV** - Подача води іншим споживачам ( $Q_{cr}>>Q_{zp}$ ). А – подача води на ЗПЗ; **Б** – Подача води іншим споживачам. **Тип V** –Подача води у буферний ставок. А – подача води на ЗПЗ; **Б** – подача води із буферного ставка; **В** – Подача води у буферний ставок. 1 – підприємство; 2 –очисні споруди; 3 – регулюючий ставок; 4 – сівозміна; 5- резервні ділянки на сівозміні для прийому надлишкових стічних вод у період посіву, збирання врожаю та аварії; 6- буферні ділянки для прийому зливових і поверхневих вод, які стікають з полів зрошення (3-5 % загальної площі ЗПЗ); 7 - біологічні ставки; 8 - джерело чистої води; 9 - подача чистої води у регулюючий ставок; 10 – безпосередня подача чистої води на сівозміну; 11 – подача води іншим споживачам; 12 – відвід води з ЗПЗ; 13 –буферний ставок; 14 – подача

*води в регулюючий ставок.*

**Дощування** – спосіб зрошення, при якому вода розподіляється по поверхні ґрунту у вигляді штучного дощу з допомогою спеціальних машин або пристроїв. Одночасно зволожується приземний шар повітря і надземні органи рослин та шар ґрунту. Зараз застосовується три типи дощувальних систем: стаціонарні, напівстаціонарні і пересувні.

Дощування використовують:

- при зрошенні малими поливними нормами;
- у районах нестійкого зволоження;
- на легких і середніх ґрунтах із складним мікрорельєфом;
- на солонцюватих і засолених ґрунтах;
- при відносно невеликій глибині залягання ґрунтових вод: на піщаних і супіщаних ґрунтах більше 1,25 м, суглинистих і глинистих – більше 1 м;
- при ширині санітарно-захисної зони між населеними пунктами і полями зрошення не менше 300 м для короткострумних, вниз спрямованих апаратів, 500 м – для середнострумних і 750 м для дальнострумних апаратів та відстані до магістральних доріг не менше ніж 100 м (разом зі смугою відчуження);
- при похилах від 0 до 0,02 для короткострумних апаратів і від 0,02 до 0,05
- для дальнострумних і середнострумних;
- при швидкості вітру не більше 2 - 5 м/с.

**Внутрішньогрунтове зрошення** – спосіб поливу, при якому з допомогою влаштованої в ґрунті мережі трубчатих або кротових зволожувачів стічна вода подається в кореневий шар і під дією капілярних і гравітаційних сил розподіляється в ньому. При такому поливі повністю виключається контакт між стоками і людиною, тваринами і надземними частинами рослин. Внутрішньогрунтове зрошення застосовують:

- на засолених і несолонцюватих ґрунтах;
- на супіщаних, суглинистих і глинистих ґрунтах (трубчаті зволожувачі);
- на суглинистих і глинистих ґрунтах (кротові зволожувачі);
- при глибині залягання ґрунтових вод не менше 2,5 м;
- на місцевості зі “спокійним” рельєфом (похил 0,001 - 0,004);

- при ширині санітарно-захисної смуги між ЗПЗ і жилою забудовлею не менше 100 м і віддалі від ЗПЗ до автотраси – не менше 25 м (разом зі смугою відчуження);

- при розмірі зважених частинок і їх кількості у стічній воді відповідно не більше 0,5 мм і 0,1 г/л для поліетиленових, 1 мм і 0,1 г/л – для гончарних і 2 мм та 1 г/л – для кротових зволожувачів.

За призначенням поливи стічними водами бувають зволожувальні, підживлювальні і промивні. За характером і терміном проведення їх розділяють на регулярні і вибіркові. За періодами розвитку рослин поливи стічними водами можуть бути вегетаційні, міжвегетаційні і цілорічні. Однак ґрунтове зрошення застосовується мало через утворення у ґрунтовому шарі анаеробних умов, які приводять до швидкого замулення дрен-зволожувачів і забруднення підґрунтових вод.

Поверхневі поливи важко проводити на ділянках з похилом більше 0,001 і на дуже легких та важких ґрунтах. У цих випадках краще застосовувати дощування [5, 6].

### 3.8.7. ОСУШЕННЯ, ЯК УЧАСНИК ВГК

Завдання використання водних ресурсів при осушенні протилежні завданням при зрошенні. **Осушення** проводиться для усунення перезволоження ґрунту і створення оптимального водно-повітряного режиму на протязі всього вегетаційного періоду. Це досягається штучним зниженням рівня ґрунтових вод і відводом надлишкових поверхневих вод. Осушувальні меліорації стосовно до водного господарства можна назвати своєрідним водовідведенням (рис. 3.24).

Площа боліт і перезвожених земель в Україні становить 4190 тис.га, із них боліт і торфовоболотних земель – 613 тис. га, заболочених земель – 745 тис. га і перезвожених земель – 2834 тис. га [5, 6].

Осушення як учасник ВГК істотно впливає на навколишнє середовище і не завжди позитивно. Тому, щоб виключити його негативний вплив необхідно вирішити ряд завдань:

1. Здійснювати будівництво осушувально-зволожувальних систем, в яких поряд із заходами по відводу надлишкових вод здійснюється зволоження ґрунтів у посушливі періоди, проводити з врахуванням накопичення води в ставках та водосховищах.

2. Більш ефективно використовувати воду у ставках і невеликих водосховищах, задоволення потреб водопостачання, рибного господарства, відпочинку населення і ін.

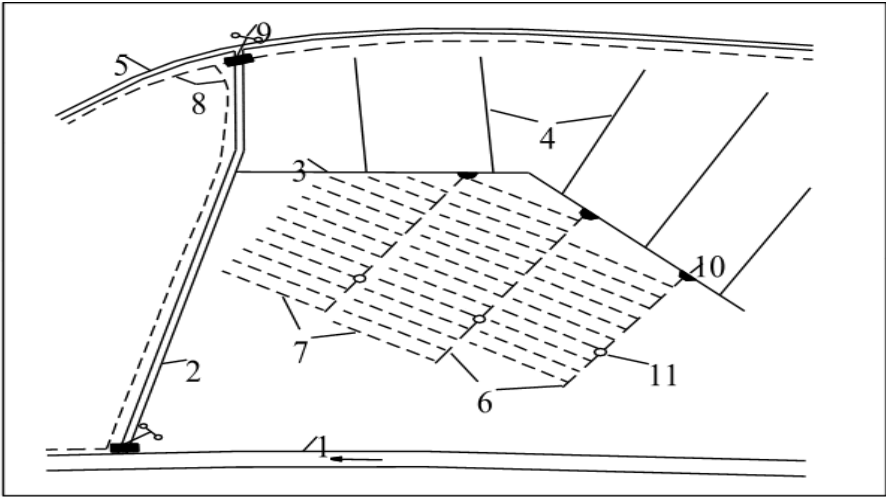


Рис. 3.24. Схема осушувальної системи. 1 - річка; 2 магістральний канал; 3-відкритий колектор; 4-відкриті осушувачі; 5 - нагінно-ловчий канал; 6 - закритий колектор; 7 – дрени; 8 –польова дорога; 9 – труба-переїзд; 10 –гирлова споруда; 11 – оглядовий колодязь.

3. Проектувати польдерні системи, які не допускають надмірного зниження рівня ґрунтових вод і сприяють збільшенню водності, а також збереженню існуючих природних біогеоценозів.

4. Будувати закриті осушувальні системи, що сприяє сільськогосподарському виробництву, так як при цьому збільшується коефіцієнт земельного використання території, усуваються перешкоди для застосування машин і механізмів.

Згідно статті 65 Водного Кодексу України під час осушення земель сільськогосподарського призначення повинні здійснюватися заходи щодо запобігання деградації та вітровій ерозії цих земель, а також погіршення стану водних об'єктів.

**! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

- 1 Дати характеристику сільському господарству як учаснику водогосподарського комплексу.
- 2 Навести порядок розрахунку витрат води на потреби зрошення.
- 3 Розрахувати витрати води на потреби тваринницьких комплексів.
- 4 Визначити концентрацію забруднень (С, мг/л) у стічних водах за окремими показниками.
- 5 Знати методи підготовки стічних вод для зрошення.
6. Порядок проектування санітарно-захистних зон.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

1. Знати характеристику і особливості джерел води для зрошення та обводнення.
2. Навести характеристику оцінок якості поливної води.
3. Знати види стічних вод, які використовуються для зрошення.
4. Які існують види землеробських полів зрошення?
5. Умови розміщення землеробських полів зрошення на плані.
6. Режим зволоження і техніка поливу на ЗПЗ.
7. Дати характеристику осушення, як учасника водогосподарського комплексу.

Література до розділу 3

1. Беличенко Ю.П., Швецов М.М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Россельхозиздат, 1986.303с.
2. Буданов М.Ф. Требования к качеству оросительных вод. Сб. Водное хозяйство, вып. 1. - К., Урожай, 1965. - С. 38 - 55.
3. Василенко А.А. Водоотведение. Курсовое проектирование. - К.: Вища шк., 1988. - 256 с.
4. Голченко М.Г., Желязко В.И. Орошение сточными водами. - М.: Агропромиздат, 1988. - 104 с.
5. Грищенко Ю.М. Комплексне використання та охорона водних ресурсів: Навчальний посібник – Рівне: УДАВГ, 1997. – 247 с.

6. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. - К.: УМК ВО, 1989. - 275 с.
7. Державні санітарні правила і норми “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання” (Затв. наказом Мінохорони здоров’я України від 23.12.1996, №383).
8. Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Контроль качества воды: Учеб. для техникумов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1986. -160 с.
9. Методические указания по мелиоративному контролю качества оросительных вод Украинской ССР /В.С. Алексеевский, А.М.Корж, Н.Н.Муромцев, М.И.Ромашенко, Е.Д.Чумаченко; УкрНИИГИМ. - К.: 1990. - 66с.
- 10.Можейко А.М., Воротник Т.К. Гипсование солонцеватых каштановых почв УССР, орошаемых минерализованными водами как метод борьбы с осолонцеванием этих почв. Труды НИИ и почвоведения, Т.3,1958.
- 11.Нормы технологического проектирования прудовых рыбоводных хозяйств.- М., 1975. – 156 с.
- 12.Рациональное использование водных ресурсов: Учеб. для вузов по спец. "Водоснабжение, канализация, рациональное использование и охрана водных ресурсов /С.В.Яковлев, И.В. Прозоров, Е.Н. Иванов, И.Г. Губий. - М.: Высш. шк., 1991. - 400с.
- 13.Рекомендации по охране окружающей среды в районной планировке /ЦНИИП градостроительства. - 2-е изд. - М.: Стройиздат, 1986. - 160 с.
- 14.Савельев В.В. Мелиорация лесосплавных путей и гидротехнические сооружения. - М.: Лесн. пром-ть, 1982. - 280 с.
- 15.Сельськохозяйственне використання сточних вод: Справочник /Л.П. Овцов, В.В.Игнатова, З.Е. Эпик и др.; Сост. З.Е. Эпик. - М.: Росагропромиздат, 1989. - 222 с.
- 16.СНиП 2.04.02.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. - М., 1985. - 72 с.
- 17.Укрупненні норми водопотреблення и водоотведения для различных отраслей промышленности. 2 изд. переработанное. - М. Стройиздат, 1982, 528 с.
- 18.Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. – К.: Генеза, 1997. – 629 с.

## 4. РЕГУЛЮВАННЯ РІЧКОВОГО СТОКУ

### 4.1. Види регулювання річкового стоку

Форми перерозподілу об'єму стоку води у часі різноманітні, зокрема, їх можна розділити на природні та штучні.

**Природне регулювання стоку** може бути:

а) **басейнове** - перерозподіл стоку у часі при акумуляції талих та дощових вод у руслі, заплаві, озерах, низинах і товщі ґрунту;

б) **руслове** - акумуляція води у руслі при піднятті її рівня в річці і наступному спрацюванні;

в) **берегове** - акумуляція річкових вод у берегах при піднятті рівня води під час повені і поверненні вод у річку при спаді рівня.

**Штучне регулювання** спостерігається у випадку, коли стік регулюють шляхом будівництва на річках гідротехнічних споруд, водосховищ та польдерів.

Крім того, регулювання стоку може бути безпосереднім і непрямим (опосередкованим).

**Безпосереднє регулювання** здійснюється створенням водосховищ, відбором води із річок, водойм, перекиданням стоку із сусідніх басейнів, акумулюванням місцевого стоку в ставках і лиманах, зміною морфометричних елементів річок шляхом їх поглиблення, випрямлення і т.п. При такому регулюванні зміни в режимі річки чи водойми наступають безпосередньо після здійснення перерахованих заходів.

При **непрямому регулюванні** ці зміни не такі значні. Вони зв'язані з кліматичними, гідрогеологічними, ґрунтовими умовами і проявляються через значно більший проміжок часу, ніж при безпосередньому регулюванні. Непряме регулювання стоку спостерігається при виконанні меліоративних, агротехнічних і лісомеліоративних заходів, що проводяться у басейні річки [4].

### 4.2. Основні параметри і морфометричні показники водосховищ

Основні учасники ВГК вимагають високої надійності і забезпеченості водними ресурсами. Розподілення стоку як по роках, так і на протязі року характеризується значною нерівномірністю. В цьому зв'язку виникає необхідність створення водосховищ [3].

В даний час на Земній кулі створено більше 2357 водосховищ загальним об'ємом біля 5552 км<sup>3</sup> і площею водного дзеркала більше 594 тис. км<sup>2</sup>.

Основними параметрами водосховищ є: **рівні** (горизонти), **об'єми** та **морфометричні показники**.

**Рівні** (горизонти) розрізняють: нормальний, форсований (максимальний), мертвого об'єму.

**Нормальний підпірний рівень** (НПР, НПГ) - проектний рівень наповнення водосховищ, який обмежує зверху корисний об'єм водосховища.

**Форсований підпірний рівень** (ФПР) - відповідає короткочасному перевищенню рівня води над НПР при пропуску великих паводкових витрат.

**Рівень мертвого об'єму** (РМО) - обмежує знизу корисний об'єм і служить для акумуляції наносів.

Різницю між НПР і РМО називають глибиною спрацювання, а відповідний їй об'єм - корисним об'ємом водосховища. Як правило, зниження рівня води нижче РМО не проводиться, за виключенням тих випадків, коли потрібно промити (через донні отвори) накопичені у водосховищі наноси або виконати ремонтні роботи в чаші водосховища.

Об'єм водосховища, що знаходиться між НПР і ФПР, називається резервним об'ємом і використовується для акумуляції паводкових вод. Повний об'єм водосховища включає в себе мертвий і корисний об'єми, а іноді і резервний об'єм (рис. 4.1).

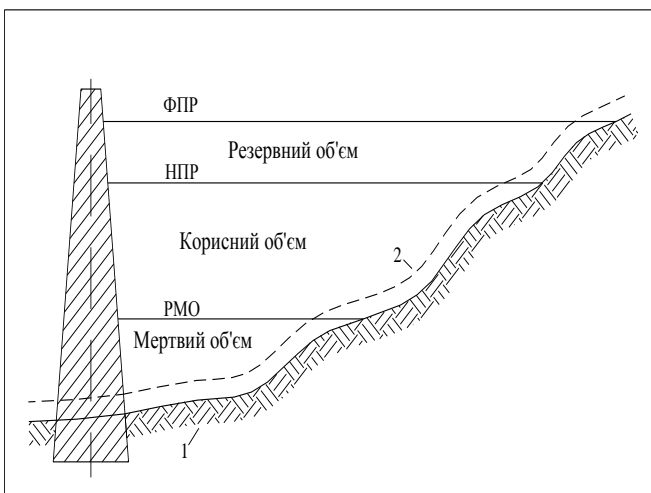


Рис. 4.1.  
**Основні параметри водосховища:**  
*1 - дно річки;*  
*2 - рівень води в річці до зарегулювання.*



До морфометричних показників поверхні водосховищ відносяться:

1) **довжина водосховищ ( $L$ )** - віддаль від греблі до місця виклинювання підпору по середній рівновіддаленій від берегів лінії;

2) **ширина водосховища ( $B$ ); середня ширина:**

$$B_{сер} = F_0 / L , \quad (4.1)$$

де  $F_0$  - площа водосховища;

3) **максимальна ширина ( $B_{max}$ )** - віддаль по перпендикуляру до довжини водойми  $L$  між найбільш віддаленими точками берегів (без врахування краєвих плесів і заток, які глибоко вдаються в берег);

4) **довжина берегової лінії ( $l$ )** - вимірюється по нульовій ізобаті (уріз води при НПР) від греблі до виклинення підпору окремо для правого і лівого берега;

5) **врізаність берегової лінії ( $K$ )** - відношення довжини ділянок берегової лінії з однорідною конфігурацією ( $l_1, l_2, \dots, l_n$ ) до довжини прямої, яка з'єднує межі ділянок. Для всього водосховища  $K$  (по правому і лівому берегах) вираховується як середньозважена величина;

6) **площа водного дзеркала** поверхні водосховища при різних відмітках рівня (НПР, ФПР, РМО),  $F_0$  - визначається планіметром;

7) **острівність ( $J$ ):**

$$J = \sum f_{остр} / F_0 \cdot 100, \% ; \quad (4.2)$$

8) **подовженість ( $l'$ )** - це відношення  $L$  до  $B_{сер}$ ; вираховується для водосховища в цілому або для його окремих частин.

За своїми характеристиками водосховища дуже відрізняються одне від одного, зокрема:

1) **за генезисом:**

- водосховища в долинах річок, перегороджених греблями;
- зарегульовані озера;
- наливні водосховища;
- водосховища у місцях виходу підземних вод;
- "морські" водосховища у прибережних ділянках моря і естуаріях, які відокремлені від відкритого моря дамбами;

2) **за розташуванням:**

- **рівнинні** — характеризуються великою площею водного дзеркала,  $H_{\max}$  не більше 15-25 м,  $H_{\text{ср.}} = 5 - 9$  м, глибина спрацювання ( $h_c$ ) до 7 м.

- **передгірні** —  $H_{\text{тах}} = 70 - 100$  м і більше,  $H_{\text{ср.}} = 35-40$  м,  $h_c = 10 - 20$  м, характерне менше руйнування берегів і менша площа підтоплення;

- **гірські** - характеризуються невеликою площею затоплення (рідко більше десятка км<sup>2</sup>),  $H_{\text{тах}} = 100 - 150$  м і більше,  $H_{\text{ср.}} = 50 - 100$  м і більше,  $h_c = 20 - 50$  м, спостерігається інтенсивне заповнення наносами і обвальна деформація берегів;

3) за **конфігурацією акваторії в плані** (за Матарзінім);

- лінійно витягнуті прості;

- лінійно витягнуті складні з чергуванням різко окреслених розширень і звужень;

- деревовидні;

- округлі прості;

- округлі складні;

4) за **розташуванням у долинах** (за Матарзінім):

- руслові;

- долинні річкові;

- долинні озерні;

- утворені в декількох річкових долинах;

- утворені в декількох озерних котловинах;

5) за **розмірами об'єму та площі**:

найбільші	повний об'єм > 50 км <sup>3</sup>	площа > 5000 км <sup>2</sup>
дуже великі	50 - 10	5000 - 500
великі	10 - 1	500 - 100
середні	1 - 0.1	100 - 20
невеликі	0.1 - 0.01	20 - 2
малі	<0.01	<2

б) за **глибиною**:

	$H_{\max} > 200$ м	$H_{\text{ср.}} > 50$ м
- найглибші	$H_{\max} > 200$ м	$H_{\text{ср.}} > 50$ м
-дуже глибокі	101 - 200	31 - 50
-глибокі	51 - 100	21 - 30
- середньої глибини	21 - 50	11 - 20
- незначної глибини	10 - 20	5 - 10
- мілкі	< 10	< 5

7) за глибиною спрацювання ( $h_c$ ):

- малою	< 1 м
- невеликою	1 - 3
- середньою	3 - 10
- великою	11 - 30
- дуже великою	31 - 100
- найбільшою	> 100

8) за показником водообміну (роки):

- дуже великою	<0.10
- великою	0,10 - 0,24
- значною	0.25 - 0.49
- середньою	0.50 - 0.99
- невеликою	1.0 - 1.99
- малою	2.0 - 2.99
- дуже малою	3,0 і більше

### 4.3. Регулювання стоку водосховищами

Види регулювання стоку водосховищами класифікуються за призначенням, ступенем використання стоку, розташуванням водосховищ відносно одне одного, експлуатаційними та іншими показниками.

**Добове регулювання стоку** передбачає перерозподіл за циклом наповнення – спрацювання на протязі доби. Використовується при водопостачанні, зрошенні, на дериваційних каналах.

**Тижневе регулювання** згладжує нерівномірність споживання при наявності неробочих днів у споживачів на протязі тижня.

**Короткотермінове неперіодичне регулювання** стоку проводиться у вигляді спеціальних попусків води із водосховищ для лісосплаву, судноплавства, створення нерестилищ, санітарних попусків.

**Сезонне регулювання** - це перерозподіл стоку на протязі року чи сезону.

**Багаторічне регулювання** - найбільш повний і сучасний вид перерозподілу стоку між гостропосушливими і багатоводними роками.

**Каскадне регулювання** проводиться у системі декількох водосховищ. Компенсуюче регулювання ліквідує дефіцит води на проміжних притоках.

**Буферне регулювання** призначене для усунення можливих неточностей у попусках води із вище розташованих водосховищ (рис. 4.2).

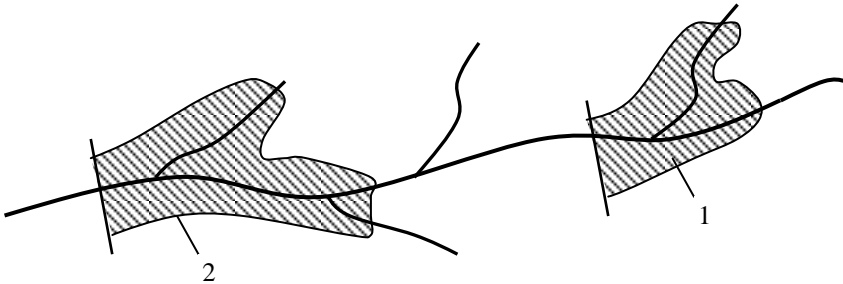


Рис. 4.2. **Схема розташування водосховищ:**

*1 – компенсуюче водосховище;*

*2 - буферне водосховище*

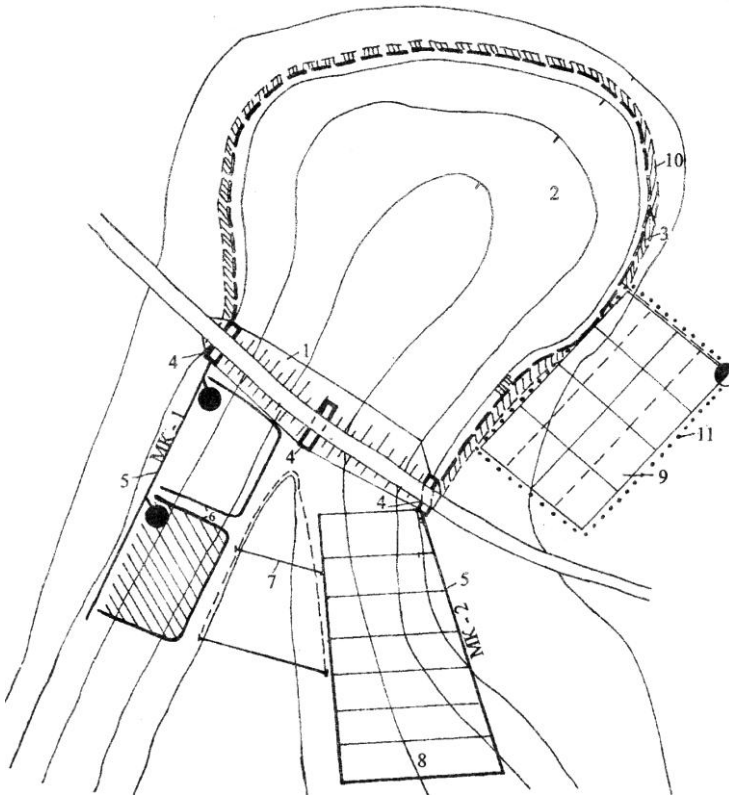
#### 4.4. Регулювання місцевого стоку

**Місцевий стік** - це атмосферні води, які стікають по поверхні землі в знижені ділянки місцевості.

Регулювання місцевого стоку має велике значення для розвитку галузей господарства окремих районів. Так, наприклад, в міжріччі Волги і Уралу, тобто на протязі 400 - 500 км місцевий стік є єдиним джерелом води, зокрема для зрошення. До місцевого стоку відносять і малі водотоки з площею водозбору не більше 10 км<sup>2</sup>.

Регулювання місцевого стоку здійснюється за допомогою будівництва невеликих ставків, протиерозійних валів-каналів та систем лиманного зрошення.

Ставки проєктують в найбільш низинних місцях. Вони складаються із комплексу споруд, головними з яких є: гребля, водоскидні споруди, донний водовипуск, водозабір для зрошення, а також, при необхідності, водозабір для сільськогосподарського водопостачання, насосна станція. Створені ставки можуть використовуватися для риборозведення та відпочинку. Схема використання місцевого стоку показана на рис. 4.3.



**Рис. 4.3. Використання місцевого стоку:**

1 - гребля; 2 - водосховище; 3 - нормальний підпертий рівень (НПР); 4 - водовипуски; 5 - магістральні канали; 6 - схилі лимани; 7 - глибоководні лимани; 8 - зрошувальна сівозміна з самотічною подачею води; 9 - зрошувана сівозміна з механічною подачею води; 10 - прибережна смуга; ii - лісосмуга.

Проектування протиерозійних валів-каналів висвітлене в розділі 6. Регулювання місцевого стоку для цілей зрошення за допомогою лиманів називається **лиманим зрошенням**. Воно здійснюється, як правило, затриманням талих вод на пологих схилах, вододільних рівнинах і пониззях та в заплавах річок, або, як показано на рис. 4.3, із ставка. В останньому випадку вода в лимани може подаватися не тільки в період повені, але і в інші періоди.

Регулювання стоку лиманами має ряд переваг, зокрема, це відносно простий і дешевий спосіб їх будівництва (1 гектар лиманного зрошення коштує в 35-40 разів дешевше, ніж 1 гектар постійного традиційного зрошення, і в 60-65 разів дешевше, ніж будівництво рисових систем). При лиманному зрошенні спостерігаються процеси розсолення і розсолонцювання засолених ґрунтів; існує можливість зрошення високо розташованих ділянок без механічного підняття води; підвищення врожаю в 3-6 разів, а також автоматизація розподілу води та забезпечення зволоження необхідною зрошувальною нормою.

Але разом з тим лиманне зрошення має ряд недоліків: зрошення здійснюється тільки одноразово в період повені (крім лиманного зрошення із ставків); зволоження по глибині ґрунту здійснюється нерівномірно; в різні за зволоженістю роки зрошується різна площа лиманів; можливість влаштування лиманів є лише при невеликих похилах місцевості (0,002-0,004); значна строкатість урожаю на площі лиманів. Лимани розрізняють:

**1) за способом наповнення:**

а) **природні** - являють собою природні низини, які затоплюються талими водами глибиною до 3 м без втручання людини;

б) **штучні** - створюються системою земляних огорожувальних валів;

**2) за глибиною наповнення:**

а) **мілководні** - з глибиною 0.25 - 0.40 м,

б) **глибоководні** - з глибиною 0.4 - 2.0 м;

**3) за джерелами живлення:**

а) **безпосереднього наповнення** (розташовані на схилах, вододілах),

б) **наповнення із ставків,**

в) **наповнення із річок.**

г) **наповнення із каналів;**

**4) за місцем розташування:**

а) **на схилах,**

б) **в заплавах,**

в) **на вододілах,**

г) **в пониженнях,**

д) **в пониженнях і балках** (рис. 4.4).

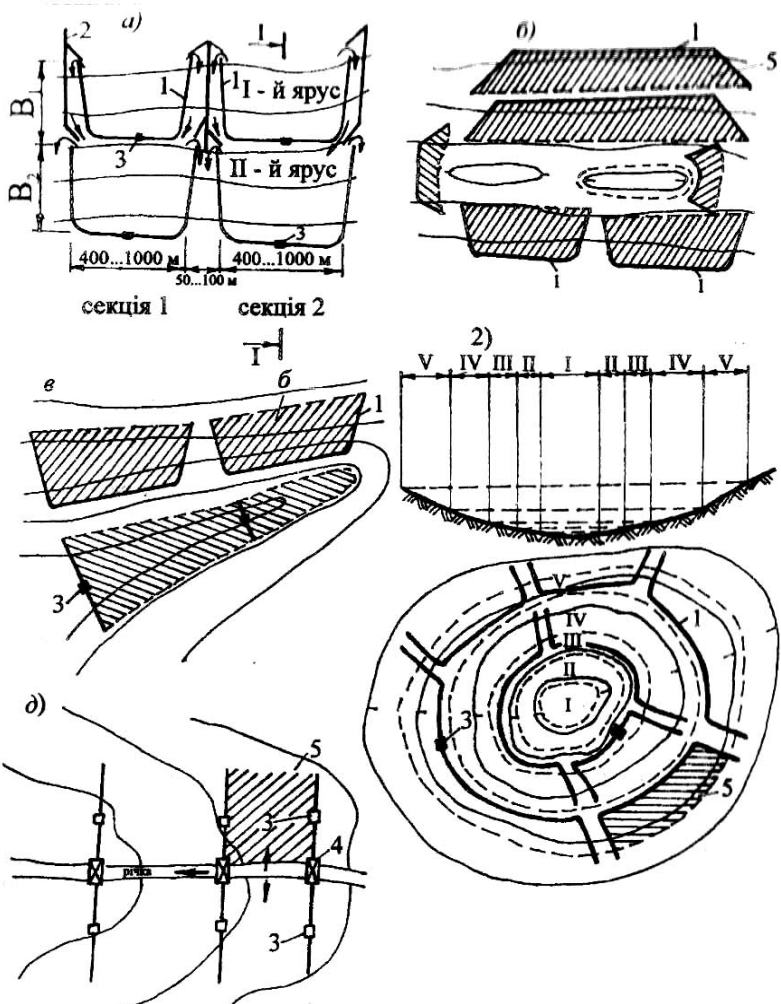


Рис. 4.4. Системи лиманного зрошення: а) лимани схилів; б) лимани вододільних плато; в) лимани улоговин і лощин; г) лимани понижень; д) заплавні лимани. 1 - кармани лиманів; 2 - водонаправляючі дамби; 3 - водоспуски; 4 - шлюз; 5 - площа затоплення.

Розрахунок систем лиманного зрошення полягає у визначенні **норми лиманного зрошення** ( $M_{лз}$ ); параметрів лиманів - можливої площі зрошення ( $P_{лз}$ ), ширини ярусів ( $B_1, B_2, \dots, B_n$ ) і їх кількості; довжини секцій ( $L_{секц}$ ), часу наповнення ярусів ( $t_1, t_2, \dots, t_n$ ).

Норма лиманного зрошення (за Костяковим, 1960) визначається за формулою:

$$M_{лз} = AH(\beta_{зв} - \beta_n), \text{ м}^3/\text{га} \quad (4.3)$$

де  $A$  - шпаруватість ґрунту, % від об'єму;  $H$  - глибина зволоження шару, м;  $\beta_{зв}$  – гранична польова вологоємність, % від шпаруватості;  $\beta_n$  - наявний запас вологи, % від шпаруватості.

**Тривалість затоплення** мілководних лиманів відповідає часу необхідному для вбирання води ґрунтом, і визначається за формулою:

$$T = M_{лз} / K_{вб}, \text{ діб} \quad (4.4)$$

де  $M_{лз}$  – норма лиманного зрошення, м;  $K_{вб}$  – середній коефіцієнт вбирання води ґрунтом, м/добу.

Допустима тривалість затоплення багаторічних трав складає 7...8 діб.

Можлива **площа мілководних лиманів** встановлюється в залежності від наявної площі, придатної за умовами рельєфу, якості ґрунтів і визначається за рівнянням:

$$F_{лз} = 0,8W_{25\%} / M_{лз}, \text{ га} \quad (4.5)$$

де  $W_{25\%}$  - об'єм весняного стоку, м<sup>3</sup>;  $M_{лз}$  - норма лиманного зрошення, м<sup>3</sup>/га.

**Об'єм весняного стоку** визначається за формулою:

$$W_{25\%} = 1000 h_c K_{25\%} F K_m, \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

де  $h_c$  середній шар весняного стоку, мм (за СН-432-72);  $K_{25\%}$  - модульний коефіцієнт, який відповідає розрахунковій забезпеченості 25%. Коефіцієнт варіації  $C_v$  береться з карт (СН-432-72), а коефіцієнт асиметрії  $C_s$  приймається для рівнинних річок рівним  $2,0C_v$ ;  $F$  - площа водозбору, км<sup>2</sup>;  $K_m$  - поправочний коефіцієнт, приймається в залежності від площі водозбору (табл. 4.1).



На 1 га лиманного зрошення потрібно від 6 до 20 га водозбірної площі.

**Ширина ярусів лиману** визначається за величиною похилу місцевості і глибиною наповнення:

$$B_{яp} = (h_{\max} - h_{\min}) / i, \text{ м} \quad (4.7)$$

де  $i$  - середній похил місцевості;  $h_{\max}$  - максимальний шар води біля нижньої дамби, м;  $h_{\min}$  - мінімальний шар води біля верхньої дамби, м.

**Таблиця 4.1**

**Поправочні коефіцієнти до норми весняного стоку  
з малих водозборів**

Площа водозбору, км <sup>2</sup>	50	30	10	5
$K_{nn}$	2,7	3,1	3.6	3,8

Для рівномірного зволоження на території лиману приймається:

$$h_{\max} = (2,0 - 2,5) h_{cp}, \text{ см} \quad (4.8)$$

$$h_{\min} = (5,0 - 10,0) \text{ см}, \quad (4.9)$$

для верхнього ярусу  $h_{\max} = 0$ .

Щоб створити однакову норму затоплення на території всіх ярусів, послідовно визначають середню глибину шару затоплення ( $h_c$ ) і ширину кожного ярусу ( $B_{яp}$ ):

$$h_c = M_{zb} / 10^4 - K_{\infty} [T - (t_1 + t_1 + \dots + t_{n-1})], \text{ м} \quad (4.10)$$

де  $T$  - тривалість паводку, діб;  $t_1 + t_1 + \dots + t_{n-1}$  - тривалість затоплення відповідно першого, другого та інших ярусів, діб.

**Довжина секції лиману** призначається із умови ефективного використання механізмів (400-1000 м). Між секціями залишається відстань в 50-100 м на водообходи.

Ярусні лимани неглибокого наповнення утворюються декількома рядами дамб, які влаштовуються вздовж горизонталей місцевості. Відкоси дамб повинні мати закладення 1:5-1:6, будівельна висота - 0,8...1,0 м, перевищення гребеня дамби над максимальним рівнем - не

менше 0,3 м, ширина дамб по верху - 0,5-0,8 м (рис. 4.5). Величини  $t_1 + t_1 + \dots + t_{n-1}$  визначаються за допомогою **графо-аналітичного розрахунку водного балансу лиману** [4].

#### 4.5. Комплексний гідровузол і вимоги до нього учасників ВГК

В умовах зростаючого дефіциту водних ресурсів все більшого значення набирає їх комплексне використання. У зв'язку з цим влаштовують **комплексні гідровузли**, які призначені для одночасного задоволення запитів усіх учасників ВГК.

Основою комплексного гідровузла є гребля, яка утворює водосховище. В залежності від складу ВГК в комплексний гідровузол включаються ті чи інші ГТС.

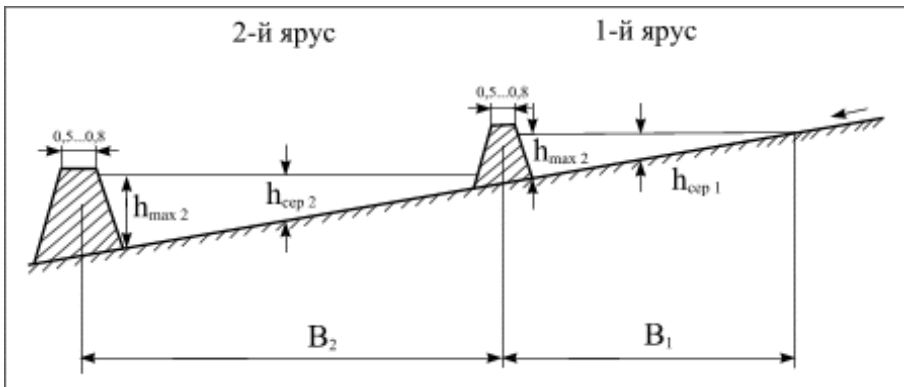


Рис.4.5. Розріз по I-I (рис.4.4а).

**Гідровузол** - це комплекс загальних і спеціальних ГТС, які об'єднані за розташуванням і цілями їх спільної роботи.

За призначенням розрізняються **енергетичні, водотранспортні, зрошувальні** і інші гідровузли.

Всі учасники ВГК пред'являють свої специфічні вимоги до кількості, якості, режиму рівнів води у водосховищі. Ці вимоги часто мають суперечливий характер, зокрема, основні протиріччя виникають при забезпеченні вимог рибного і сільського господарства, енергетики і водного транспорту.

Наприклад, спеціальні попуски на лісосплав, рибне господарство знижують виробництво електроенергії тощо.

Комплексні гідровузли можуть також створюватися на базі великих меліоративних каналів, які використовуються для судноплавства, лісосплаву, риборозведення, виробництва електроенергії і ін.

Повне задоволення всіх вимог учасників ВГК на одному гідровузлі неможливе. Тому режим фактичної експлуатації повинен бути компромісним. Комплексні гідровузли характеризуються такими параметрами:

- корисним об'ємом водосховища (якщо не враховувати замулення водосховища і необхідності регулювання повені);
- розмірами насосних і турбінних установок і водовипускних споруд, а також каналів, що підводять воду водоспоживачам, тобто розмірами, які визначають продуктивність установок;
- розрахунковою забезпеченістю ( $P$ ) споживача водою, яку поділяють на  $P_{\Gamma}$  (для окремої галузі економіки) і  $P_{ВГК}$  (для всього водогосподарського комплексу).

Під **розрахунковою забезпеченістю ВГК** розуміють ймовірне число років у відсотках або долях від одиниці загального числа років розрахункового періоду, коли гарантована віддача води учасникам ВГК буде забезпечена. При цьому в розрахунок не приймаються різні значення забезпеченості задоволення потреби у воді окремих учасників ВГК. Рівні різних забезпеченостей задоволення потреб у воді споживачів приводяться до єдиного і рівного значення  $P_{ВГК}$ .

Встановлення параметрів водосховища може проводитись двома шляхами в залежності від стадії проектування, необхідної точності і ступеня деталізації розрахунків:

а) **для характерних років або тривалого періоду.** Для попередніх розрахунків визначення параметрів комплексного гідровузла можна виконати на основі вибору характерних років як для визначення режиму водоспоживання ВГК, так і для режиму водного об'єкту.

Вибір характерних років для розрахунку режиму водоспоживання ВГК втрачає значення у зв'язку з тим, що вимоги до режиму і якості води водного об'єкту учасників комплексного гідровузла майже завжди суперечливі і їх інтереси не співпадають. Крім цього цей метод не можна застосовувати для складання водогосподарського балансу (ВГБ) при розробці систем комплексного використання і охорони водних ресурсів басейну річки чи окремої території;

б) проводиться з врахуванням режиму водного об'єкту і режиму водоспоживання ВГК за тривалий період.

Визначення режиму водоспоживання ВГК залежить від планування розвитку галузей водного господарства. При цьому можуть бути два випадки;

1) відомий об'єм продукції, що випускається окремими учасниками ВГК. У цьому випадку залишається визначити необхідний режим і об'єм водоспоживання для кожного учасника комплексного гідровузла;

2) відомі учасники ВГК, але невідомі їх параметри. Тоді необхідно визначити параметри учасників ВГК із умови їх можливого варіювання в залежності від об'єму води в комплексному гідровузлі. У цьому випадку для обраного варіанта розвитку учасника ВГК необхідно встановити режим і об'єм водоспоживання.

Якщо відомі режими стоку річки і режими водоспоживання ВГК за багаторічний період, тоді їх співставляють і визначають різницю стоку річки і водоспоживання в розрізі кожного року в межах розрахункового періоду (сезонне регулювання стоку):

$$\pm \Delta W_{ij} = W_{ij} - B_{ВГКij} \quad (4.11)$$

де  $\pm \Delta W_{ij}$  - перевищення стоку над водоспоживанням ВГК, нестача води в  $i$ -періоді  $j$  - року; 0 - стік річки в  $i$  - періоді  $j$  - року;  $B_{ВГКij}$  - водоспоживання ВГК в  $i$  - періоді  $j$  - року.

У роки, коли спостерігається нестача води, встановлюється корисний об'єм водосховища ( $V_{корj}$ ) в залежності від поєднання режимів стоку річки і водоспоживання ВГК. У роки, коли спостерігається перевищення стоку над споживанням, визначається сумарний надлишок ( $V_{надj}$ ).

Після статистичної обробки ряду  $V_{корj}$  та  $V_{надj}$  одержують криву забезпеченості різниці стоку і водоспоживання (рис. 4.6).

Аналіз кривої забезпеченості різниці стоку і режиму водоспоживання ВГК дозволяє встановити:

- види здійснюваних водогосподарських заходів (використання стоку річки в природному і зарегульованому режимі);
- зони надлишкового і зарегульованого періодів;

- необхідні корисні об'єми водосховища (параметр комплексного гідровузла) при забезпеченостях задоволення потреб у воді ВГК від 0 до 100 %.

Наприклад, при забезпеченостях  $P_{ВГК}=0 - 30\%$  річки в природному режимі (рис. 4.6) корисний об'єм водосховища  $V_{кор} = 0$ . У цьому випадку необхідно запроектувати будівництво водозабірної вузла і розрахувати продуктивність установок, які подають воду учасникам ВГК.

Якщо в розрахунок приймати  $P_{ВГК} > 30\%$ , то для задоволення потреб у воді учасників ВГК необхідно запроектувати будівництво водосховища. Необхідний корисний об'єм водосховища встановлюється за допомогою кривої забезпеченості різниці стоку і водоспоживання ВГК. Наприклад, якщо  $P_{ВГК} = 50\%$ , то корисний об'єм водосховища  $V_{кор} = 18$  млн.куб.м, коли ж  $P_{ВГК} = 90\%$ , то  $V_{кор} = 55$  млн.м<sup>3</sup>.

На основі співставлення режиму стоку річки з режимом водоспоживання ВГК необхідно визначити за кожний рік багаторічного періоду їх різницю (багаторічне регулювання стоку):

$$\pm \Delta W_j = W_j - B_{ВГКj} \quad (4.12)$$

де  $\pm \Delta W_j$  - перевищення стоку над водоспоживанням ВГК (+), нестача води (-) в  $j$  - році;  $B_j$  - стік річки в  $j$ -році;  $B_{ВГКj}$  водоспоживання ВГК в  $j$  - році.

У подальшому визначається корисний об'єм водосховища багаторічного регулювання стоку на основі методів, які прийняті в гідрології [5].

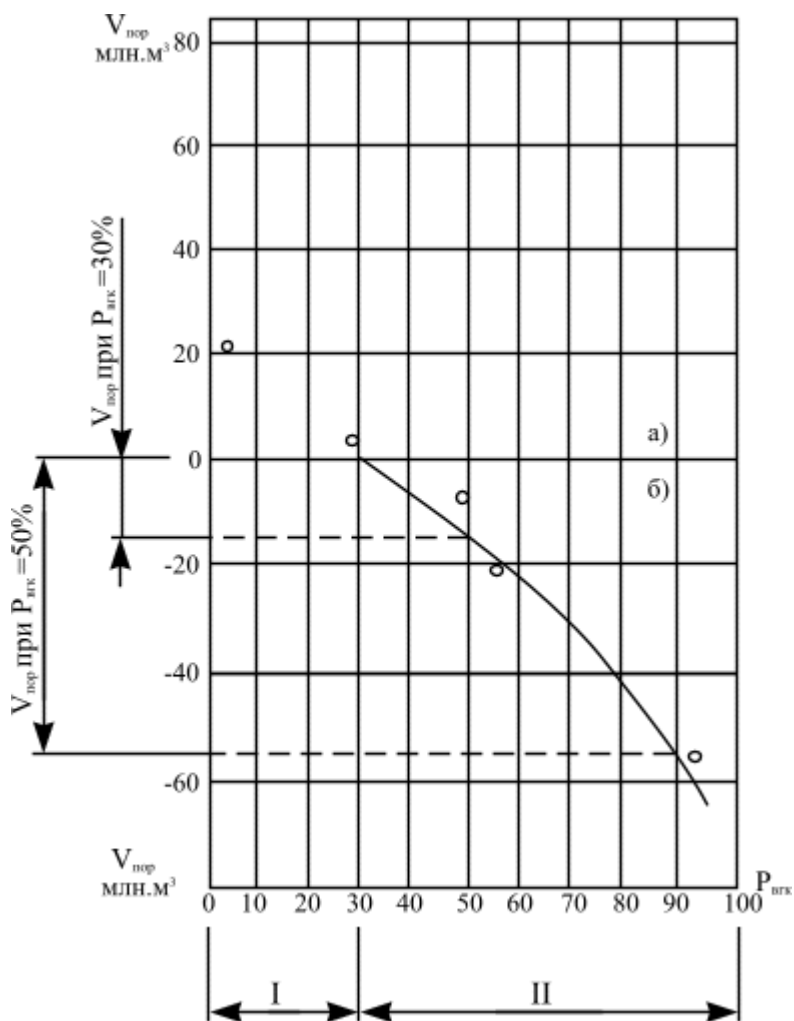


Рис 4.6. Крива забезпеченості різниці стоку річки і об'єму водоспоживання водогосподарського комплексу (ВГК):

- a) зона надлишку стоку; б) зона дефіциту стоку;*
- I - зона незарегульованого використання стоку річки;*
- II - зона зарегульованого використання стоку річки*

**! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

7. Дати характеристику формам перерозподілу стоку у часі.
8. Види природного регулювання стоку.
9. Види штучного регулювання стоку.
10. Проводити розрахунок систем регулювання місцевого стоку.

**? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

1. Знати основні параметри і морфометричні показники водосховищ.
2. Види регулювання стоку водосховищами.
3. Використання місцевого стоку.
4. Поняття про комплексний гідровузол.

Література до розділу 4

1. Величенко Ю.П., Хильченко Н.В., Черняев А.М. С какой реки начать? (Об очередности выбора малых рек для осуществления водоохранных мероприятий) //Мелиорация и водное хозяйство. - 1988. - №2 - С. 41 - 43.
2. Булавко А.Г. Водный баланс речных водосборов. "Л., Гидрометеиздат, 1971. - 303с.
3. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. - М.: Наука, 1986.-367с.
4. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. - К.: УМК ВО, 1989. - 275 с.
5. Ляпичев П.А. Методика регулирования стока и водохозяйственных расчетов. - 2-е изд., перераб. - М.: Стройиздат, 1972 - 272 с.
6. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации /Л.В.Скрипчинская, А.М. Янголь, С.М. Гончаров, С.М. Коробченко. - К.:Вища шк., 1977. - 352с.

## 5. ВИДИ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ БАЛАНСІВ ТА СХЕМ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ І ОХОРОНИ ВОД

### 5.1. Види водогосподарських балансів

**Водогосподарським балансом (ВГБ)** називається співвідношення між наявністю водних ресурсів і їх споживанням різними галузями економіки в межах одного або декількох річкових басейнів чи окремого регіону.

Водогосподарські баланси (ВГБ) включають оцінку водних ресурсів (прибуткова частина), визначення величини безповоротного водоспоживання (витратна частина) і їх співставлення (результуюча частина).

**Прибуткова частина ( $W_c$ )** – це річковий стік у роки різної забезпеченості (5, 50, 75, 95%). Витратна частина включає в себе сумарне безповоротне водоспоживання ( $W_{бв.}$ ) (табл. 5.1) і транзитну санітарну витрату ( $W_{сан}$ ).

Таблиця 5.1

#### Доля безповоротних витрат в різних галузях економіки України [2]

№ з/п	Водоспоживачі	Доля безповоротного водоспоживання від загального водоспоживання, %
1	Промисловість	3.6
2	Енергетика	5.1
3	Комунальне господарство міських районів	18.4
4	Сільське господарство,	90
5	в т.ч. зрошення	87.8
6	Комунальне господарство сільських районів	2.2
7	Рибне господарство	42.3



8	Випаровування з водної поверхні	100.0
---	---------------------------------	-------

**Транзитна санітарна витрата** води у річці відповідає мінімальній витраті 95%-ої забезпеченості із мінімальних витрат такої ж забезпеченості для осінньо-літнього і зимового періодів  $Q_{1095\%}$  і  $Q_{395\%}$ .

Сумарний об'єм стоку (або беззворотних витрат) за рік в м<sup>3</sup> розраховується за формулою:

$$\pm \Delta W_j = W_j - B_{ВГК_j} \quad (5.1)$$

де  $W_I + W_{II} + \dots + W_{XII}$  - місячні об'єми стоку (або беззворотних витрат), який знаходиться за формулою:

$$W_I = Q_n \cdot n \quad (5.2)$$

де  $Q_n$  - середньомісячна витрата за відповідний місяць, м<sup>3</sup>/с;  $t$  - тривалість місяця, с.

ВГБ можуть бути абсолютними (в м<sup>3</sup>), або відносними (в %).

**Абсолютний ВГБ** визначається за різницею між приходом водних ресурсів у рік заданої забезпеченості ( $W_c$ ) і беззвратною витратою води ( $W_{\bar{в}}$ ) всіма учасниками ВГК:

$$B = W_c - W_{\bar{в}}, \text{ м}^3. \quad (5.3)$$

**Відносний ВГБ** визначається за формулою:

$$D = [(W_c - W_{\bar{в}}) / W_{\bar{в}}] \cdot 100\%, \quad (5.4)$$

Одержаний баланс може бути позитивним, від'ємним або нульовим.

Розрізняють чотири види ВГБ - **звітні, оперативні, планові та перспективні.**

**Звітні ВГБ** характеризують залежність між надходженням і витратою води за звітний період і служать для аналізу росту водоспоживання в окремих районах, ефективності роботи існуючих водогосподарських комплексів, доцільності використання водних ресурсів і виявлення можливості більш раціональної витрати води.

**Оперативні ВГБ** розробляють на поточний рік або наступний сезон для особливо напружених за водоспоживанням річкових басейнів або їх частин в цілях найбільш ефективного розподілу прогнозних водних ресурсів між окремими об'єктами або галузями економіки.

**Планові ВГБ** розраховують у відповідності до державних планів розвитку галузей економіки як їх природну і необхідну складову частину. Вони включають у себе перелік і об'єм водогосподарських заходів, необхідних для виконання планів розвитку галузей економіки.

**Перспективні ВГБ** складають на перспективу розвитку економіки для оцінки впливу водного фактора на розміщення і розвиток виробничих сил, визначення виду, характеру і об'ємів запобіжних заходів [3, 4].

## **5.2. Схеми комплексного використання та охорони вод**

З метою встановлення перспектив розвитку галузей господарства в окремих басейнах річок, економічних районах та в цілому у державі, а також попередження їх шкідливої дії на стан водних ресурсів розробляються спеціальні документи, які називаються "**Схемами комплексного використання і охорони вод**".

Розрізняють Генеральну, басейнові, міжбасейнові, територіальні та галузеві схеми.

**Генеральна схема** комплексного використання і охорони вод розробляється для території всієї країни, в ній передбачаються принципові напрямки водного господарства в перспективі на 15 - 20 або 20 - 30 років вперед.

**Басейнові схеми** розробляються для окремих басейнів річок на основі Генеральної схеми.

**Міжбасейнові** охоплюють декілька басейнів річок з метою розробки для них перспективних водогосподарських заходів.

**Територіальні схеми** розробляються для окремих економічних районів або областей на основі Генеральної, басейнових чи міжбасейнових схем.

**Галузеві схеми** складають для окремих галузей економіки (наприклад, меліорації, енергетики, промисловості, рибного господарства, тощо).

При розробці схем охорони і раціонального використання малих річок дуже важливим є встановлення черговості реконструкції річок з метою здійснення водоохоронних заходів. Для цього можна використати критерії вибору черговості реконструкції річок за методом бальної оцінки основних факторів, які спричиняють шкоду [1]:

- 1) інтенсивності використання водних ресурсів;
- 2) соціальної значущості території;
- 3) забрудненості водного об'єкту.

Кожний із цих факторів оцінюють відносно базового значення (100 балів).

Забезпеченість водоспоживання наявними водними ресурсами  $\alpha_p$  дорівнює:

$$\alpha_p = \sum_{i=1}^n (V_{ip} / Q_p), \quad (5.5)$$

де  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $V_{ip}$ , - об'єм води, який використовувався в останній рік  $i$ -м споживачем із  $p$ -ої річки, тис.м<sup>3</sup>;  $Q_p$  - річний стік річки 95%-ої забезпеченості, тис.м<sup>3</sup>.

Щільність населення в басейні річки в цілому можна визначити як середньозважений показник  $\beta_p$  по всіх районах (де мірою є довжина ділянки річки, яка припадає на даний район):

$$\beta_p = \sum_{k=1}^K (\Pi_{kp} \cdot L_{kp} / L_p) \quad (5.6)$$

де  $K = 1, 2, \dots, K$ ;  $\Pi_{kp}$  - щільність населення в  $k$ -му адміністративному районі, який примикає до  $p$ -ої річки (чол. на 1 км<sup>2</sup>);  $L_p$  - загальна довжина  $p$ -ої річки, км.  $L_{kp}$  - довжина ділянки  $p$ -ої річки, що припадає на  $k$ -ий адміністративний район, км.

Оскільки по багатьох малих річках інформації щодо якості води в них недостатньо, тому для непрямої її характеристики рекомендуються два показники  $\gamma_p$ , і  $\sigma_p$ :

$$\gamma_p = M_p / Q_p \quad \sigma_p = U_p \cdot 10^6 / Q_p \quad (5.7)$$

$$M_p = \sum_{n=1}^n (M_{i,p} / C_j^{(H)}) \quad (5.8)$$

де  $j = 1, 2, \dots$ ;  $M_p$  - приведена маса забруднень в стічних водах, які поступають із організованим стоком в річку;  $Q_p$  - середньорічний стік

річки 95%-ої забезпеченості;  $C_j^{(H)}$  - ГДК  $j$ -ої речовини в річці для водойм рибогосподарського використання, мг/л;  $M_{i,p}$  - маса  $j$ -го виду забруднюючої речовини, яка скидається в річку  $p$  за рік, т;  $U_p$  - індекс антропогенного навантаження в цілому по річці, характеризує об'єм забруднюючих речовин, який поступає з водозбірного басейну в річку (чим більше  $U_p$ , тим більший цей об'єм).

Індекс антропогенного навантаження рекомендується визначати по кожному адміністративному району обласного підпорядкування, оскільки так складають статистичну звітність за видами землевпорядкування:

$$U_{K.P} = \sum_{z=1}^9 (r_z \cdot S_{zk} / S_k) \quad (5.9)$$

де  $r_z$  - оцінка антропогенного перетворення, яка відповідає  $Z$ -ому виду землевпорядкування, балів (табл. 5.2);  $S_{zk}$  - площа  $z$ -ого виду землекористування в  $k$ -ому адміністративному районі, тис.км<sup>2</sup>;  $S_k$  - загальна площа, тис.км<sup>2</sup>.

Таблиця 5.2

**Оцінка антропогенного перетворення**

Вид землекористування	Оцінка $r_z$ балів
Заповідники, заказники.	1
Ліси, чагарники, болота	2
Перелоги	3
Сінокоси	4
Пасовища	5
Багаторічні насадження, де проводяться агротехнічні заходи	6
Рілля	7
Ділянки, які знаходяться в стадії меліоративної обробки, відведені під промислові об'єкти, транспортні магістралі, дороги, прогони (непорушені гірничими розробками)	8
Ділянки, порушені гірничими розробками	9

Якщо річка протікає по декількох адміністративних районах, тоді індекс антропогенного перетворення по річці у цілому  $U_p$  дорівнює:

$$U_p = \sum_{k=1}^K (U_{k,p} L_{kp} L_p) \quad (5.10)$$

де  $k = 1, 2, \dots, K$ ;  $U_{kp}$  - індекс антропогенного навантаження в  $k$ -ому адміністративному районі, який прилягає до  $p$ -ої річки;  $L_{kp}$  - довжина ділянки  $p$ -ої річки в  $k$ -ому районі;  $L_p$  - загальна довжина річки.

Величини  $\alpha_p, \beta_p, \gamma_p, \delta_p$  прораховують по тих річках даного регіону, для яких повинні бути розроблені схеми охорони вод. Із отриманих значень вибирають максимальні, які приймають за базові:  $\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma}, \bar{\delta}$ . Кожному із них відповідає найбільше число балів - 100. Після підрахунку суми оцінок всіх показників по кожній річці, визначають загальну оцінку  $U_p$ :  $\bar{\alpha}, \bar{\beta}, \bar{\gamma}, \bar{\delta}$

$$W_p = [\alpha_p / \bar{\alpha} + \beta_p / \bar{\beta} + \gamma_p / \bar{\gamma} + \delta_p / \bar{\delta}] \cdot 100 \quad (5.11)$$

Належність річки до особливо охоронних територій необхідно визначати за величиною  $W_p'$  (балів) (табл. 5.3).

Оцінку  $W_p'$  у запропонованому інтервалі значень дають в залежності від значущості (місцева, державна) охоронної території за формулою:

$$W_p' = \sum_{f=1}^F (W_f N_{f,p}) \quad (5.12)$$

де  $f$ ,  $W_f$  - відповідно вид охоронної території (об'єкта) і його оцінка;  $N_{f,p}$  - число охоронних територій (об'єктів) на  $p$ -ій річці.

Таблиця 5.3

Оцінка територій

№ з/п	Вид території	Оцінка $W_p$ , балів
1	Територія природна охоронна заповідна еталонна	400
2	Територія природна охоронна середовищеутворююча	300...400
3	Територія природна охоронна	200...300

	ресурснозахисна	
4	Пам'ятка природи, розташована на річці (скеля, закрут) та ін.	10...50

Загальна оцінка по річці з врахуванням всіх факторів, які характеризують гостроту водоохоронної проблеми, буде дорівнювати:

$$\bar{W}_P = W_P + W'_P \quad (5.13)$$

Чим більша величина  $W_P$ , тим гостріша водоохоронна проблема і тим вище ранг даної річки при визначенні розробки схем охорони вод.

### !! Приклад розв'язку задачі

**Задача.** Встановити необхідну черговість складання схем водоохорони в басейнах річок, які характеризуються такими вихідними умовами:

Показник	Річка		
	Сонячна	Синя	Горлиця
1	2	3	4
Об'єм водоспоживання за 1996р., тис.м <sup>3</sup>	19241,1	25242,2	40951,1
Річний стік річки 95% -забезпеченості, тис.м <sup>3</sup>	58000	198000	401950
Щільність населення, чел.на 1 км <sup>2</sup>	12	28,3	31,3
Приведена маса забруднень, умовні тонни	242	2240	5840
Площа адміністративного району, по якому протікає річка, тис.км <sup>2</sup>	12	23	40
Площа даного виду землекористування, тис.км <sup>2</sup> :			
Ліс	5	12	12
Переліг	1	-	10
Сіножаті	2	4	8
Випаси	1	0,5	2
Ділянки під промисловими об'єктами, дорогами і т.д.	0,5	2	5
Вид охоронної території	3	-	4
Оцінка заповідності, бали	10	-	400

**Рішення.** Забезпеченість водоспоживання наявними водними ресурсами  $\alpha_p$  буде дорівнювати:

$$\text{для р.Сонячної} - \alpha_p' = 19241,1 \cdot 10^3 / 58000 \cdot 10^3 = 0,33;$$

$$\text{р.Синьї} - \alpha_p'' = 25242,3 \cdot 10^3 / 198000 \cdot 10^3 = 0,12;$$

р.Горлиці -  $\alpha_p''' = 40951,1 \cdot 10^3 / 401950 \cdot 10^3 = 0,10$ .

Коефіцієнт щільності населення  $\beta_p$  приймаємо рівним щільності населення, оскільки невідома довжина річки:  $\beta_1 = 12,0$ ;  $\beta_{11} = 28,3$ ;  $\beta_{111} = 31,3$ . Коефіцієнт  $\gamma_1 = 242/58000 = 0,004$ ;

$\gamma_{11} = 2240/198000 = 0,011$ ;  $\gamma_{111} = 5840/401950 = 0,0014$ .

Індекс антропогенного навантаження буде дорівнювати:

$U_1 = (5 \cdot 2 + 1 \cdot 3 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 5 + 0,5 \cdot 8) / 12 = 2,5$  балів;

$U_{11} = (12 \cdot 2 + 4 \cdot 4 + 0,5 \cdot 5 + 2 \cdot 8) / 23 = 2,54$  балів;

$U_{111} = (12 \cdot 2 + 10 \cdot 3 + 8 \cdot 4 + 2 \cdot 5 + 5 \cdot 8) / 40 = 3,45$  балів.

Коефіцієнт  $\delta_1 = 2,5 \cdot 10^6/58000 = 43,1$  балів на 1 тис.м<sup>3</sup> в рік;

$\delta_{11} = 2,54 \cdot 10^6/198000 = 12,8$  балів на 1 тис.м<sup>3</sup> в рік;

$\delta_{111} = 3,45 \cdot 10^6/401950 = 8,62$  балів на 1 тис.м<sup>3</sup> в рік.

Із визначених величин  $\alpha_p$ ,  $\beta_p$ ,  $\gamma_p$ ,  $\delta_p$  за базові приймаємо  $\alpha = 0,33$ ;  $\beta = 31,3$  чол.на 1 км<sup>2</sup>;  $\gamma = 0,011$  умов.т на 1 тис.м<sup>3</sup>,  $\delta = 43,1$  балів на 1 тис.м<sup>3</sup> в рік.

Визначаємо суму оцінок всіх показників по кожній річці  $W_p$ :

$W_1 = (0,33/0,33+12/31,3+0,004/0,011+43,1/43,1) \cdot 100 = 274$  балів;

$W_{11} = (0,12/0,33+28,3/31,3+0,011/0,011+12,8/43,1) \cdot 100 = 254,6$  балів;

$W_{111} = (0,10/0,33+31,3/31,3+0,0014/0,011+8,62/43,1) \cdot 100 = 162,7$  балів.

Оцінку  $W_p'$  визначаємо за табл. 11.3:  $W_1 = 10$  балів,  $W_{11} = 0$  балів,  $W_{111} = 400$  балів.

Загальна оцінка  $W_p$  по кожній із річок буде дорівнювати:

для р.Сонячна  $W_1 = 274+10 = 284$  балів;

р.Синя  $W_{11} = 254,6+0 = 254,6$  балів;

р.Горлиця  $W_{111} = 162,7+400 = 562,7$  балів.

Таким чином, черговість розробки схем охорони для річок буде наступною: 1 – Горлиця, 2 – Сонячна, 3 – Синя.

***! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:***

- 1 Пояснити зміст і значення терміну водогосподарський баланс.
- 2 Знати види водогосподарських балансів.
- 3 Пояснити мету розробки „Схем використання та охорони водних ресурсів”.

- 4 Перерахувати види „Схем використання та охорони водних ресурсів”

*.? Запитання і завдання для самостійної роботи:*

- 1 Як проводиться встановлення черговості реконструкції річок?
- 2 Від яких показників залежить оцінка антропогенного перетворення?

Література до розділу 5

1. Величенко Ю.П., Хильченко Н.В., Черняев А.М. С какой реки начать? (Об очередности выбора малых рек для осуществления водоохраных мероприятий) //Мелиорация и водное хозяйство. - 1988. - №2 - С. 41 - 43.
2. Жицкая А.В., Кочубей С.Г., Кукавская Г.А. Некоторые аспекты структуры современного водопотребления в Украинской ССР //Комплексное использование водных ресурсов/- ВНИИГиМ., 1975. - Вып.3. - С.29 -37.
3. Грищенко Ю.М. Комплексне використання та охорона водних ресурсів: Навчальний посібник – Рівне: УДАВГ, 1997. – 247 с.
4. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. - К.: УМК ВО, 1989. - 275 с.

## **6. БОРОТЬБА ЗІ ШКІДЛИВОЮ ДІЄЮ ВОДИ**

### **6.1. Розвиток водних ерозійних процесів**

**Водна ерозія** – це один із природних і антропогенних факторів змиву і розмиву ґрунту і ґрунтоутворюючих порід, відкладення наносів, а в кінцевому випадку деградації ландшафтів під дією нерегульованого стоку води. За характером руйнуючих процесів розрізняють площинну, струмінчасту та лінійну ерозію [1-4].



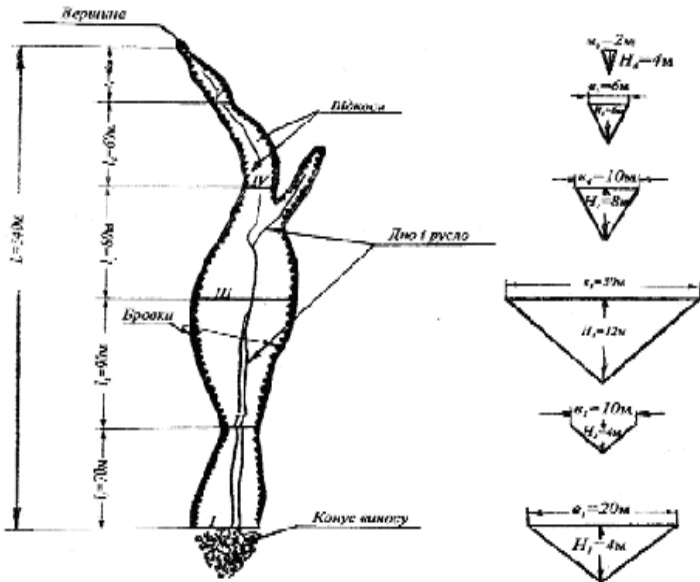


Рис. 6.1. Основні елементи яру

Процес **площинної водної ерозії** може проявлятися у вигляді рівномірного змиву поверхнього шару ґрунту на всій площі, внаслідок чого оголюється коренева система рослин, дерев тощо.

**Струмінчата ерозія** обумовлює лінійний розмив ґрунту під дією поверхнього стоку, внаслідок чого утворюються неглибокі вимоїни у верхньому шарі ґрунту.

**Лінійна (яружна) ерозія** веде до утворення глибоких вимоїн, які поширюються в підґрунтові горизонти, поступово поглиблюються і розширюються, вриваються у схили пагорбів і гір (рис. 6.1). Відомі випадки, коли за добу довжина ярів збільшувалася за рахунок підмиву, обвалу вершин і зсувів на 100 м. Під час злив змив ґрунту іноді досягає 100 т/га.

Процеси ерозії спостерігаються у всіх країнах Земної кулі і наносять велику шкоду. Тільки за останнє сторіччя ерозія знищила на планеті 27% орних земель, тобто 2 млрд. га. Ерозійні процеси дуже розвинені в США, Мексиці, Китаї, Індії, Австралії та інших країнах. Прийнято вважати, що втрата 7 кг ґрунту рівноцінна втраті 680 г хліба. Крім того, продукти ерозії викликають значне замулення та

забруднення річок та водойм, що вимагає великих додаткових матеріальних затрат. Так, щорічно в США з водойм акваторія річкових і морських портів вилучається 570 млн.м<sup>3</sup> мулу. Вартість робіт по очищенню досягає 665 млн. доларів.

На розвиток ерозії впливає розорювання земель. В Україні площа орних земель досягла 56% всієї території і це найвищий у світі показник, так як в Європі він становить 31%, Азії - 20%, Америці - 14%. Таке хижацьке ставлення до землі викликало негативну дію цілого ряду природних факторів, що призвело до розвитку небувалих процесів, зумовило деградацію ґрунтів на 80 - 90% орних площ України.

Середньорічні втрати ґрунту від вітрової і водної ерозії становлять нині на рік у Степу - 17,3, Лісостепу - 18,7, на Поліссі - 19,2 т/га. Як результат, за останні 25 років площа змитих орних земель збільшилася на 26% і досягла 10 млн. га. Всього еродовано 16,4 млн. га орної землі та 3,8 млн. га природних кормових угідь. Якщо ж розміщувати просапні культури на схилах крутизною понад 3°, то з гектара змиватиметься до 500 т ґрунту. Загалом із змитим ґрунтом щороку виноситься 11 млн. т гумусу, 0,5 млн. т азоту, 0,4 млн. т фосфору і 7 млн. т калію. Наскільки великі втрати, можна судити з того, що внесенням добрив їх вдається компенсувати лише на 40 - 60%.

Таким чином, водна ерозія викликає ряд негативних явищ:

**по-перше**, зниження природного рівня родючості сільськогосподарських угідь, що пов'язане із значними втратами гумусу, поживних речовин;

**по-друге**, накопичення змитого осадового матеріалу у водних об'єктах, що приводить до того, що багато річок, ставків, водосховищ міліють, знижується їх продуктивність, ускладнюються умови судноплавства, на мілководдях розводяться малярійні комарі;

**по-третє**, спостерігається руйнування залізничних та автомобільних шляхів, що призводить до збільшення витрат на їх утримання.

## **6.2. Фактори, які впливають на характер та інтенсивність водної ерозії**

**Характер та інтенсивність водної ерозії** обумовлені факторами, які [4]:

1) викликають і посилюють процеси ерозії (опади, висота схилу);

2) запобігають і послаблюють процеси ерозії ґрунту (інфільтраційні властивості ґрунту, стан його поверхні, протиерозійна стійкість ґрунту);

3) визначають вид ерозії (форма і довжина схилу).

**Опади.** Інтенсивність ерозійних процесів залежить від кількості опадів та характеру їх випадання, бо чим більше опадів, тим ймовірніші прояви ерозії.

**Висота схилу.** Вода, яка випала на поверхню суші у вигляді опадів, має певний запас потенційної енергії. Кількість енергії залежить від висоти місцевості.

**Інфільтрація води** - процес надходження води з поверхні у товщу ґрунту.

Процес інфільтрації складається з двох етапів: вбирання і фільтрації. Інтенсивність фільтрації визначається пористістю ґрунту, його структурою та хімічними властивостями.

Процеси ерозії спостерігаються при похилі 2° і більше.

Інтенсивність ерозії встановлюється за такою шкалою (за Заславським, 1983):

- 1) незначний змив - до 0,5 т/га;
- 2) слабкий змив - 0,5 - 1,0 т/га;
- 3) середній змив - 1,0 - 5,0 т/га;
- 4) сильний змив - 5,0 - 10,0 т/га;
- 5) дуже сильний змив - більше 10,0 т/га;

**Гранично допустима величина змиву (ГДЗ)** встановлюється, виходячи із можливості відновлення гумусового шару (в т/га) за період 1000 років. Величини ГДЗ приймаються для ґрунтів сірих і світло-сірих - 2, темно-сірих - 3, чорноземів звичайних - 4, чорноземів південних і темно-каштанових ґрунтів - 3 т/га за рік.

Таблиця 6.1

### Класифікація схилів за величиною їх крутизни

Схили	Похил, град	Процеси ерозії
1. Пологі	до 5	Змив тільки елювіальних частинок
2. Покаті:		Змив і розмив ґрунту
-слабопокаті	5-10	
-середньопокаті	10-15	
-сильнопокаті	15-20	

3. Круті	20-45	Змив, розмив і скочування часточок ґрунту під впливом сили тяжіння
4. Обривисті	більше 45	Змив, розмив, скочування і осипання часточок ґрунту

У США допустимі втрати для ґрунтів з добре розвиненим профілем, сприятливими агрофізичними властивостями приймаються ще менші. Величини допустимих втрат публікуються в спеціальних довідниках служби охорони ґрунтів США.

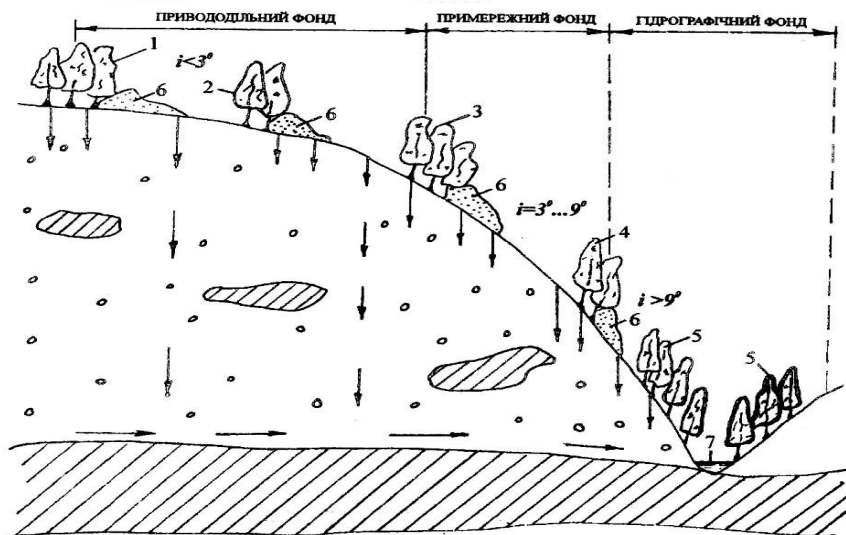
За ступенем змитості ґрунти поділяються на:

- 1) слабозмиті - це ґрунти, в яких змито до 1/3 гумусового шару;
- 2) середньозмиті - це ґрунти, в яких змито від 1/3 до 2/3 гумусового шару;
- 3) сильnozмиті - це ґрунти, в яких змито більше 2/3 гумусового шару.

### **6.3. Протиерозійні земельні зони (фонди)**

В залежності від характеру рельєфу і ступеню розвитку ерозійних процесів на території басейну річки можна виділити три фонди (зони) (рис. 6.2):

- 1) привододільна - територія, на якій формується поверхневий стік;
- 2) примережна - територія, у якій концентрується поверхневий стік у потоки і починається поверхневий змив частинок ґрунту;
- 3) гідрографічна - територія, у якій спостерігаються явища не тільки площинного змиву часточок, але й вертикального розмиву ґрунтів та утворення ярів.



**Рис. 6.2.** Протиерозійні земельні зони: 1 - вододільні смуги; 2 - полежахисні (вітроломні) смуги; 3 - водорегулюючі смуги; 4 - прибалочні смуги; 5 - прируслові смуги; 6 - сніг; 7 - річка.

**Привододільна земельна зона** включає в себе найбільш вирівняні ділянки, які прилягають до вододільної лінії. Похили тут невеликі - до  $3^\circ$ . Процеси ерозії проявляються відносно слабо. Ґрунтовий покрив добре розвинений. Землі зони найбільш придатні для сільськогосподарського виробництва, на них, як правило, розміщуються польові сівозміни.

**Примережна земельна зона** верхньою частиною прилягає до земель привододільного фонду. У примережні зони включаються землі із похилом від  $3$  до  $8^\circ$ - $9^\circ$ . Межа між зонами проводиться паралельно до горизонталей місцевості. Ерозійні процеси тут проявляються у вигляді змиву ґрунту, струменевих розмивів та вимоїн на ріллі. Ґрунтовий профіль належить до слабого і середнього ступеню змиву. У цій зоні розміщуються ґрунтозахисні сівозміни із підвищеною участю трав. Найбільш порушену ерозійними процесами

частину зони необхідно використовувати під лісопосадки, сади, поліпшені луки і пасовища. Якщо ширина зони менше 70 м, то окремо примережна зона не виділяється. В цьому випадку верхню, найменш еродовану площу, приєднують до вододільної, а нижню - до гідрографічної зон.

**Гідрографічна земельна зона** включає дно і береги гідрографічної мережі, а також прилеглі до них схили крутизною більш 9°. Тут процеси ерозії сильно виражені, зокрема лінійна ерозія у вигляді берегових балочних ярів. Площа зони в еродованих районах досягає 12...15% усієї площі водозбору. Для сільськогосподарського виробництва землі цієї зони малопродатні, оскільки розорювання їх викликає бурхливий розвиток водної ерозії. У цій зоні можуть розміщуватись поліпшені сінокоси і пасовища, а найбільш круті схили підлягають залісненню та під посадку плодкових дерев та кущів.

Виділення протиерозійних земельних зон проводиться на топографічних картах шляхом встановлення площ з однотипним похилом.

Ступінь ерозійності рельєфу характеризується показниками горизонтального та вертикального розчленування.

Величина горизонтального розчленування рельєфу знаходиться за формулою

$$Kr=L/F, \quad (6.1)$$

де  $L$  - сумарна протяжність всіх ланок гідрографічної мережі, км;  $F$  - водозбірна площа, км<sup>2</sup>.

Ступінь розчленування рельєфу встановлюється за таблицею 6.2.

Таблиця 6.2

### Ступінь розчленування рельєфу

Ступінь розчленування рельєфу	Коефіцієнт розчленування рельєфу	
	горизонтальний	вертикальний
Дуже слабкий	До 0,20	До 5,0
Слабкий	0,21-0,51	5.1-8,0
<b>Середній</b>	0,51-1,0	8,1 - 10,0
Сильний	1,10-2,0	10,1 -20,0
Дуже сильний	2,10-3,0	більше 20,0

За глибиною вертикального розчленування рельєфу і величиною кута природного відкосу ґрунту  $tg\alpha$  (табл. 6.3) визначається прогнозна ширина ерозійного утворення на поверхні ґрунту (А):

$$A=2H/tg\alpha \quad (6.2)$$

або  $A=2tg\nu L_{cx}/tg\alpha \quad (6.3)$

Таблиця 6.3

### Кути природних відкосів

Характеристика ґрунту	Кути (град.) природних відкосів при:	
	сухому ґрунті	вологодому ґрунті
Лес	40	
Глина щільна	45	40
Пісок дрібний	35	40
Пісок крупний	40	

Відношення площі земель  $F_{яp}$ , які зайняті безпосередньо ярами, до всієї площі водозбору  $F$ , виражене у відсотках, називають коефіцієнтом яружності

$$K_{яp} = F_{яp} \cdot 100 / F, \% \quad (6.4)$$

### 6.4. Заходи щодо запобігання і зменшення розвитку водної ерозії

Водна ерозія ґрунтів можлива у тому випадку, коли жива сила водного потоку перевищує протиерозійну стійкість ґрунту. Тому запобігання і зниження її розвитку можливе у випадку дії факторів, які спрямовані на зменшення живої сили потоку і посилення опірності ґрунту змиву. Це можливо шляхом застосування комплексу організаційно-господарських, агротехнічних, лісомеліоративних і гідротехнічних протиерозійних заходів, які регулюють природні та господарські негативні фактори і відкривають можливості керованого підвищення продуктивності землі.

**Організаційно-господарські** протиерозійні заходи — це проектування і впровадження науково-обгрунтованого комплексу заходів щодо підвищення родючості ґрунтів, зокрема:

- визначення і уточнення меж землекористування господарств;
- правильний вибір сівозміни;
- проектування полів, доріг та скотопогонів у відповідності з рельєфом місцевості;
- проектування спеціальних ґрунтозахисних заходів;
- проектування захисних лісонасаджень;
- вибір виду і характеру гідротехнічних споруд;
- визначення спеціалізації господарства та його виробничих під-розділів.

**Агротехнічні протиерозійні заходи включають:**

- обробку земель поперек схилів;
- борознування зябу (створення борозен через 5-10 м, переривисте борознування);
- хрестування (при похилах  $2^{\circ}$ - $3^{\circ}$  орють борозни вздовж і поперек схилів. В місці їх перетину утворюються перпендикулярні поглиблення, які затримують поверхневий стік).
- щілювання (нарізуються щілини через 10 - 12 м на глибину 45 - 55 см);
- збагачення ґрунту органічною речовиною, безвідвальна оранка і плоскорізний обробіток ґрунту;
- впровадження ґрунтозахисних сівозмін, залуження (на схилах крутизною  $3^{\circ}$  -  $5^{\circ}$  розорані смуги шириною 40 - 50 м чергуються з нерозораними 10-15-метровими смугами). Із збільшенням крутизни схилу ширина розораних смуг зменшується. Після того, як на засіяних смугах утвориться травостій багаторічних трав, вони розорюються, а смуги, які залишались чистими в перший період залуження, засіваються. Посів трав краще здійснювати разом із внесенням добрив);
- проектування спеціальних траншей (у міжряддях саду, розташованих поперек схилу, викопують траншеї з перемичками через 20 - 30 см, глибиною 1,3 - 1,5 м і шириною 0,4 - 0,6 м. Траншеї заповнюють гноєм на висоту 0,2 - 0,3 м, поверх укладають гілки, потім шар соломи, після цього вносять повне мінеральні добрива а траншею засипають верхнім родючим шаром ґрунту товщиною 15-20 см. Ділянку суцільно задернують злаковими багаторічними травами, які багаторазово скошують і



залишають для перегнивання. Щорічно траншеї рекомендується заповнювати скошеною травою. В період танення снігу і літніх зливових дощів траншеї майже повністю перехоплюють поверхневих стік. Урожайність при такій системі захисту у порівнянні з системою утримання ґрунту в саду під чорним паром підвищується на 10 - 18%).

**Лісомеліоративні заходи** сприяють більш рівномірному розподілу зимових опадів і сніготаненню, знижують випаровування з поверхні ґрунту. Крім того, лісосмуги викликають прискорений морфогенез змитих ґрунтів. Ґрунти трансформуються у більш високі таксономічні ранги. Вздовж водорегулюючих лісових смуг формуються системи ґрунтополіпшених поясів з ознаками і властивостями, близькими до зональних ґрунтів.

Лісові насадження фільтрують як поверхневий, так і внутрішньогрунтовий стік, утримують більшу частину біогенних речовин. Встановлено, що вміст біогенних речовин у водах поверхневого стоку з ріллі при походженні через захисні смуги лісонасаджень знижується в середньому в 4 - 5 разів.

Лісосмуги в залежності від місця розташування та призначення можуть бути:

- **вітроломними** – розташовуються у привододільному фонді перпендикулярно до напрямку переважаючих вітрів через 500 - 900 м і більше та шириною 10 -15м;

- **водорегулюючими** – призначені для поглинання поверхневого стоку із вищерозташованої площі і одночасного затримання твердого стоку (розміщуються у примережному фонді і мають ширину 15 м). На сильно еродованих схилах їх ширина збільшується до 25 - 30 м. Відстань між водорегулюючими лісосмугами залежить від крутизни схилу [4].

Крутизна схилу, град.	Відстань між лісосмугами, (м)
2,0...3,0	350...400
3,0...3,5	250... 300
4,0... 6,0	100 ...200

**прибалочними і прияружними** – призначені для попередження ерозійних процесів в нижній частині схилів примережного фонду. Розміщуються такі смуги вздовж необлісених балок і ярів

перпендикулярно до лінії току на відстані 3 - 5 м від брівки шириною 20 - 30 м. На схилах балок і ярів проводять суцільне лісонасадження.

• **приусловими** – лісосмуги розташовуються вздовж берегів річки, навкруги ставків та водосховищ і служать для захисту їх від замулення і руйнування берегів (рис. 6.3).

**Гідротехнічні протиерозійні** заходи проводяться з метою боротьби з утворенням на схилах сконцентрованих потоків талих і дошових вод, затримання поверхневого стоку для зрошення та риборозведення, а також інших цілей.

Для цього проектують такі гідротехнічні споруди:

- **водозатримуючі** – затримують поверхневий стік на схилах водозборів з метою запобігання скиду його в яри, балки та нижчерозташовані схиліві землі. До них відносять водозатримуючі вали-канали і вали-тераси (рис. 6.4; 6.5; 6.6);
- **водоспрямовуючі** – відводять водні потоки від ярів або незалужених схилів до водоскидних споруд або добре укріплених схилів. До них відносять водоспрямовуючі вали і нагірні канали, вали і канали-розпилувачі (рис. 6.7; 6.8; 6.9);
- **водоскидні** – скидають сконцентрований поверхневий стік від вершини ярів на дно ярів або балок. Це швидкоотоки, перепади, шахтні та трубчасті водоскиди (рис. 6.10);
- **донні** – закріплюють дно ярів, попереджують їх розмив. Це загати, напівзагати, донні перепади та пороги (рис. 6.10).
- **водорегулюючі** (водойми-регулятори) – споруджуються на малих річках і струмках. Їх використовують комплексно у різних галузях господарства (риборозведення, водопостачання, зрошення), а також з рекреаційною метою (рис. 6.14).

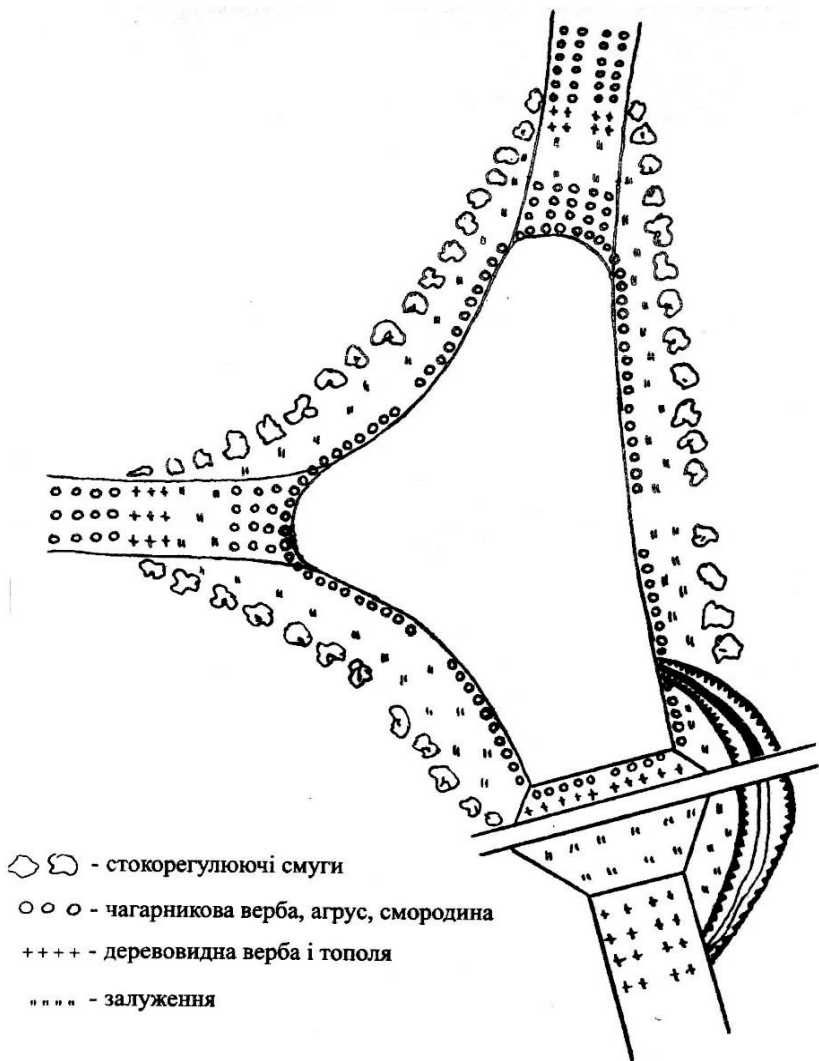


Рис. 6.3. Схема розташування лісонасаджень навколо ставка

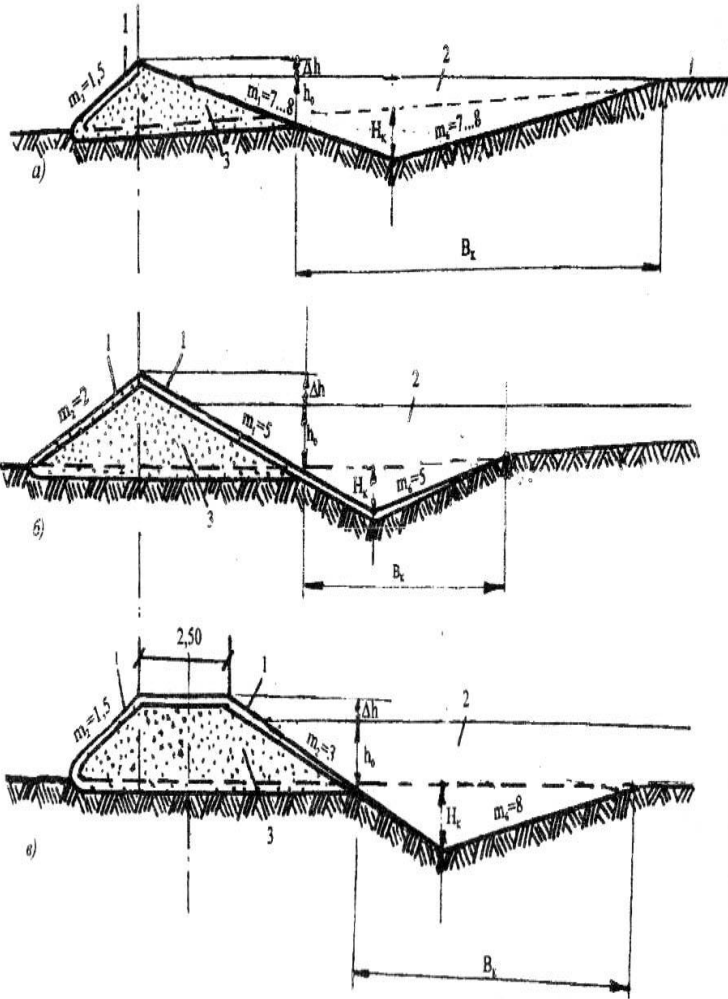


Рис.6.4. Типи водозатримуючих валів-каналів: а- поперечний переріз водозатримуючого вала-канави трикутної форми з укосами, які обробляються; б- поперечний переріз водозатримуючого вала-канави трикутної форми з укосами, які не обробляються; в- поперечний переріз водозатримуючого вала-канави трапецеподібної форми з укосом ставочка, який обробляється ;1-сівба багаторічних трав ;2- ставочок;3- вал.

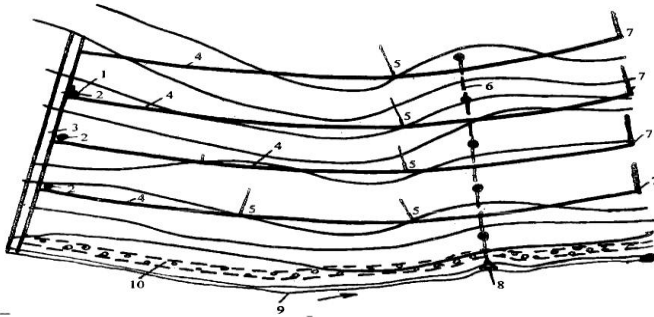


Рис.6.5. Вали-тераси (план) 1 - шпора, що не обробляється; 2 - трубчастий водовипуск; 3 - залужений водостік; 4 - вал-тераса; 5 - перемичка, що обробляється; 6 - водовідвідний трубопровід з трубчастими водовипусками; 7 - шпора, що обробляється; 8 - випуск; 9 - річка; 10 - лісосмуга.

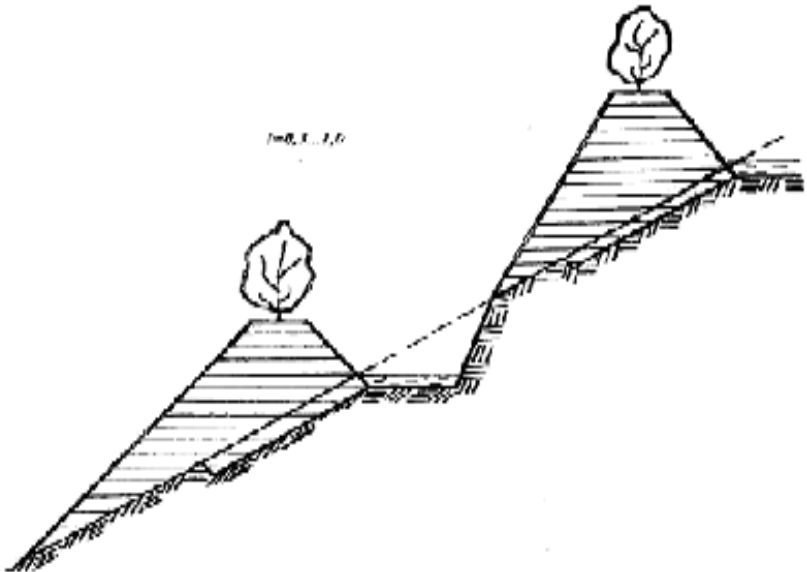


Рис.6.6. Тераси-вали

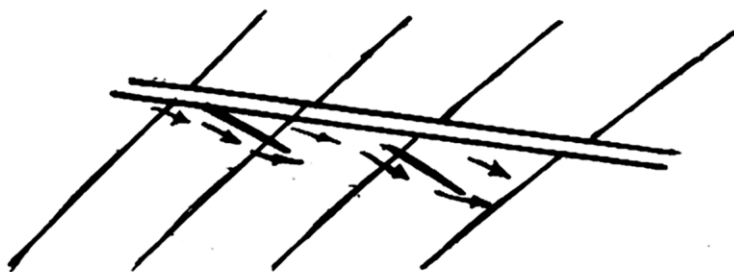


Рис. 6.8. Вали-розпилювачі вздовж дороги

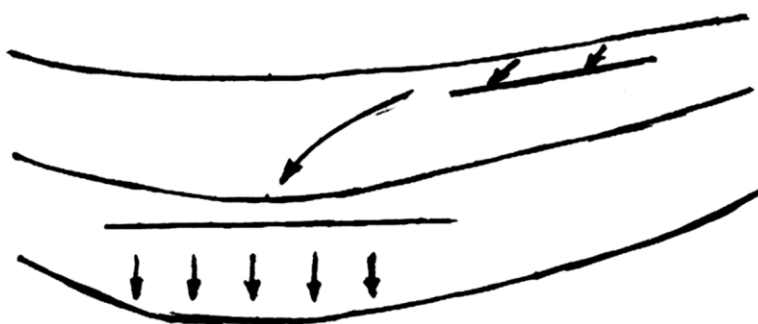


Рис. 6.9. Вали-розпилювачі

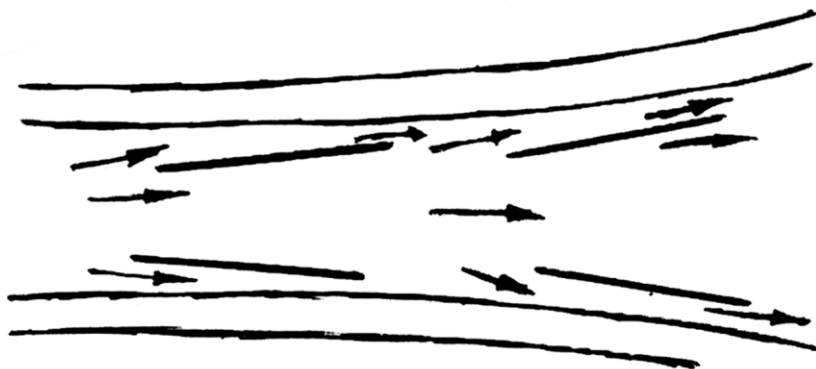


Рис. 6.10. Вали-розпилювачі по дну улоговини

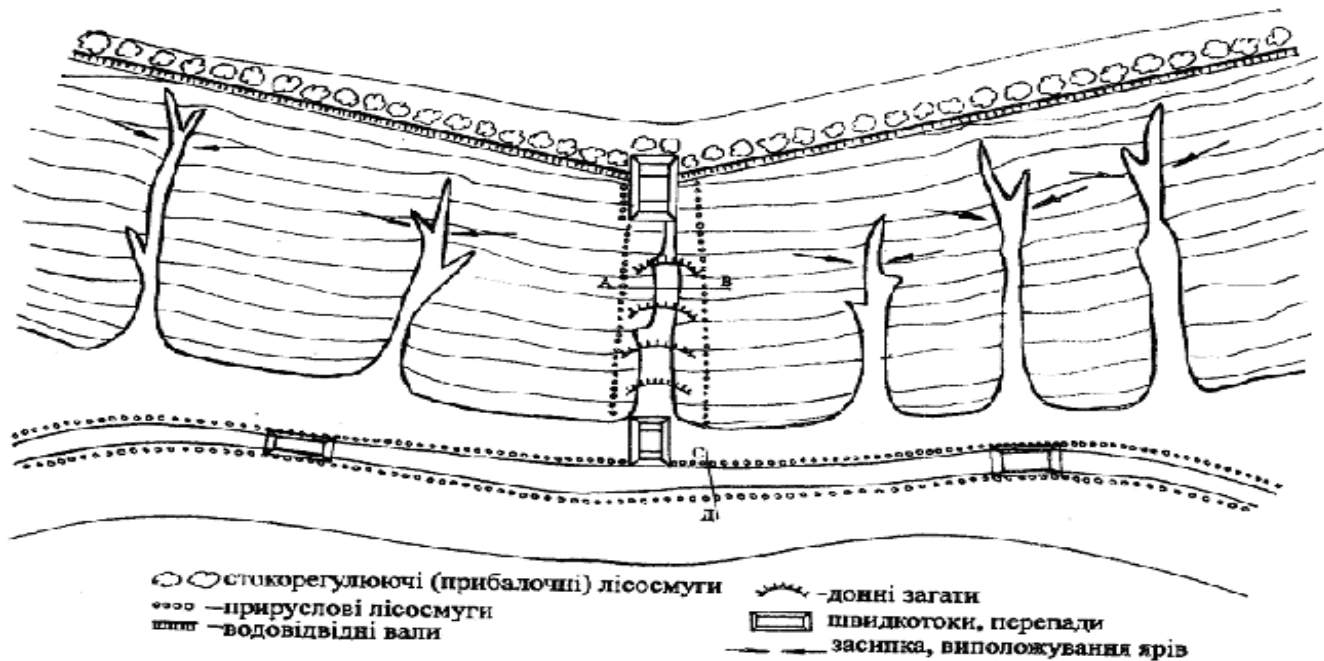


Рис.6.10. Загальна схема розміщення прияружних лісосмуг і кріплення ярів

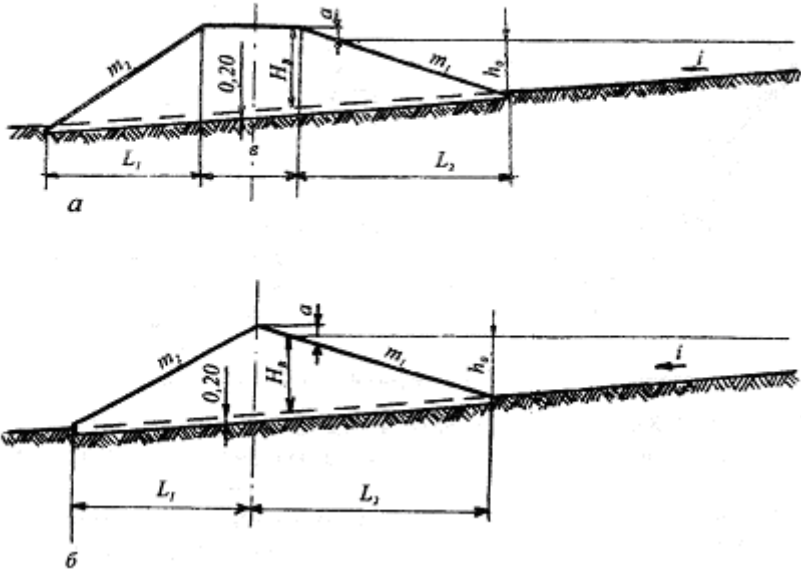


Рис. 6.11. Поперечний переріз водозатримуючого вала без канави: а - форма трапеції; б - форма трикутника.

**Вали-канали** — це гідротехнічні споруди для боротьби з ярами. Їх висота 1,3-2 м, ширина по гребеню 2-2,5 м. Закладення мокрого відкосу до 5-7, сухого 2-3. Безпосередньо в ярах розміщують загати. При цьому частину яру вище загати засипають, або виположують, або лишають в попередньому вигляді у якості додаткового резервуара для затримання води і змитого ґрунту.

Для відводу вод від вершин ярів та припинення їх подальшого росту, створюють водовідвідні вали, розраховані на пропуск найбільшої секундної витрати води 10%-ї забезпеченості. При великому розчленуванні схилів, крім валів будують бетонні споруди (східчасті перепади, швидкотоки).



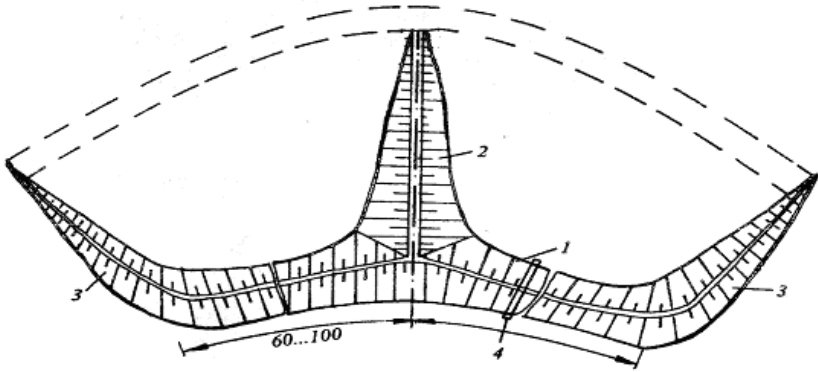


Рис. 6.12. Загальний вигляд водозатримуючого вала:  
 1 - вал; 2 - перемичка; 3 - шпора; 4 - водовипуск.

Водозатримуючі вали-канали розраховуються на затримання суми одного із більших об'ємів зливового або талого стоку ( $W_{\max}$ ) та твердого стоку ( $W_{mc}$ ) за розрахунковий період [7]. Ця витрата позначається  $W_{розр}$ .

Знайдений об'єм стоку повинен бути затриманий валом-канавою з певною довжиною  $L_g$ , висотою валу  $h_g$  та глибиною канави  $h_k$ .

Довжина вала-канави може визначатися за двома випадками.

У першому випадку, якщо довжина вала-канави відома (повинна бути не більше 400 - 600 м). Тоді робоча висота вала знаходиться за формулою

$$h_0 = \sqrt{2iW_{1пм}} \quad (6.5)$$

де  $i$  - похил поверхні землі у місці розташування вала-канави;  $W_{1пм} = W_{розр} / L_g$  - об'єм стоку, який затримується одним погонним метром довжини вала-канави  $L_g$ . Розраховану робочу висоту вала  $h_0$  можна прийняти меншою на 0,2-0,5 м, оскільки частина об'єму поверхневого стоку затримується канавою. Поперечні розміри вала-канави встановлюються згідно рекомендацій (табл. 6.4).

У другому випадку, довжина вала-канави невідома. Тоді висоту його призначають за вибраною категорією класу споруди.

Таблиця 6.4

## Поперечні розміри валів-канал

Висота вала, м	Ширина гребеня вала-канави, м	Коефіцієнт закладення відкосів		Мінімальні коефіцієнти закладення відкосів канав перед валом
		верхового	низового	
До 1,5	0,5-2,5	1,0-2,0	1,5	2,5
1,5-2,0	1.0-2,0	1,0 - 2,0	1,5	2,5
2.0-3,0	1,5-2,5	2,0 - 2,5	1,5 -2,0	3,0

Потім графічно зображують поперечний переріз згідно рекомендації в масштабі 1:100 і визначають площу поперечного перерізу ставочка  $W_{\text{плм.став}}$  і канави  $W_{\text{плм.кан}}$ . Бажано призначити глибину канави  $h_{\text{кан}}$ , із умови щоб площа поперечного перерізу канави дорівнювала площі поперечного перерізу вала, або була дещо більша від неї, так як вона може бути резервом для насипання вала. Площа поперечного перерізу ставочка перед валом або об'єм, що затримується одним погонним метром знаходиться за формулою

$$W_{\text{став}} = h_0^2 / 2i + h_0^2 m_2 / 2, \quad (6.6)$$

де  $h_0$  - робоча висота вала, м;  $i$  - похил поверхні землі в зоні ставочка;  $m_2$  закладення мокрого укусу вала.

За робочою висотою вала  $h_0$  і перевищенням гребеня вала над робочою висотою  $\Delta h = 0,2 - 0,5$  м і закладенням  $m = 2,0 - 3,0$ , будують поперечний переріз вала і визначають його площу (рис. 6.4).

$$\text{Оскільки } W_{\text{плм.кан}} \approx W_{\text{плм.став}}, \text{ або } W_{\text{плм.кан}} = (1,10-1,15) W_{\text{плм.став}} \quad (6.7),$$

а ширина канави  $B_{\text{к}} = 2h_{\text{кан}} (m_2 + m_3)$ , тоді глибина канави дорівнює:

$$h_{\text{кан}} = 2W_{\text{плм.кан}} / B_{\text{к}}, \text{ або } h_{\text{кан}} \approx 1,5 \sqrt{\frac{W_{\text{плм.кан}}}{m_2 + m_3}} \quad (6.8)$$

Об'єм стоку, що затримується одним погонним метром вала-канави буде:

$$W_{\text{плм.вала-канави}} = W_{\text{плм.став}} + W_{\text{плм.кан}} \quad (6.9)$$

Довжина вала-канави буде (м)

$$L_{\text{вала}} = W_{\text{розр}} / W_{I,n} \cdot m \quad (6.10)$$

Вали-канави розташовуються на відстані  $L=3\text{НК}$  від вершини яру, де  $H$  - глибина яру у його вершині, м;  $K$  - коефіцієнт запасу (приймається для супісків та суглинків  $K = 1,4$ , для глин  $K = 1,2$ ).

У кінці основного валу для затримання води проектують глухі або відкриті шпори під кутом  $110\text{-}140^\circ$  до осі вала-канави. На валу-канаві через  $60\text{-}100$  м влаштовують перемички для попередження скиду всього об'єму води затриманого валом-канавою у випадку прориву вала (рис. 7, 8). Гребінь вала і шпор проектується на одній відмітці, а гребінь перемички - на рівні робочої висоти вала. У кінці шпор влаштовують трапецеїдальний водообхід на рівні робочої висоти вала шириною  $1,0\text{-}2,5$  м [7].

Одним із способів боротьби з водною ерозією є влаштування **водойм-регуляторів**. За способом наповнення і живлення водойми-регулятори бувають проточні (на малих річках або струмках) і безстічні (балки, яри і інші природні зниження місцевості). Водойми-регулятори наповнюються переважно водами поверхневого стоку під час сніготанення і зливових дощів. За санітарно-гігієнічними умовами мінімальна глибина проточних водойм-регуляторів повинна бути  $2,2\text{-}3,0$  м, а безстічних —  $3,5\text{-}4,5$  м. Забороняється поїти худобу безпосередньо із водойми. Для цього слід організувати спеціальні майданчики. Водойми-регулятори повинні очищуватися від наносів через кожні  $3\text{-}5$  років.

Для захисту водойм-регуляторів від замулення і забруднення, навколо них влаштовуються захисні деревно-чагарникові смуги шириною до  $20$  м (рис. 6.3) [2, 3].

При розробці протиерозійних заходів враховують інтенсивність стоку і змиву ґрунтів, зміну продуктивності еродованих земель. Їх мета — створення умов, які перешкоджають формуванню сконцентрованого потоку води вже на верхніх елементах схилу.

В останні роки для цієї мети все більше використовують різноманітні методи моделювання - від простих (карти змитих ґрунтів) до математичних і фізичних (матеріальних) моделей. Намітилися шляхи оптимізацій цих моделей. Значення цього методу різко зросло у зв'язку із необхідністю оптимального використання ерозійно небезпечних територій. Для обґрунтування системи захисних заходів використовують прогнозні рішення [2, 6].

## 6.5. Боротьба з селевими потоками, зсувами і руйнуванням берегів

В Україні селеві потоки спостерігаються в передгірних і гірських районах Карпат та Криму. За своїм складом вони бувають грязеві, грязе - і водокамінні. Утворення їх пов'язане зі зливами і затяжними дощами у горах. Великі об'єми ґрунтів перезволожуються і сповзають по гірських схилах із швидкістю іноді до 80-90 км/год. Селі мають велику руйнівну силу і знищують все на своєму шляху. Катастрофічними вважаються селі з об'ємом виносу від 10000 до 100000 м<sup>3</sup> та повторністю 1 раз на 1-5 років. У Карпатах до районів із значним ступенем селевої небезпеки відносяться Свидовецький Чорнотисенський, Діловецький, Великобичківський, Делятинський Яремчанський та деякі інші райони, в Криму – Уснутсько-Воронський та Ялтинсько-Кастропольський райони. За даними Держкомітету України з геології та використання надр у Криму селевими басейнами зайнято 9 % площі, Закарпатській області – 40 %, Чернівецькій – 15 %, Івано-Франківській – 33 %, Львівській області – 8 % площі [8].

Заходи боротьби з селевими потоками повинні бути спрямовані на попередження концентрації твердих продуктів вивітрювання та зменшення поверхневого стоку на гірських схилах.

До цих заходів відносяться:

1) цілеспрямоване проведення гідротехнічних робіт, зокрема:

а) відвід рідкої складової селей в інші русла або нижчерозташовані геологічні пласти, які мають великий об'єм вільних пор та тріщин. Втративши воду, селевий потік вже не несе небезпеки;

б) відвід селей в каналізаційні русла або лотки, які будують в обхід важливих споруд, або над ними;

в) будівництво різних баражів і загат у руслі можливого руху селей. Це підпірні стінки висотою 2-3 м із отворами для пропускання води;

г) будівництво селесховищ та котлованів;

2) припинення вирубки лісу і чагарників, посадка лісу на гірських схилах;

3) терасування крутих схилів;

4) заборона неорганізованого випасу худоби на схилах, тощо.

Боротьба із сніговими лавинами організовується шляхом створення служби спостереження і оповіщення. Застосовуються

активні методи у вигляді обстрілу загрозливого скупчення снігу з тим, щоб викликати його передчасний обвал.

Одним із найбезпечніших і дуже поширених явищ є зсуви. Явища зсуву спостерігаються, в основному, на косогорах і зв'язані з порушенням рівноваги мас ґрунту внаслідок чого вони сповзають по косогору. Причинами зсуву можуть бути надмірне вологонасичення верхніх шарів, виходи підґрунтових вод у підніжжі схилів, додаткові великі навантаження від збудованих споруд, підмив берегів, процеси, що зв'язані із сезонним промерзанням та відтаненням і т.п. Явищами зсуву охоплені береги каскаду дніпровських водосховищ - Київське, Канівське (до 20 % берегів), Кременчуцьке, Дніпродзержинське (до 50 %), узбережжя Азовського та Чорного морів (в районі Одеси, Маріуполя, Бердянська від 6 до 118 тис.м<sup>2</sup>). Більш ніж на 50 % вражено зсувами схили Дністровського, Тилігульського, Хаджибейського лиманів. Поширені зсуви і на схилах долини р.Прут та його приток. Протяжність зсувонебезпечних схилів тут 4 - 6 км, потужність деформованого горизонту – 12 - 14 м, ураженість зсувами - 60-80% [8].

Найбільш радикальним шляхом боротьби із зсувами є обезводнення зсувонебезпечних схилів шляхом перехоплення поверхневого і ґрунтового стоків.

Великої шкоди наносять процеси руйнування морських берегів та великих водосховищ внаслідок коливання рівнів води. Інтенсивне руйнування берегів (абразія) спостерігається на Чорному (29,9 % довжини берегів), Азовському (58,8 %) морях та водосховищах дніпровського каскаду. Швидкість абразії змінюється в часі і становить 3,3 - 4,2 м/рік. Через такі зміни доводиться переносити залізничні та шосейні дороги, населені пункти. У береговій зоні Криму щорічно зникає 22, між дельтою Дунаю та Кримом - 24, у північній частині Азовського моря - 19 гектарів суші [9].

## 6.6. Захист від повені

За висотою підняття води в річках, розмірами затоплення і величиною збитків повені поділяються на чотири категорії: низькі (незначні), високі, визначні та катастрофічні.

*Низькі* повені охоплюють невеликі території і з незначним підняттям рівня води. Ці повені наносять деяку матеріальну шкоду,

але майже не порушують ритму життя і виробництва. Спостерігаються раз в 5 - 10 років.

**Високі** повені - затоплюється незначна площа, але при цьому іноді суттєво порушується господарська діяльність і життя населення, яке частково евакуується. Такі повені завдають великої матеріальної шкоди. Спостерігаються один раз в 20 - 25 років.

**Визначні** повені - охоплюють цілі річкові басейни, паралізують діяльність і різко порушують умови життя населення. Призводять до масової евакуації людей. Спостерігаються один раз в 50 - 100 років.

**Катастрофічні** повені - спостерігається затоплення величезних територій в межах одного чи декількох річкових басейнів, які викликають величезні збитки та загибель людей. Спостерігаються не частіше одного разу в 100 - 200 років.

Для боротьби з повенями передбачають комплекс заходів, зокрема: будівництво водосховищ, дамб, польдерних осушувальних систем, регулювання малих річок та берегоукріплюючі і спрямні роботи, проведення агротехнічних заходів (посадка лісу і чагарників, снігозатримання, оранка поперек крутих схилів та інше).

## 6.7. Розрахунок дамб обвалування

При проектуванні дамб обвалування потрібно керуватися тим, що затоплення заплави у повінь і горизонтів води між дамбами не повинні перевищувати допустимих значень. Дамби не повинні істотно звужувати русло, бути дуже високими, а також збільшувати швидкість руху талих вод.

При будівництві дамб не повинно втрачатися багато землі, допускати тривале затоплення території заплави.

Відстань між дамбами, або дамбою і високим берегом, визначають, виходячи із допустимої мінімальної висоти дамб, витрати річки, ширини заплави, глибини затоплення заплави до обвалування.

Костяков [5] рекомендував визначати цю відстань таким чином. спочатку визначається витрата паводкових вод за формулою

$$Q = VF, \quad (6.11)$$

де  $Q$  - витрата води в руслі річки;  $F$  - площа затоплення;  $V$  - швидкість води в період повені.

Швидкість води в річці знаходять за формулою

$$V = C\sqrt{RJ}, \quad (6.12)$$

де  $C$  - швидкісний коефіцієнт за Павловським;  $R$  - гідравлічний радіус;  $I$  - похил поверхні заплави. Можна рахувати, що  $R=t$ , а  $F=bt$ , тоді витрата паводкових вод буде дорівнювати:

$$Q = bC\sqrt{(I \cdot t^3)} + Q_0 \quad (6.13)$$

де  $Q_0$  - витрата води в руслі річки до обвалування.

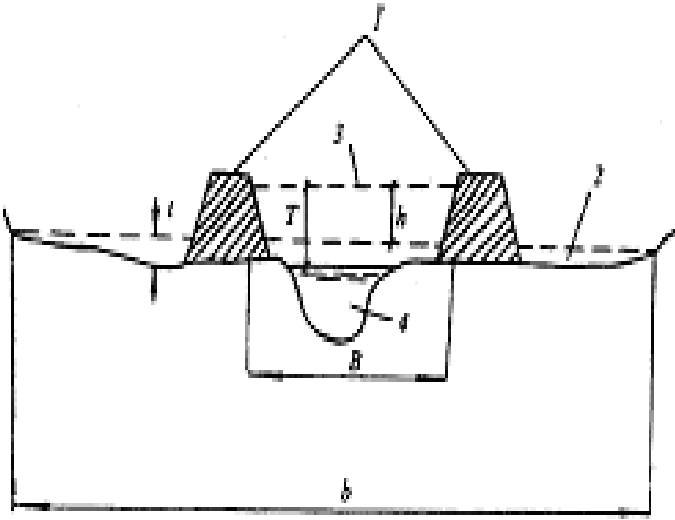


Рис. 6.14. Розрахункова схема визначення відстані між дамбами:

1 - дамби; 2 - глибина води у заплаві до обвалування в період паводка; 3 - глибина води у період наводка після обвалування; 4 - витрата води по руслу річки ( $Q_0$ ).

Позначивши відстань між дамбами  $B$ , а глибину води після обвалування  $T = h+t$ , де  $h$  - підпір, який створюється дамбами, отримують:

$$Q = BC_1\sqrt{Jt^3 + Q_1}, \quad (6.14)$$

де  $Q_1$  - витрата води в річці після обвалування;  $C_1$  - швидкісний коефіцієнт після обвалування;  $t$  - глибина води у заплаві після обвалування. Витрата води у період паводку до і після обвалування однакові, тобто:  $Q_0 = Q_1$ , тоді

$$bC_1\sqrt{(Jt^3)} = bC^3\sqrt{(Jt^3)} \quad (6.15)$$

Звідси  $bC_1/bC = \sqrt{(Jt^3)}/\sqrt{(Jt^3)}; C_1B/Cb = (t/T)^{3/2};$

$$T = (Cb/C_1B)^{2/3} \cdot t \quad (6.16)$$

Середня швидкість течії у стисненому руслі  $V_1 = C_1\sqrt{JT}$ . Підставляючи  $T = (Cb/C_1B)^{2/3} \cdot t$ , отримують швидкість після обвалування:

$$V_1 = C_1\sqrt{(Cb/C_1B)^{2/3} \cdot t} = V(Cb/C_1B)^{1/3}, \quad (6.17)$$

де  $V = C_1\sqrt{t}$ .

Таким чином, швидкість збільшується тим більше, чим менша відстань між дамбами ( $B$ ). Наближено можна рахувати, що  $C=C_1$ , тоді швидкість води у річці після обвалування буде  $V_1 = V(b/B)^{1/3}$ .

Підпір, що утворюється за рахунок обвалування, буде дорівнювати:

$$h = T - t = t[(Cb/C_1B)^{2/3} - 1] \quad (6.18)$$

Величини  $t$  і  $b$  відомі. Тому, задаючись певними значеннями  $h$ , можна визначити  $B_{\text{онт}}$ . Потім знаходять швидкість  $V_1$  і порівнюють із допустимо максимальною швидкістю  $V_{\text{max}}^{\text{дон}}$ , яку встановлюють за табл. 6.5.

Таблиця 6.5

**Максимально допустимі швидкості  $V_{\text{max}}^{\text{дон}}$  за [5]**

Грунт	$V_{\text{max}}^{\text{дон}}$
Мулуватий ґрунт	0,15
Жирна глина	0,30
Пісок	0,45 - 0,70
Галька з камінням	1,90
Задернована поверхня	1,25
Мощення	2,50 - 3,00
Кріплення	1,50-2,00



## **!! Приклад розв'язку задачі**

**Задача 1.** Відомо, що при проходженні повені середня глибина затоплення заплави становить 1,2 м. Ширина заплави 160 м. Середня швидкість води в річці в період повені 0,15 м/с. Визначити оптимальну відстань між дамбами і їх висоту, якщо відомо, що дамби будуть побудовані із глини.

**Рішення.** Оптимальна відстань між дамбами визначається за умови недопущення розмиву дамб, тобто забезпеченні швидкості в стисненому ґрунті менше максимально допустимої ( $V_{\max}^{\text{дон.}}$ ). За табл. 6.9 допустима швидкість для глини 0,30 м/с.

Оскільки наближено можна прийняти швидкість води в стисненому руслі  $V_1 = (V_{\max}^{\text{дон.}}) = V(b/B)^{1/3}$ , то підставляючи значення, отримаємо:  $0,30 = 0,75(160/B)^{1/3}$ . В цьому випадку відстань між дамбами ( $B$ ) повинна бути 20 м, а величина підпору буде  $h = 1,20 \left[ (160 / 20)^{2/3} - 1 \right] = 3,6$  м.

Тоді висота дамби буде  $h_{\text{дамби}} = 1,2 + 3,6 + 0,5 = 5,3$  м. Оскільки висота дамб дуже велика, необхідно дещо збільшити ширину між дамбами  $B_{\text{онт.}}$ . При  $B_{\text{онт.}} = 40$  м висота дамби буде:  $h_{\text{дамби}} = 1,2 + 1,82 + 0,5 = 3,52$  м; При  $B_{\text{онт.}} = 60$  м,  $h_{\text{дамби}} = 1,2 + 0,92 + 0,5 = 2,62$  м.

### **! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

- 1 Пояснити зміст терміну “водна ерозія”.
- 2 Знати види водної ерозії та негативні явища, які вона обумовлює.
- 3 Навести характеристику протиерозійних земельних фондів (зон).
- 4 Перерахувати заходи щодо запобігання і зменшення розвитку водної ерозії.
- 5 Знати порядок обґрунтування протиерозійних заходів.
- 6 Знати як проводиться захист території від повені.

### **Запитання і завдання для самостійної роботи:**

- 1 Наведіть основні фактори, які впливають на характер та інтенсивність водної ерозії.
- 2 Які існують протиерозійні земельні фонди (зони)?
- 3 Як проектується водозатримуючі вали-канави?
- 4 Шляхи боротьби з селевими потоками, зсувами і руйнуванням берегів.
- 5 Наведіть порядок розрахунку дамб обвалування.

#### Література до розділу 6

1. ГОСТ 17.4.4.03 - 86 / СТ СЗВ 5300 - 85 /. Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей / Госуд. ком. СССР по стандартам. - М., 1987. –8 с.
2. Грищенко Ю.М. Комплексне використання та охорона водних ресурсів: Навчальний посібник – Рівне: УДАВГ, 1997. – 247 с.
3. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. - К.: УМК ВО, 1989. - 275 с.
4. Калинин М.И. Лесные мелиорации в условиях зрелищного рельефа. - Львов.: Вища шк., 1982. - 278 с.
5. Костяков А.Н. Основы мелиорации. - 5-е изд. - М.: Сельхозгиз, 1951. - 750 с.
6. Ломакин М.М. Достижения науки и практики в области охраны почв от водной эрозии /ВНИИ Технагропром: - М.,1988. - 63 с.
7. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации /Л.В.Скрипчинская, А.М. Янголь, С.М. Гончаров, С.М. Коробченко. - К.: Вища шк., 1977. - 352с.
8. Стихійні природні та природно-технічні явища на території України// Л.Г. Руденко, В.П. Павленко, О.М. Харитонов та ін.// Укргеографжурнал, 1994. - №1. – 2. С. 9 - 18.
9. Шуйський Ю.Д. Вивчення берегової зони України// Укргеографжурнал. - 1993. - №2. – 2. С. 26 - 32.

## 7. ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ

### 7.1. Домішки і оцінка якості природних вод

Під **якістю** природної води розуміють **сукупність її властивостей**, обумовлених характером і концентрацією домішок, які знаходяться у

воді. Домішки природних вод поділяють на неорганічні і органічні та мікрофлору і мікрофауну.

Академіком Л.А. Кульським розроблена класифікація домішок природних вод на основі їх фазово-дисперсної характеристики, що дозволяє обґрунтувати методи їх усунення (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

**Класифікація домішок води за фазово-дисперсним станом і процеси, що використовуються для усунення домішок [7]**

СИСТЕМА			
Гетерогенна		Гомогенна	
Завись суспензії, емульсії, які обумовлюють мутність води, а також мікроорганізми і планктон	Колоїдні розчини і високомолекулярні сполуки, які обумовлюють окисність і колірність води, а також віруси	Молекулярні розчини /гази, розчинні у воді органічні речовини, які надають їй запаху і присмаку	Іонні розчини /солі, кислоти, основи, які обумовлюють мінералізацію, кислотність або лужність
Групи			
I	II	III	IV
$10^{-2} - 10^{-4}$ см	$10^{-5} - 10^{-6}$ см	$10^{-6} - 10^{-6}$ см	$10^{-7} - 10^{-8}$ см
Механічне безреагентне розділення	Діаліз, ультрафільтрація	Аерація, евапорація, десорбція газів і легких органічних сполук при аеруванні	Гіперфільтрація
Окислення хлором, азотом і ін,	Окислення хлором, азотом і ін.	Окислення хлором, оксидом хлору /IV/, азотом, перманганатом калію	Переведення іонів в малодисоційовані сполуки

## Продовження таблиці 7.1

Адгезія на гідроксидах алюмінію або заліза, а також на зернистих і високодисперсних матеріалах	Адсорбція на гідроксидах алюмінію і заліза, а також високодисперсних глинистих мінералах	Адсорбція на активованому вугіллі і інших матеріалах	Фіксація іонів на твердій фазі іонітів
Флотація суспензій і емульсій	Коагуляція колоїдних систем	Екстракція органічними розчинниками	Сепарація іонів у малодисоційовані сполуки
Агрегація флокулянтами	Агрегація високомолекулярними флокулянтами катіонного типу	Асоціація молекул	Переведення іонів у малорозчинні сполуки
Бактерицидна дія на патогенні мікроорганізми і спори	Вируліцидна дія	Біохімічне розкладання	Виділення іонів металів мікроорганізмами
Електрофільтрація і електроутримання мікроорганізмів	Електрофорез і електродіаліз	Поляризація молекул в електричному полі	Використання рухливості іонів у електричному полі

До **другої групи** домішок відносяться колоїдно - розчинні домішки і високомолекулярні органічні сполуки зі ступенем дисперсності  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  см. Високомолекулярні сполуки можуть утворювати не тільки колоїдні, але й істинні розчини. Проте вони віднесені до другої групи домішок, так як розмір їх частинок відповідає колоїдному ступеню дисперсності і за низкою властивостей розчини цих речовин схожі із колоїдними системами.

До домішок цієї групи відносяться мінеральні і органо-мінеральні частинки ґрунтів і порід, колоїдні сполуки заліза і гумус.

У складі гумусових речовин цієї групи розрізняють колоїдні сполуки гумінових кислот і фульвокислот, які надають воді колірності. Наявність колоїдних домішок збільшує і мутність води, хоча на показник завислих речовин не впливає, так як частинки колоїдного ступеню дисперсності не затримуються фільтром.

До третьої групи домішок відносяться молекулярно розчинні речовини із розміром частинок  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  см, розчинені органічні сполуки (продукти життєдіяльності гідробіонтів, феноли, істинні фульвокислоти). Розчинені гази, головним чином, кисень і

вуглекислий газ, практично завжди знаходяться у природній воді. Розчинений кисень поступає із атмосферного повітря, а також утворюється внаслідок фотосинтезу водоростями органічних речовин (вуглеводів) із неорганічних ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Вміст  $\text{O}_2$  у воді зменшується внаслідок проходження процесів окислення органічних речовин і споживання його живими організмами при диханні.

Різке зменшення вмісту  $\text{O}_2$  у воді в порівнянні із нормальним свідчить про її забруднення.

Розчинність кисню у воді залежить від температури і тиску (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

**Залежність розчинності кисню у воді чистих поверхневих джерел від температури (P=101,325 кПа)**

Температура, °C	Розчинність кисню, мг/л	Температура, °C	Розчинність кисню, мг/л	Температура, °C	Розчинність кисню, мг/л
0	14,6	20	9,1	60	4,8
5	12,8	25	8,3	70	3,9
10	11,3	30	7,5	80	2,9
15	10,1	40	6,5	90	1,6
18	9,5	50	5,6	100	0

**Розчинений вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ )** у воді з'являється внаслідок біохімічних процесів окислення органічних речовин, які містяться у воді та ґрунті, а також дихання водних організмів і виділення його при геохімічних процесах. Залежність розчинності  $\text{CO}_2$  у воді при його рівноважному вмісті представлена в табл. 7.3.

Таблиця 7.3

**Залежність розчинності оксиду вуглецю у воді від температури (P=101,325 кПа)**

Температура °C	Розчинність $\text{CO}_2$ , мг/л	Температура, °C	Розчинність $\text{CO}_2$ , мг/л	Температура, °C	Розчинність $\text{CO}_2$ , мг/л
0	3,371	20	1,723	50	0,866
5	2,808	25	1,511	60	0,719
10	2,360	30	1,324	70	0,625
15	2,001	40	1,055	80	0,552

Оксид вуглецю в поєднанні з гідрокарбонатами обумовлює буферну ємність води.

Крім  $O_2$  і  $CO_2$ , у воді може бути присутній сірководень. **Сірководень** ( $H_2S$ ) зустрічається, в основному, у підземних водах внаслідок процесів відновлення і розкладу деяких мінеральних солей (гіпсу, сірчаного колчедану і ін). У поверхневих водах сірководень майже не зустрічається, так як він легко окислюється. Наявність  $H_2S$  у поверхневих водах свідчить про наявність процесів гниття або скид неочищених стічних вод.

Сірководень надає воді неприємного запаху, який відчувається уже при концентрації 0,5 мг/л, сприяє розвитку корозії трубопроводів і заростанню їх внаслідок розвитку сіркобактерій.

Поява азоту в природних водах зв'язана з поглинанням його із повітря, відновленням сполук азоту денітрифікаторами і розкладанням органічних залишків. Розчинність азоту у воді значно менша, ніж кисню. Але в зв'язку з високим парціальним тиском азоту в повітрі розчинність у природних водах його більша ніж кисню (табл. 7.4).

Метан найчастіше зустрічається у підземних водах внаслідок розкладання мікроорганізмами клітковини рослинних залишків. В поверхневій воді може попадати внаслідок скиду неочищених стічних вод. Вміст метану у природних водах може досягати 70 мг/л.

Домішки третьої групи істотно впливають на якість води, змінюють її органолептичні показники і збільшують величину окисності.

Таблиця 7.4

**Залежність розчинності азоту у воді від температури  
( $P=101,325$  кПаА)**

Температура °С	Розчинність $N_2$ , см <sup>3</sup> /л	Температура, °С	Розчинність $N_2$ , см <sup>3</sup> /л	Температура, °С	Розчинність $N_2$ , см <sup>3</sup> /л
0	23,3	30	12,8	60	8,2
10	18,3	40	11,0	80	5,1
20	15,1	50	9,6	100	0

До четвертої групи домішок відносяться речовини, які дисоціюють у воді на іони, із ступенем дисперсності менше  $10^{-7}$  см

/солі, кислоти, луги, які обумовлюють мінералізацію, кислотність і лужність/.

У більшості випадків в природних водах переважають сім основних іонів -  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$   $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  і  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ . Катіони  $\text{H}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  та інші і аніони  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{HSiO}_3^-$ ,  $\text{VO}_2^-$ ,  $\text{HS}^-$  та інші в природній воді зустрічаються у незначній кількості, проте їх вплив на властивості і якість води іноді дуже великий.

Загальний вміст солей у воді наближено оцінюють за величиною твердого залишку, під яким розуміють суму всіх домішок води, яка визначається випарюванням і наступним висушуванням попередньо профільтрованої проби. Якщо проба не фільтрувалась, то вміст всіх домішок називають сухим залишком.

За вмістом іонів (солей) у воді визначають загальний ступінь її мінералізації (M)

$$M = \sum_{\text{кат}} + \sum_{\text{ан}}, \text{ мг/л} \quad (7.1)$$

де  $\sum_{\text{кат}}$  - сума катіонів, мг/л;  $\sum_{\text{ан}}$  - сума аніонів, мг/л.

Вода електронейтральна, тому суми концентрацій катіонів і аніонів, виражені в мг.екв/л, рівні. Це можна записати у вигляді:

$$[\text{Ca}^{2+}] + : [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+]: +: [\text{K}^+] = [\text{HCO}_3^-]: + [\text{SO}_4^{2-}] : + [\text{Cl}^-] \quad (7.2)$$

Для перевірки правильності визначення величини мінералізації природної води результати перераховують в мекв/л і при цьому суми концентрацій у воді катіонів і аніонів повинні бути рівними:

$$\frac{\text{Ca}^{2+}}{20.04} + \frac{\text{Mg}^{2+}}{12.16} + \frac{\text{Na}^+}{23.0} + \frac{\text{K}^+}{39.0} \dots = \frac{\text{SO}_4^{2-}}{48.03} + \frac{\text{Cl}^-}{35.46} + \frac{\text{HCO}_3^-}{61.03} + \frac{\text{SiO}_2^{2-}}{38.03}$$

При підрахунку необхідно враховувати вміст іонів, концентрація яких перевищує 0,01 мекв/л. Допустимі похибки наведені у розділі "Оцінка якості поливних вод".

Співвідношення вмісту окремих іонів у природній воді залежить від загального вмісту солей. При малій мінералізації води переважають катіони кальцію і аніони гідрокарбонатів. Із підвищенням мінералізації вміст  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  у воді збільшується, а відносний вміст іонів  $\text{Ca}^{2+}$  зменшується, оскільки  $\text{CaCO}_3$  і  $\text{CaSO}_4$  осідають через їх малу розчинність (розчинність  $\text{CaCO}_3$  складає 0,013,  $\text{CaSO}_4$  - 2,020 г/л). Внаслідок кращої розчинності  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{MgSO}_4$  іони  $\text{Mg}^{2+}$  можуть бути у більших концентраціях.

Сумарну концентрацію катіонів кальцію і магнію, виражену в мекв/л, називають загальною твердістю води. Загальна твердість

представляє собою суму карбонатної (тимчасової) і некарбонатної (постійної) твердості.

Карбонатна твердість обумовлена присутністю у воді здебільшого гідрокарбонатів кальцію і магнію, вона майже повністю усувається при кип'ятінні води. Гідрокарбонати при цьому розпадаються з утворенням вугільної кислоти; в осад випадає карбонат кальцію і гідроксид магнію.

Некарбонатна твердість обумовлена присутністю кальційових і магнійових солей сірчаної, соляної та азотної кислот і при кип'ятінні не усувається.

Загальна лужність визначається сумою аніонів слабих кислот, які можуть реагувати з соляною і сірчаною кислотами.

Загальна лужність складається з бікарбонатної, карбонатної і гідратної лужності.

Для характеристики певних властивостей води бажаним є визначення гіпотетичного складу солей, в основу якого покладений принцип послідовного утворення малорозчинних сполук з підвищенням рН води. Гіпотетичний склад солей можна визначити за діаграмою, при побудові якої на двох паралельних шкалах у масштабі відкладаються вміст катіонів і аніонів в мекв/л у такій послідовності: катіони -  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$  аніони -  $\text{HCO}_3^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ . При цьому мається на увазі, що при рН = 8,5...9 осаджується карбонат кальцію, при рН = 10,0 - 10,3 - гідроксид магнію.

Методику розрахунку гіпотетичного складу солей у воді показано на діаграмах 1 і 2, які будуються в певному масштабі, наприклад, в 1 см 1 мекв/л.

За результатами аналізу води складена діаграма 1.

У водні присутні такі солі  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ .

При відомих концентраціях катіонів і аніонів можна вирахувати і концентрації цих солей:

$$S_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = \text{AB}/1000, \text{ г/л}$$

де А - кількість мекв іону, що бере участь в утворенні солі; В - еквівалентна вага іонів, 1000 - перевідний коефіцієнт. Одержані результати для обох іонів додають і отримують вміст солі у воді.



Діаграма 1 (масштаб 1см - 1 мекв/л.)

$Ca^{2+}=a$		$Mg^{2+}=b$		$Na^{+} + K^{+}=c$	
$HCO_3^{-}=d$			$SO_4^{2-}=e$		$Cl^{-}=f$
$Ca (HCO_3)_2 = a$	$Mg(HCO_3)_2 = d-a$	$Mg SO_4 = b-(d-a) = a+b-d$	$Na_2SO_4+K_2SO_4 = b-(a+b-d) = c+d-a-b$	$NaCl+KCl = c-(e+d-a-b) = a+b+c-d-e$	

Діаграма 2 (масштаб 1см - 1 мекв/л.)

$Ca^{2+}=a$		$Mg^{2+}=b$		$Na^{+} + K^{+}=c$	
$HCO_3^{-}=d$	$SO_4^{2-}=e$		$Cl^{-}=f$		
$Ca (HCO_3)_2 = d$	$CaSO_4=a-d$	$Mg SO_4 = e-(a-d) = d+e-a$	$MgCl_2 = b-(d+e-a) = a+b-d-e$	$NaCl+KCl = f-(a+b-d-e) = d+e+f-a-b$	

## 7.2. Показники забруднення вод

Ступінь забруднення вод може характеризуватися за **окремими або комплексними показниками**.

До окремих показників відносяться:

- **Концентрація забруднюючих речовин ( $C_n$ )**, тобто їх кількість в одиниці об'єму води, вимірюється в мг/л або г/м<sup>3</sup>. Одержана концентрація порівнюється з гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин у водних об'єктах, які встановлюються згідно "Санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення". Величини ГДК розроблені для 1345 речовин.

- Вміст розчиненого кисню у воді визначеного йодометричним методом. Результат визначення розчиненого кисню виражається в міліграмах O<sub>2</sub> на 1 л води. Вміст розчиненого кисню у воді залежить від атмосферного тиску, температури, концентрації розчинених солей у ній. За вмістом розчиненого кисню ведеться оцінка якості поверхневих вод, деяких стічних вод, оцінка та контроль роботи станцій біологічної очистки, дослідження корозійних властивостей

води. Кисень зазвичай, не визначається при аналізі питних, підґрунтових і більшості стічних вод.

У поверхневих водах, при нормальному тиску можливий максимальний вміст розчиненого кисню при  $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  - 14,6 мг/л, при  $t = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$  - 9,5 мг/л, а при  $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  - 0 (табл.7.2). Допустимий вміст кисню в поверхневій воді повинен бути не менше 4 мг/л. При концентрації кисню менше 2 мг/л посилюється інтенсивність анаеробних процесів і настає кисневий голод.

- Біохімічне споживання кисню (БСК), тобто кількість кисню, використаного за певний проміжок часу в процесі біохімічного окислення органічних речовин, які містяться у досліджуваній воді.

Величина БСК5 у поверхневій воді змінюється від 0,5 до 4,0 мг/л.

Існує декілька методів визначення БСК. Арбітражним аналізом поверхневих і стічних вод є визначення БСК стандартним методом розбавлення за різницею між вмістом кисню до і після інкубації при температурі  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  без доступу повітря і світла. Термін інкубації 5, 7 або 20 діб. Визначають БСКповне, БСК5, БСК7 та БСК20. БСК один із основних показників органічного забруднення побутових стічних вод, а також стічних вод харчової промисловості.

Допустима величина БСКповн у воді господарсько-питного і культурно-побутового призначення не повинна перевищувати при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  відповідно 3,0 мг  $\text{O}_2$ /л і 6,0 мг  $\text{O}_2$ /л.

- Окислюваність (окисність) це кількість киснюеквівалентна витраті окисника на окислення забруднювачів. У залежності від окислювача розрізняють окисність перманганатну і біхроматну.

Перманганатну окислюваність визначають методом Кубеля. Метод полягає в окисленні речовин присутніх у пробі води розчином перманганату калію у сірчаноокислому середовищі.

Біхроматну окислюваність, яку ще називають хімічним споживанням кисню (ХСК), визначають методом окислення біхроматом органічних речовин (і мінеральних відновлених сполук) при кип'ятінні у присутності сірчаної кислоти, яка складає 50% загальної суміші.

Окислюваність розраховують в міліграмах кисню еквівалентного витраті окислювача на 1 л проби.

Величина ХСК у пунктах господарсько-питного і культурно-побутового призначення не повинна перевищувати відповідно 15,0 мг  $\text{O}_2$ /л і 30,0 мг  $\text{O}_2$ /л.

• Відношення БСК/ХСК може характеризувати стічні води з точки зору можливості їх природної очистки. Воно змінюється у залежності від складу стічних вод. Для побутових вод це відношення 0,80 - 0,85, для стічних вод хімічної промисловості 0,1 - 0,2.

• Органолептичні показники води (колірність, мутність, прозорість, запах, смак і присмак). Колірність води визначається за біхромат-кобальтовою шкалою або за допомогою колориметра фотоелектричного концентраційного (КФК-2).

Мутність залежить від наявності тонкодисперсних домішок у вигляді завислих частинок (піску, глини, мулу, водоростей). Визначається за допомогою КФК - 2.

Прозорість води залежить від її колірності і мутності. Визначається висотою водяного стовпа в см, через який можна прочитати стандартний шрифт. Допускається прозорість 20 см і 10 см для водних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового водокористування.

Запах води викликають пахучі речовини, розчинені солі, органічні сполуки і продукти їх життєдіяльності, які потрапляють до неї природним шляхом і із стічними водами. Інтенсивність запаху води визначається за ГОСТ 3351 - 74 в балах від 0 до 5.

Смакові якості води зумовлені присутністю речовин природного походження або речовин, які потрапляють у воду внаслідок забруднення. Підземні води, що містять тільки неорганічні розчинені речовини, мають специфічний смак, викликаний наявністю сполук заліза, марганцю, натрію, калію, хлоридів і інших елементів. Визначають смак тільки питної води, описують його словесно. Розрізняють чотири основних види смаку: солоний, кислий, гіркий, солодкий. Всі інші смакові відчуття називають присмаками.

Органолептичні властивості води повинні відповідати вимогам, вказаним в табл. 7.5.

Таблиця 7.5

**Нормативи органолептичних показників  
за ДСанПіН "Вода питна"**

Найменування показника	Норматив
Запах при 20° С і при нагріванні до 60°, бали, не більше	2
Смак і присмак при 20° С, бали, не більше	2

Колірність, градуси, не більше	20
Мутність за стандартною шкалою, мг/л, не більше	1,5

• **Гідробіологічні показники** — фіто- та зоопланктон, зообентос, перифітон, вищі водні рослини, індекс сапробності. Індекс сапробності вказує на ступінь забруднення органічними речовинами, а також на наявність токсичних речовин, які впливають на водні організми.

• Загальна кількість сапрофітних бактерій визначається при температурі вирощування + 37° С (ГОСТ 1896-73). Цей показник характеризує пряме споживання бактеріями органічних речовин. Індикаторними показниками фекального забруднення є бактерії групи кишкових паличок. Величина забруднення характеризується величиною колі-титру або колі-індексом (кількість кишкових паличок в 1 л води).

За ДСАНПІН “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарського питного водопостачання” число мікроорганізмів в 1 мл води не повинно бути більше 100, а колі-індекс не більше 3.

В стічних водах колі-титр часто менше 10-6, в чистих водоймах він не знижується менше одиниці.

На сьогодні немає загальноприйнятої оцінки санітарно-екологічного стану поверхневих вод, немає і єдиної методики графічного зображення, яке давало б повну наочну уяву щодо якості води і визначало б тенденції її зміни у часі. Причому оцінка якості вод за окремими показниками є не дуже об'єктивною і наочною. Більш повну уяву про санітарний стан водойм можуть давати лише комплексні показники.

**Принцип групової оцінки** якості води водойм був запропонований Драчевим, який розділив водойми на 5-6 категорій у залежності від запитів учасників ВГК.

Поряд з цим інші автори запропонували характеризувати стан води водойм трьома групами показників: 1) загально-санітарними і органолептичними; 2) токсичними і 3) санітарно-мікробіологічними. В кожній групі виявляється критичний лімітуючий показник. Загально-лімітуючим вважають показник тієї групи, який є визначаючим з точки зору категорії водоспоживання-водокористування. Цей метод є найбільш жорстким. Гранично допустимі показники якості води за загально-санітарними

показниками у порівнянні з "Правилами" дещо модифіковані з урахуванням місцевих умов [8].

**Комплексна оцінка** якості поверхневих вод можлива за допомогою **індекса якості води (ІЯВ)**  $I_{пр}$ , який характеризує сукупність основних показників у залежності від видів водокористування. Розроблені також способи побудови складових індексів: загальносанітарного  $I_{зс}$  і специфічних забруднень  $I_c$  і даний спосіб визначення відповідності числового значення індексу якісного стану водойми при використанні води для різних цілей (табл. 7.6).

**Диференційована оцінка якості води** розроблена на підставі експертних оцінок за п'ятибальною системою (табл. 7.7) [8].

**Комплексна оцінка якості поверхневих вод графічним методом** [8]. Для цього складаються модель-карти якості поверхневих вод, які являють собою колову діаграму зі шкалами-радіусами, ціна поділки яких відповідає максимальному значенню лімітуючого показника якості води (ЛПЯ). Кількість радіусів дорівнює кількості гідрохімічних характеристик, що визначаються. На рис. 7.1 прийнято 10 шкал-радіусів. Серед них ті, що визначають зміст органічної речовини - хімічне споживання кисню за перманганатною окислюваністю; біохімічне споживання кисню п'ятидобове  $BCK_5$ ; вміст біогенних компонентів - азотної групи та фосфатів; газовий режим насичення розчиненим киснем у відсотках та завислі речовини.

Таблиця 7.6

**Стан води і водойм в залежності від їх якості [9]**

Якісний стан води	Індекс якості води			Придатність води при водокористуванні					
	$I_{пр}$	$I_{ос}$	$I_z$	Господарсько-питне водоспоживання	Купання, спорт	Рибне господарство	Промисловість	Водний транспорт	Сільське господарство
Дуже чиста	5	5	5	Придатна після знезараження	Цілком придатна	Цілком придатна	Придатна	Цілком придатна	Цілком придатна
Чиста	4	4-5	4-5	Придатна після хлорування	Теж	Придатна	Теж	Теж	Теж

Помірно забруднена	3	2,5-4	3,5-4	Придатна при стандартному очищенні	Придатна	Теж	Теж	Теж	Теж
Забруднена	2	1,5-2,2	2-3,5	Придатна тільки при спеціальному очищенні у випадку техніко-економічної доцільності	Використання сумнівне	Придатна	Придатна	Придатна	Придатна
Брудна	1	<1,5	<2	Непридатна	Непридатна	Непридатна	Придатна для спеціальних цілей після очищення	Використання небажане	Придатна з обмеженням

За екологічний норматив прийняті характеристики для чистих річок за санітарно-екологічними нормативами (клас 3а), що являє собою центральне заштриховане коло. Фактичне нанесення стану річки на діаграму (у наведеному прикладі р. Десна в її гирлі у літню межень) покаже напрям зміни гідрохімічних характеристик, за якими можна судити про можливі джерела забруднення, а відношення площі, зайнятої діаграмою фактичного забруднення (знятої з допомогою міліметрового паперу), до площі, що зайнята оптимальними значеннями нормованих характеристик, дасть сумарний екологічний коефіцієнт якості води у даному створі спостереження  $K_{ек.в.}$  [8].

Таблиця 7.7

### Диференційована оцінка якості води [9]

Параметри	Вагомість	Бал					0
		5	4	3	2	1	
Колі-індекс	0,18	0-100	100-1000	$10^3-10^5$	$10^5-10^7$	$> 10^7$	0
Запах, бали	0,13	1-2	3	4	5		
БСКз, мг/л	0,12	<1	1-2	2-4	4-10	>10	

рН	0,1	6,5-8	6,5-8,5	5-9,5	4-10	<4, >10
Розчинний кисень, мг/л	0,09	>8	8-6	6-4	4-2	<2
Колірність, град	0,09	<20	20-30	30-40	40-50	>50
Зважені речовини, мг/л	0,08	<10	10-20	20-10	50-100	>100
Загальна мінералізація, мг/л	0,08	<500	500-1000	1000-1500	1500-2000	>2000
Хлориди, мг/л	0,07	<200	200-350	350-500	500-700	>700
Сульфати, мг/л	0,06	<250	250-500	500-700	700-1000	>1000

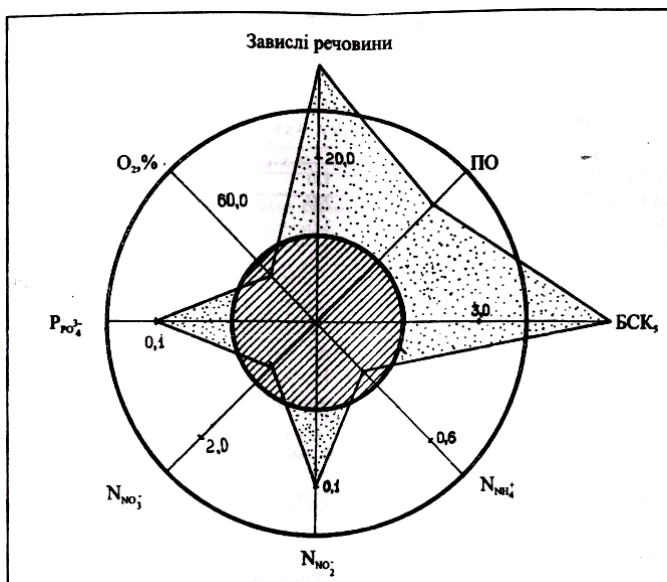


Рис. 7.1. Виведення екологічного коефіцієнта ( $K_{ек-в}$ ) якості води р.Десни у літню межень 1988/89 р. Ціна поділки шкали екологічних радіусів: завислі речовини - 10 мг/л; ПО - 8 мг/л; БСК<sub>5</sub> - 1,5 мг O<sub>2</sub>/л; азот амонійний - 0,3 мг N/л; азот нітратний - 1 мг N/л; фосфати - 0,05 мг P/л; розчинений кисень - 80% насичення. де  $F_{факт.} = 7,45$  - площа діаграми, обмеженої фактичними значеннями гідрохімічних характеристик;  $F_{опт.} = \pi r^2$

Умовні позначення: заштриховане коло - екологічний оптимум; крапкова штриховка - антропогенне забруднення (фактичні дані гідрохімічної зйомки) [8].

За лімітуючі приймають характеристики, які найбільше відповідають даним умовам водокористування: санітарно-гігієнічним, санітарно-екологічним, рибогосподарським, меліоративно-зрошувальним тощо. Для повної оцінки якості води складають окремі діаграми: сольового фону (у випадку скидання дренажних та шахтних вод), бактеріальної забрудненості та гідробіологічних характеристик (колі-титру), загального мікробного числа, гетеротрофної мікрофлори, індексу сапробності (за фітомікробентосом і зоопланктоном); токсичної ситуації (наявність пестицидів, нафтопродуктів, іонів важких металів). Далі окремі коефіцієнти підсумовують і виводять середнє арифметичне як екологічний коефіцієнт якості поверхневих вод (табл. 7.8).

Таблиця 7.8

### Комплексна санітарно-екологічна класифікація поверхневих вод [8]

Ступінь забруднення	Факторні коефіцієнти, виведені за станом			Середній екологічний індекс $K_{EK}$
	санітарно-гідрохімічного режиму, $K_{сан.р}$	біологічного режиму, $K_{б.р.}$	іхтіолого-токсикологічного режиму, $K_{іхт}$	
Допустимий	1,0	1,0	1,0	1,0
Помірний	2,0	2,0	1,5	1,83
Високий	3,0	3,0	2,0	2,63
Дуже високий	>3,0	> 3,0	> 2,0	> 2,63

У рибогосподарській практиці мають місце випадки, коли лише один з лімітуючих показників викликає замор риби. Тоді до загального екологічного коефіцієнта якості води додається 1,0. Наприклад,  $K = 2,0$  Зареєстровано явище замору від дії ДДТ. Загальний  $K_{EK.В} = 2,0 + 1,0 = 3,0$ . Ряд авторів (Гриб і співавтори, 1991, Хамар, 1994) пропонують деякі модифікації для побудови модуль-карт для оцінки якості вод.



### 7.3. Вимоги до якості води

Вимоги до якості природних вод можуть бути дуже різноманітними. Вони залежать від цільового призначення вод, наприклад, господарсько-питного, рибогосподарського, для охолодження паросилового господарства, технологічних цілей промисловості, заводнення нафтових пластів і ін.

Оцінка придатності води для різних потреб проводиться за її фізичними, хімічними та біологічними показниками.

Найбільш вимогливими учасниками ВГК є господарсько-питне водопостачання, рибне господарство, харчова промисловість.

Вибір і оцінка якості джерел централізованого господарсько-питного водопостачання повинні проводитися згідно вимог ГОСТ 17.1.03-77 "Правила вибору и оценка качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения", на підставі комплексної оцінки санітарного стану місця розміщення водозабірних споруд і прилеглої території для підземних джерел, а також вище і нижче водозабору для поверхневих джерел, якості води джерел з урахуванням вимог ДСАНПіН "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарського питного водопостачання", ступеню природної і санітарної надійності і стабільності їх господарсько-побутове водопостачання і рибне господарство санітарного стану.

Господарсько-побутове водопостачання і рибне господарство. Основні вимоги господарсько-побутового водопостачання і рибного господарства приведені в табл. 7.9.

Сільськогосподарське водоспоживання. Вода, призначена для поїння тварин і птиці, повинна, в основному, відповідати вимогам, які пред'являються до води для господарсько-питних цілей. Але для таких показників, як забарвлення, прозорість і запах, вимоги можуть бути дещо знижені. Бажана температура води повинна бути 8 - 15°C. Допустимий ступінь мінералізації визначається її смаковими якостями.

Зрошення водою, яка містить в собі хлорид натрію, сульфат натрію та магнію, приводить до засолення ґрунту. При вмісті у воді помірної кількості сульфату кальцію і карбонату магнію її можна використовувати для зрошення.

Вода для охолодження. Вода, яка використовується для охолодження діючих агрегатів, хімічної апаратури, доменних і мартенівських печей, інструментів, не повинна утворювати відкладів

та біологічних обростань та викликати корозію поверхні. Причиною утворення відкладів є нестабільність складу природної води, наявність у ній неорганічних (піску, мулу, глини), органічних та мінеральних речовин. Вміст заліза повинен бути не більше 0,1 мг/л, карбонатів не більше 2-7 мекв/л.

Таблиця 7.9

**Вимоги до якості води господарсько-побутового водопостачання та рибного господарства**

Показники	Господарсько-побутове водопостачання ДСАНПІН “Вода питна.”	Рибне господарство
1	2	3
Завислі речовини	Не повинно збільшуватись більше, ніж на 0,25 і 0,75 мг/л для водойм відповідно першої і другої категорії	
Плаваючі предмети	Не повинно бути плаваючих плівок, плям мінеральних масел і скупчення інших домішок.	
Запахи і присмаки	Вода не повинна мати запахи і присмаки інтенсивністю більше 2-х балів.	Вода не повинна передавати сторонні запахи м'ясові риб.
Забарвлення	Не повинне виявлятись в стовпчику води висотою 10-20 см відповідно для водойм 1-ої та 2-ої категорії	Не лімітується
Температура	Температура води влітку внаслідок скиду стічних вод не повинна підвищуватись більше ніж на 3° С в порівнянні з середньомісячною температурою води найбільш теплого місяця року за останні 10 років.	Температура води не повинна збільшуватись більше, ніж на 5° у порівнянні з природною температурою водойми з загальним підвищенням температури для холоднокровних риб влітку 20°, взимку - 5°. Для тепловодних – влітку - 28°, взимку - 8°.
Реакція води /РН/	6,5 - 8,5	
Мінеральний склад	Не повинен перевищувати за твердим залишком 1000 мг/л, в тому числі хлоридів – 350 мг/л, сульфатів – 500 мг/л.	Лімітується за показником присмаку

БСК	БСК при температурі 20° С не повинна перевищувати 3 мг/л.	БСК не більше 2 мг/л
Збудники хвороб	Відсутні	
Отруйні речовини	Не допускається вміст вище ГДК	
Розчинний кисень	Не менше 4-х мг/л	Не менше 6-4 мг/л

Оскільки спеціальних норм, що регламентують якість води для охолодження, немає, то вимоги до неї встановлюються в кожному конкретному випадку з урахуванням температури води і охолоджуваної поверхні; величини карбонатної твердості, вмісту заліза, вільної вугільної кислоти, зважених речовин, мікроорганізмів, системи водопостачання (прямоточна або зворотна) і т.і. Але у всіх випадках вона повинна мати як можна нижчу температуру і не створювати сприятливих умов для розвитку біологічних обростань та випадання осаду.

Вода для технологічних цілей промисловості.

Розрізняють воду: а) що застосовується при добуванні, відмиванні, гідротранспортуванні, сортуванні і збагаченні корисних копалин і іншої сировини. У такій воді не допускається вміст низькодисперсних зважених частин: б) що входить до складу продукції.

У другому випадку вимоги до якості води специфічні і диктуються не тільки окремими видами виробництва, але і прийнятою технологічною схемою. У деяких випадках ці вимоги більш високі, ніж ті, що пред'являються до господарсько-питної води.

Вода, яка використовується у бавовняній та паперовій промисловості для відбілювання та фарбування тканин, повинна мати малу здатність до окислення, прозорість  $\geq 30$  см за шрифтом, забарвлення не більше 10...15 град., рН = 7,0 - 8,5, вміст солей заліза не більше 0,1 мг/л. Твердість води для приготування мила, барвників, кислот і лугів не повинна перевищувати 0,18...0,35 мекв/л. Прозорість води, яка застосовується у виробництві шовку, необхідно підтримувати не нижче 30 см за шрифтом, забарвлення - не більше 10 град., рН = 7 - 8,1, вона може містити тільки сліди солей заліза, мати твердість не більше 0,18 мекв/л. Прозорість води, яка застосовується у виробництві штучного волокна, - не менше 40 см за шрифтом, твердість - не більше 0,07 мекв/л, вміст солей задіза - не більше 0,1 - 0,2 мг/л.

Вода для заводнення нафтових пластів. Вода, що закачується, повинна бути сумісною з пластовою водою і не викликати ускладнень при експлуатації систем збору і підготовки нафти. У воді може

знаходиться до 2 мг/л механічних домішок, до 0,5 мг/л заліза, проте в ній не допускається вміст нафтопродуктів. Вимоги до води за твердістю і вмістом кисню нормами не регламентуються. Наявність у воді домішок більше допустимих норм може привести до закупорки пор фільтрувальної поверхні свердловини і зменшення шпаруватості продуктивного шару внаслідок утворення в ньому нерозчинних сполук [7].

#### **7.4. Основні джерела забруднення природних вод**

Основні джерела забруднення поверхневих вод [2, 3]:

- промислові стічні води. При застосуванні прямоточної схеми водопостачання стічні води деяких видів промисловості згубно впливають на водотоки і водойми. Тільки у р. Дніпро на протязі року надходить в тонах: нафтопродуктів - 2840, фенолів - 28, пестицидів - 0,09, СПАР - 280, заліза - 815, міді - 11, цинку - 15, нікелю - 4,3, хрому - 49, ртуті - 0,09;

- комунальні стічні води. Очищується тільки біля 60% стічних вод комунального господарства;

- мінеральні добрива і ядохімікати. Збільшення у водному середовищі органічних і біогенних елементів (N, P, K і ін.) приводить до інтенсифікації процесів евтрофікації річок і водойм, супроводжується погіршенням їх гідрохімічного і гідробіологічного режиму і якості вод в цілому. При цьому спостерігається інтенсивний ріст водної рослинності, синьо-зелених водоростей і планктону.

Надзвичайно шкідливо впливають на навколишнє середовище пестициди. Хлороорганічні пестициди не піддаються біологічному розпаду і зберігаються у прісній і морській воді на протязі багатьох років. Деякі нерозчинні у воді пестициди розчиняються у відходах нафтопереробної промисловості. І замість того, щоб осісти на дно, вони скупчуються на поверхні прісноводних джерел або морів. Таким чином, один вид забруднень сприяє посиленню іншого.

У Нідерландах пестициди знищили один із видів морських ластівок, а водоплавні птахи опинились під загрозою знищення. Навіть невисокі концентрації пестицидів можуть привести до загибелі птахів, оскільки вони накопичуються за трофічним ланцюгом (рис. 7.2).

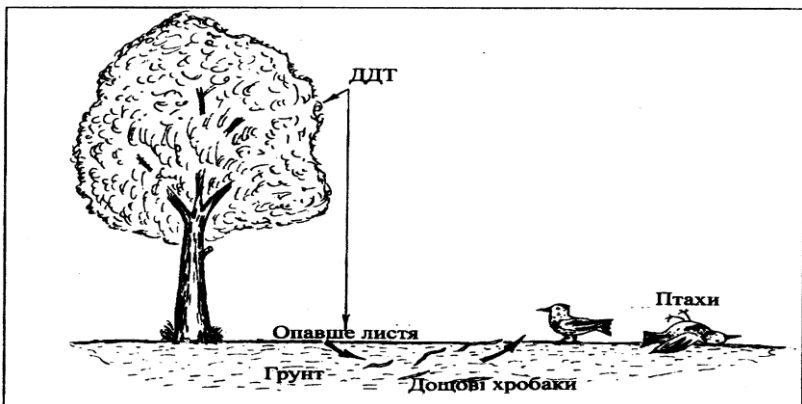


Рис 7.2. Отруєння птахів препаратом ДДТ

Якщо не будуть прийматись відповідні заходи, то пестициди можуть настільки забруднити Світовий океан, що будуть підірвані його біологічні ресурси, які займають у харчуванні людей важливе значення;

- шахтні води, утворюються при гідродобуванні вугілля. Вміст зважених речовин в них обчислюється десятками і навіть сотнями грамів на 1 л відпрацьованих вод;

- стічні води теплових і атомних електростанцій. При скиданні теплих вод порушуються термічний, гідрохімічний і гідробіологічний режим водойм. Спостерігається "цвітіння" води. При розкладанні водоростей утворюються отруйні речовини (фенол, індол), що приводить до загибелі риби, вода стає непридатною для пиття і купання;

- стоки тваринницьких комплексів, зокрема свиноферм. Такі стоки утворюються при гідравлічному способі видалення гною на комплексах з відгодівлі великої рогатої худоби і свиней. Стічні води тваринницьких комплексів різняться за своїм складом. Найбільш раціонально їх використовувати для зрошення і удобрення полів з метою одержання кормів для цих же комплексів. На фермі великої рогатої худоби щоденно утворюється 1 т гноївки від кожної сотні голів. Одна свиноферма на 100 тис. голів за інтенсивністю забруднення води рівноцінна місту з населенням 250 тис. чол.;

- детергенти - речовини, які входять до складу синтетичних миючих засобів. Вони можуть утворювати стійку піну на-віть при їх невеликій кількості. Товщина шару піни може досягати 1 м і більше.

Цієї якості детергенти не втрачають навіть після проходження через очисні споруди і в процесі водопідготовки.

Наявність у воді незначної кількості синтетичних миючих засобів надає їй неприємного смаку і запаху. При концентрації детергентів біля 1 мг/л спостерігається загибель значної частини планктону, 3 мг/л - дафній, 5 мг/л - риби;

- нафта і нафтопродукти найбільше загрожують чистоті водою. Це дуже стійкі забруднювачі, які можуть поширюватись на відстань до 300 км. Легкі фракції нафти утворюють на поверхні води тонку плівку, яка перешкоджає газообміну. Одна крапля нафтового масла утворює при розтіканні по поверхні води пляму діаметром 1,0 - 1,5 м, а 1 т - біля 12 км<sup>2</sup>. Товщина плівки може бути від декількох - десятих мікрона до двох сантиметрів. Товщину у декілька десятих мікрона мають іридізуючі плівки з перевагою червонофіолетових тонів, які спостерігаються на водоймах. При подальшому збільшенні товщини плівка не викликає ефекту іризації і стає брудно-сірою. Під дією вітру плівка переміщується із швидкістю приблизно у два рази більшою у порівнянні із швидкістю переміщення верхнього шару води.

Токсичний вплив нафтопродуктів на ікринки риб відмічається уже при концентрації 0,001 - 0,0001 мг/л. Мальки риби, які потрапили у воду забруднену нафтою, розвиваються патологічно, а потім гинуть. М'ясо риби у таких водах набуває неприємного запаху. Допустимий вміст нафтопродуктів у водних об'єктах рибогосподарського призначення - 0,05 мг/л, господарсько-питного призначення - 0,1 мг/л;

- мольовий сплав лісу. При затопленні деревини спостерігається отруєння води і вона стає мертвою. Ікра і мальки риб, а також кормові безхребетні тварини можуть гинути уже в першу добу сплаву;

- стічні води хімічної промисловості дуже небезпечні. Вони часто містять речовини, які раніше в природі не існували. Одні з них надзвичайно активні у біологічному відношенні, інші дуже стійкі і важко піддаються самоочищенню. Найбільшу небезпеку із металів являє ртуть і її сполуки, особливо метилортути. Спостерігається поступове накопичення її у гідробіонтах та донних відкладах. Середня концентрація ртуті у Світовому океані біля 0,15 мг/л.;

- стічні води целюлозно-паперової промисловості дуже небезпечні бо містять в собі тирсу, деревні волокна, кору, смолу і інші органічні речовини, які поглинають кисень у процесі окислення. Вони засмічують воду, надають їй неприємного запаху і смаку, сприяють розвитку грибкових обростань на дні і берегах;

- радіоактивні відходи. Їх джерело - заводи з очистки уранової руди і переробці ядерного палива для реакторів АЕС, місця захоронення радіоактивних відходів, аварії на виробництвах, випробування термоядерної зброї.

Економічно більш вигідне захоронення радіоактивних рідких, твердих чи газоподібних відходів, ніж їх переробка. Тому часто у погоні за прибутком їх захоронюють в старих шахтах, нафтових свердловинах і інших місцях. Рідкі радіоактивні відходи скидають у контейнерах, або зливають безпосередньо на поверхню морів і океанів. Морська вода викликає корозію металевих контейнерів за 10 років, бетонаних - за 30 років. Крім того, донна течія розбиває контейнери (таке спостерігалось в Ірландському морі, Ла-Манші, Північному морі і т.п.). В Ірландському морі радіоактивними ізотопами забруднені планктон, риби, водорості, а також пляжі.

Встановлено, що в організмах і рослинах накопичуються радіоактивні речовини. Наприклад, у планктоні радіоактивність може бути в 1000 разів вище, ніж у воді, а у китах в 20 - 30 тис. разів. Схема міграції радіонуклідів у водних системах приведена на рис. 7.3. Через радіоактивне забруднення, яке викликане аварією на Чорнобильській АЕС (1986 р.) виникли серйозні проблеми у водоспоживанні у басейні Дніпра.

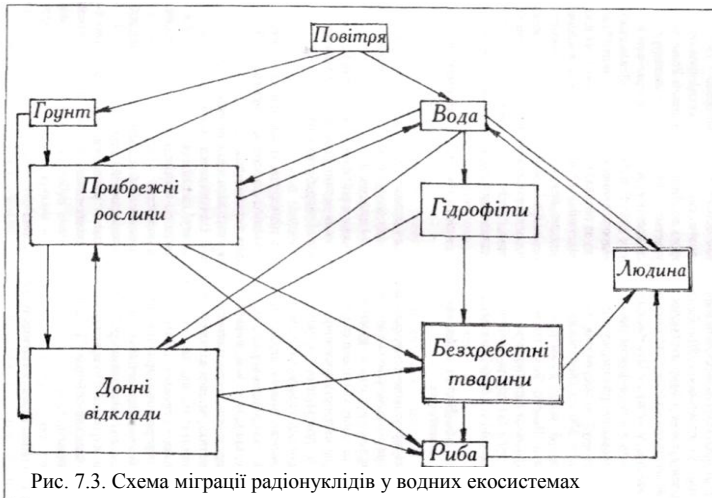


Рис. 7.3. Схема міграції радіонуклідів у водних екосистемах

## 7.5. Вплив забруднень на якість води у водоймах і водотоках

Всі забруднюючі речовини впливають на якість води, зокрема на: а) зміну фізичних властивостей води (порушення первісної прозорості і забарвлення, поява неприємних запахів і присмаків); б) зміну хімічного складу води (поява в ній шкідливих речовин); в) наявність плаваючих утворень на поверхні води і відкладів на дні; г) появу нових бактерій, в тому числі хвороботворних.

За походженням забруднення може бути:

- мінеральним - пісок, глина, шлак, різні руди, мінеральні солі і масла. Це відходи машинобудівних, металургійних, нафтових, нафтопереробних, будівельних, гірничобудівельних і інших виробництв;
- органічним - рослинного (залишки рослин, плодів, овочів, паперу і т.п., які містять велику кількість вуглецю) і тваринного (мускульні і жирові тканини і т.п., які містять багато азоту) походження. Це комунально-побутові стоки, відходи целюлозно-паперових, милошкіряних, м'ясопереробних, харчових і інших підприємств;
- бактеріальним (біологічним) - різноманітні мікроорганізми у вигляді дріжджових і пліснявих грибів, дрібних водоростей і бактерій.

За ступенем окислення забруднюючі речовини бувають легко – (господарсько-побутові і харчові) і важкоокисні (стічні води хімічної промисловості) [2, 3].

### **7.6. Самоочищення природних вод**

Самоочищення водних ресурсів – це природне зниження мінералізації забруднюючих речовин до  $H_2O$ ,  $CO_2$  і інших простих мінеральних сполук під впливом гідродинамічних, біологічних і фізико-хімічних процесів, що протікають у водоймах за участю сонячної радіації, водної рослинності та відстоювання.

Самоочищення не означає очищення води до нульового вмісту хімічних елементів. Відомо, що дистильована вода є токсичною для гідробіонтів, не зважаючи на те, що є "хімічно чистою". Тому кінцевим станом процесу самоочищення є створення біологічно повноцінної води, тобто придатної для існування у ній гідробіонтів і водокористування.

Водна рослинність відіграє велику роль у природному зниженні концентрації забруднюючих речовин. Рослини затримують мулисті частинки механічно, а також сприяють переводу закисних форм металів в окисні, створюють умови підлучення води у процесі



фотосинтезу, що викликає зміну карбонатної рівноваги і сприяє утворенню нерозчинних карбонатів металів, які седиментують у донні відклади.

Водні рослини за умовами зростання поділяються на справжні водні, плаваючі і прибережні.

Справжні водні рослини ростуть на дні водойми, листя їх або знаходиться під водою, або підіймається і плаває на поверхні води, або іноді навіть дещо піднімається над нею (латаття біле - *Nymphaea alba* L., глечики жовті – *Nymphaea luteum* L., водяний горіх плаваючий - *Trapa natans* L.).

Плаваючі водні рослини живуть у неглибоких водах і до моменту цвітіння підіймаються на поверхню. Корені їх не прикріплюються до землі, а плавають у воді, з якої вони і отримують необхідні поживні речовини (ряска триборозенчаста – *Lemna trisulca* L., ряска мала – *Lemna minor* L., спіродела багатокоренева – *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid, водяний різак алоєвидний – *Stratiotes aloides* L., жабурник звичайний – *Hydrocharis morsus-ranae* L., елодея канадська - *Elodea canadensis* Michx., водна папороть - сальвінія плаваюча – *Salvinia natans* (L.) All та ін. Прибережні рослини ростуть на берегах річок і ставків у більш-менш глибокій воді (сусак зонтичний – *Vallisneria spiralis* L., частуха подорожникова – *Aristida plantago-aquatica* L., стрілолист стрілолистий – *Sagittaria sagittifolia* L., бобівник трилистий – *Menyanthes trifoliata* L., схеноплект озерний (куга) – *Scheuchzeria palustris* (L.) Palla., осоки - *Carex*, рогіз вузьколистий - *Typha angustifolia* L., рогіз широколистий - *Typha latifolia* L., купальниця європейська – *Trochilium europaeum* L., очерет звичайний – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud та ін. Більшість водних рослин добре очищають воду від забруднення. Зокрема, очерет звичайний збагачує киснем не тільки воду, але й ґрунт, і тим самим сприяє посиленню процесів окислення. Кисень циркулює у рослині по її порожнистих стеблах, а в корінні по повітряно-провідних паростках. Густе мичкувате коріння рослини, як своєрідний механічний фільтр, затримує зважені у воді частинки і очищує від них воду. Своїм глибоким корінням очерет закріплює береги річок і тим запобігає розмиву русла. Очерет поглинає з води і концентрує у масі свого тіла багато хімічних елементів - азот, фосфор, калій і ін. Один гектар заростей очерету може поглинути і акумулювати у своїй біомасі до 5-6 т різних солей, у тому числі калію - 859 кг/га, натрію - 451, кальцію - 95, магнію - 94, сірки - 277, мінерального азоту - 167, кремнію - 3672

кг/га. Крім того, дуже цінним є те, що очерет може детоксувати різні шкідливі сполуки, а досить високі концентрації таких речовин як аміак, фенол, свинець, ртуть, мідь, кобальт, хром не впливають на його життєдіяльність.

Інтенсивність самоочищення визначається характером забруднення. Встановлено, що у ході бактеріального самоочищення через 24 год. залишається не більш 50% бактерій, через 96 год. - 0,5 %. Ці процеси інтесифікуються влітку і уповільнюються взимку. Так взимку і через 150 год. зберігається до 20% бактерій.

Забруднені води можуть саомочищуватись лише за умови багатократного розбавлення чистою водою (на 1 м3 стоків потрібно не менш 7-12 м3 чистої води). Проте навіть у дуже забруднених водоймах, які образно називають "стічними канавами", за певний проміжок часу іде зниження концентрації забруднюючих речовин.

Процеси самоочищення вивчені ще не у повній мірі, оскільки вони визначаються індивідуальними особливостями водойм і водотоків, які залежать від їх гідрографічних і гідрологічних характеристик, а також показників стічних вод, що скидаються у водойми.

Напрямок і швидкість розпаду забруднень органічного походження залежить від ступеню токсичності речовини і її хімічної структури. Так, органічні сполуки розкладаються при температурній, лужній і кислотній деструкціях, під дією бактерій і гідробіонтів, а забруднення неорганічного походження зменшуються внаслідок нейтралізації (наприклад, кислі води нейтралізуються внаслідок природної буферності водойм), гідролізу (домінуючий процес при самоочищенні вод від іонів заліза, алюмінію і ін.), утворення важкорозчинних сполук (низькі значення розчинності мають більшість сульфідів і гідроксидів металів, ряд солей фосфорної і органічної кислот), а також за рахунок процесів сорбції і осідання на зависях, гідроксидах металів, карбонатах і ін. Процеси сорбції - основні при самоочищенні водойм від іонів міді і цинку, кобальту, нікелю.

Вивчення питань самоочищення ведеться у таких основних напрямках: розробка методики змішування і розбавлення забруднень, які поступають у водойми і водотоки у різноманітних умовах; визначення ролі мікроорганізмів у самоочищенні природних вод; дослідження перетворення забруднюючих речовин у воді і донних відкладах.

Самоочисну здатність водних об'єктів можна оцінити прямими (на основі аналітичного визначення концентрації забруднюючих речовин) та непрямими (за станом водної рослинності та фауни) методами.

За К.Вурманом самоочисну здатність визначають такими параметрами:

1. ступінь самоочищення - це зниження концентрації забруднюючої речовини на певній ділянці водотоку при відсутності додаткового забруднення між ділянками спостереження:

$$S_M = Q/C_1 - C_2 / t, \quad \text{моль/с}, \quad (7.3)$$

де  $Q$  - витрата води, м<sup>3</sup>/с;  $C_1$ ,  $C_2$  - концентрації речовини у верхньому і нижньому створі, моль/м<sup>3</sup>.

2/ швидкість самоочищення - зниження концентрації забруднення за одиницю часу при постійній течії:

$$S_r = \frac{dC}{dt} = \frac{C_1 - C_2}{t} \quad \text{моль/м}^3/\text{с}. \quad (7.4)$$

Визначення самоочисної здатності водотоку за параметрами К. Вурмана можливе за умови зниження концентрації на ділянці між досліджуваними створами, одиничних забруднюючих речовин або у випадку якщо забруднюючі речовини не взаємодіють між собою.

Очисну здатність водного об'єкта визначають відношенням валової первинної продукції ( $\Pi$ ) до сумарної деструкції планктону ( $D$ ), яке називають індексом самоочищення:

$$K = \Pi / D. \quad (7.5)$$

При  $K > 1$  - формується вода доброї якості, при  $K < 1$  - спостерігається погіршення її якості.

Проте практичне використання індекса самоочищення ( $K$ ) є складним завданням із-за необхідності обліку видового складу і чисельності планктонних організмів, визначення структури популяцій, типу і інтенсивності живлення окремих груп гідробіонтів.

### 7.7. Умови скиду стічних вод у водні об'єкти

Умови скиду стічних вод у водні об'єкти визначаються згідно "Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотніми водами" (1999) з урахуванням [10]:

а) ступеню можливого змішування і розбавлення стічних вод з водою водного об'єкту на шляху від місця випуску стічних вод до розрахункового (контрольного) створу.

б) якості води у водоймах вище місця скиду стічних вод.

в) нормативів якості води водних об'єктів відповідно до виду водокористування.

У контрольному створі або створі достатнього перемішування склад і властивості води у водних об'єктах повинні відповідати нормативам. На водотоках наступний пункт водокористування повинен знаходитись в одному кілометрі за течією від контрольного створу (рис. 7.4).

Стічні води можуть бути найрізноманітнішими за складом, що визначається видом продукції і застосованою технологією. Їх дія різна. Тому всі забруднюючі речовини за своєю дією поділяють на 4 групи лімітуючих ознак шкідливості (ЛОШ): санітарно-токсикологічна, рибогосподарська, органолептична, загальносанітарна.

Крім цього існують загальносанітарні (інтегральні) показники (ЗСП) якості води, такі як: завислі речовини; рН, лужність і ін.

За кожною ЛОШ і ЗСП якості води склад і властивості водних об'єктів не повинні перевищувати нормативів.

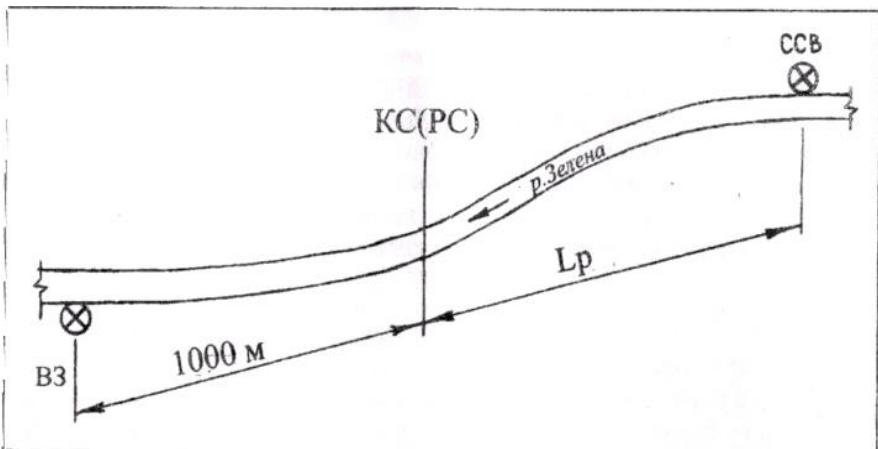


Рис. 7.4. Схема розрахунку місця розташування водозабору ССВ - місце скиду стічних вод в річку; КС (РС) – контрольний (розрахунковий) створ; ВЗ - водозабір

Якщо у водний об'єкт надходить декілька речовин з різними лімітуючими ознаками шкідливості для речовин 1 і 2 класу шкідливості (з урахуванням домішок, які є у річковій воді), тоді сума відношень цих концентрацій ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ), кожної із речовин у водному об'єкті до відповідних гранично-допустимих концентрацій (ГДК) не повинна перевищувати одиниці.

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1. \quad (7.6)$$

Склад і концентрація забруднюючих речовин ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) у стічних водах орієнтовно можна встановити за видом продукції і технологічною схемою виробництва [7].

$$\sum_{i=1}^n C_i / ГДК_n \leq 1$$

У випадку, якщо відношення  $\sum_{i=1}^n C_i / ГДК_n$  не виконується, це свідчить про те, що стічні води скидати в річку не можна.

Тоді необхідно зменшити концентрацію забруднень на очисних

спорудах до таких концентрацій, щоб відношення  $\sum_{i=1}^n C_i / ГДК_n \leq 1$  виконувалось. При цьому необхідно враховувати можливості підприємств і існуючих способів очистки.

Водоприймач володіє найціннішою властивістю самоочищення, тобто природного зниження концентрації забруднень.

Процес самоочищення можна розділити на дві стадії: перемішування забрудненого струменя і власне самоочищення. Інтенсивність самоочищення залежить від багатьох факторів: властивостей забруднення, характеристик водоприймача (швидкість течії, глибина, витрата і т.п.).

На протязі року витрати стічних вод можна рахувати більш-менш постійними, в той час як стік річки сильно змінюється. Тому і умови змішування стічних вод з водою річки будуть змінюватись. Найбільш несприятливі умови складаються в період мінімального стоку річок. Тому перевірку умов змішування потрібно здійснювати для меженого періоду року 95% забезпеченості.

Розрахунок виконується з урахуванням фонові концентрації забруднюючих речовин, гідрологічних і гідрохімічних особливостей водного об'єкта, а також можливого ступеня розбавлення стічних вод і самоочисної здатності водоприймача. При цьому у розрахунковому

(контрольному) створі повинна бути забезпечена допустима концентрація речовин.

Максимально допустиму концентрацію забруднюючих речовин у стічних водах, які скидаються у водотоки, можна визначити за формулою

$$C_{cm}^{\max} = \frac{\alpha Q_{\min}^{95\%}}{Q_{cm}} / C_1 - C_p / + C_1, \quad (7.7)$$

де  $C_p$  - фонові концентрації забруднення у водотоці, мг/л;  $C_1$  - визначена допустима концентрація забруднення з урахуванням їх сумарної дії за однією ЛОШ.  $Q_{ст}$  - витрата стічних вод, м<sup>3</sup>/с;  $Q_{\min}$  - витрата води у водотоці у меженний період у рік 95%-ої забезпеченості;  $\gamma$  - коефіцієнт змішування, який визначається за формулою

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{Lp}}}{1 + \frac{Q_{\min}^{95\%}}{Q_{cm}} e^{-\alpha \sqrt[3]{Lp}}}, \quad (7.8)$$

де  $L_p$  - відстань до контрольного створу, м. Згідно „Правил” відстань до контрольного створу для об’єктів господарсько-побутового призначення повинна складати:

$$L_p = L_b - 1000, \text{ м.} \quad (7.9)$$

а, - коефіцієнт, який враховує гідравлічні фактори змішування

$$\alpha = K_{з.в} \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{\frac{V_c \cdot H_c}{200 \cdot Q_{cm}}}, \quad (7.10)$$

де  $K_{зв}$  - коефіцієнт звивистості річки;  $\varepsilon$  - коефіцієнт, який залежить від місця скиду стічних вод у річку;

$$K_{зв} = \frac{L}{l}, \quad (7.11)$$

де  $L$  - фактична довжина річки, км;  $l$  - довжина водозбору в км;  $\varepsilon$  - коефіцієнт, що враховує місце випуску стічних вод. При випуску біля берега  $\varepsilon = 1$ , при випуску в місці найбільших швидкостей  $\varepsilon = 1,5$ .  $H_c$  -

середня глибина води в річці, м;  $V_c$  - середня швидкість течії води в

$$V_c = \frac{Q_{\min}^{95\%}}{w_c} = \frac{Q_{\min}^{95\%}}{H_c B}, \text{ м/с} \quad (7.12)$$

річці, м/с  
де  $B$  - ширина річки, м. У випадку, коли  $V_c < 0,2$  м/с, то це означає, що витрати в річці невеликі, тоді потрібно виконати регулювання річки і здійснити попуски із ставків, щоб забезпечити швидкість не менше 0,2 м/с.

Концентрація забруднень у створі достатнього перемішування ( $C_n$ ), тобто там, де концентрація забруднюючої речовини є рівномірною і є меншою ГДК, знаходиться за формулою

$$C_n = C_p Q_{\min}^{95\%} + C_{cm} Q_{cm} / (Q_{\min}^{95\%} + Q_{cm}), \quad (7.13)$$

де  $C_p$  - фонові концентрації забруднювача, мг/л;  $C_{cm}$  - концентрація забруднення у стічних водах, мг/л.

За даними рівняння 7.13 будують модель забруднення поверхневих вод, на якій відображають зміну концентрації забруднюючої речовини ( $C$ , мг/л) у точках скиду (1, 2, 3, гирло) та клас якості води (I-VI) (рис.7.5).

Кратність розбавлення стічних вод у розрахунковому створі визначається за формулою

$$n = \frac{a Q_{\min}^{95\%} + Q_{cm}}{Q_{cm}}. \quad (7.14)$$

Гранично допустимий скид визначаємо за формулою

$ГДС = Q_{ст} \cdot C_{махст}$ . Показник розбавлення стічних вод з водами річки дорівнює:

$$\eta = \frac{C_{cm}^{max} - C_n}{C_{cm}}. \quad (7.15)$$

Якщо на річці є водозабір, то необхідно, щоб відбулось не тільки змішування стічних вод до граничних концентрацій, але й виконувалась умова  $L_v \geq L_p + 1000$ , м.

Віддаль до створу достатнього перемішування, на якому спостерігається задане розбавлення ( $\eta$ ), знаходять за формулою

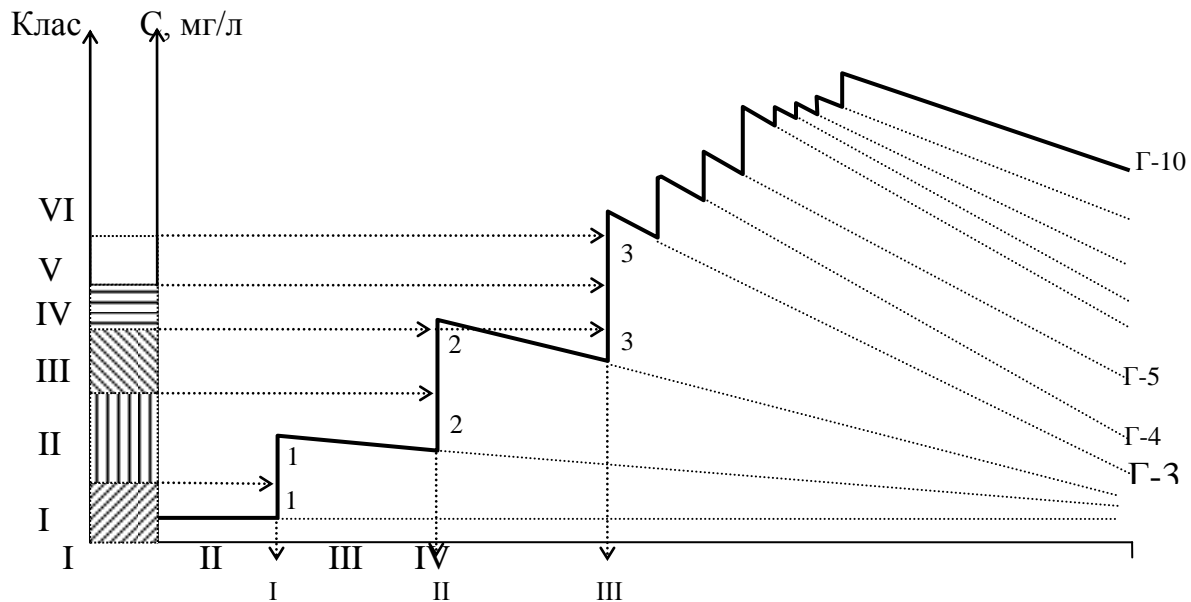
$$L_p = \frac{0.14 Q_{cm} \sqrt{\frac{N}{h}}}{\eta (Q_{\min}^{95\%} + Q_{cm}) K_{36}} B, \quad (7.16)$$

де  $\eta$  - показник розбавлення стічних вод;  $K_{зв}$  - коефіцієнт звивистості річки;  $N$  - коефіцієнт залежний від коефіцієнта Шезі ( $C \approx 0,5/c$ ).

Коефіцієнт Шезі для даної ділянки можна визначити за значеннями

$$V_c, H_c: \quad C = \frac{V}{\sqrt{H_c i}} \quad (7.17)$$





**Рис.7.5. Модель забруднення поверхневих вод в басейні річки**

За значенням  $C$  знаходимо  $M$  - функцію коефіцієнта Шезі, який має розмірність  $m^{0,5}/c$ :

$$\begin{aligned} \text{при } 10 < C \leq 60 & \quad M = 0,7C + 6 \\ \text{при } C > 60 & \quad M = \text{const} = 48 \end{aligned} \quad (7.18)$$

Коефіцієнт  $N$  визначається за формулою

$$N = M \cdot C / g, \quad (7.19)$$

де  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ . Величина  $h$  вираховується за формулою

$$\bar{h} = \frac{H_c}{B},$$

(7.20)

де  $H_c$  - середня глибина річки, м;  $B$  - ширина річки, м.

Згідно [10] повинна виконуватись умова:  $L_p \leq L_b - 1000$ , м.

Якщо  $L_p > L_b - 1000$ , то це свідчить про те, що концентрація забруднюючих речовин у контрольному створі буде вища ГДК. У цьому випадку необхідно намітити заходи щодо зниження концентрації стічних вод, які скидаються у річку, що дозволить

зменшити концентрацію забруднень до допустимих меж ( $C_{cm}^{don}$ ). Ця концентрація встановлюється таким чином. Замість віддалі  $L_p$  в формулу (7.17) підставляється  $L_p = L_b - 1000$ , м і знаходиться новий показник розбавлення  $\eta$ :

$$\eta' = \frac{0.14 Q_{cm} \sqrt{\frac{N}{h}}}{L_p Q_{min}^{95\%} + Q_{cm}} K_{36}. \quad (7.21)$$

З іншого боку показник розбавлення також дорівнює:

$$\eta' = \frac{C_{cm}^{max} - C_n}{C_{cm}}; \quad C_{cm}^{don} = (C_{cm}^{max} - C_n) / \eta' \quad (7.22)$$

Звідси можна визначити величину зниження концентрації забруднення у стічних водах:

$$C_{cm}^{зниж} = C_{cm} - C_{cm}^{don}, \text{ мг/л.} \quad (7.23)$$

Необхідний ступінь очищення стічних вод визначається за формулою

$$E = \left( \frac{C_{cm} - C_{cm}^{don}}{C_{cm}} \right) 100\% \quad (7.24)$$

### 7.8. Заходи щодо охорони водних ресурсів від забруднення

Запобігання забрудненню водних ресурсів - це складне завдання, яке може бути вирішене тільки шляхом застосування комплексу заходів, які включають у себе:

- очистку промислових і комунальних стічних вод;
- зменшення забруднення атмосфери;
- проектування протиерозійних заходів;
- поліпшення розробки і використання природних ресурсів;
- проектування санітарно-гігієнічних і адміністративних заходів.

Очистка стічних вод.

Стічні води очищають механічними, хімічними, фізико-хімічними і біологічними методами. Для ліквідації бактеріального забруднення застосовується знезараження стічних вод (дезинфекція).

Механічна очистка використовується для усунення із стічних вод нерозчинних домішок. Грубі домішки більше 5 мм затримуються на решітках, більш дрібні уловлюються ситами. Для затримання мінеральних забруднень стічних вод, переважно піску, служать пісколовки, для вилучення забруднень, які спливають на поверхню - жироловки, масло-, нафто-, смоловловлювачі. У відстійниках осідають зважені частинки з густиною більше одиниці. Легкі речовини спливають на поверхню води відстійників. Механічна очистка забезпечується зниженням зважених речовин до 90 %, а органічних речовин до 20 % (таб. 7.12).

До хімічної очистки відносяться методи коагуляції і нейтралізації.

Метод коагуляції. При добавленні у стічні води солей амонію, заліза, магнію, шлакових відходів, а також різноманітних видів фокулянтів відбувається осідання нерозчинних колоїдних і частково розчинних речовин. При цьому деякі нерозчинні речовини переходять у нешкідливі розчинні.

Таблиця 7.12

**Ступінь очищення (%) промислових вод різними методами**

Метод очищення	Ступінь очищення, %	
	за сумою нерозчинних речовин	за величиною БСК <sub>5</sub>
Механічний /відстоювання/	60-90	30-40
Хімічний /коагуляція, нейтралізація з наступним відстоюванням/	80-85	40-50
Фізико-хімічний /електростатичний, іонний обмін, сорбція/	90	50-75
Біологічний	90	80-90

**Метод нейтралізації** - підлучення і підкислення середовища з допомогою реагентів у цілях досягнення  $pH = 6,5 - 8,5$ . Реагенти зі стічними водами змішуються в особливих змішувачах. Відпрацьовані реагентами забруднювачі осідають у спеціальних відстійниках. На практиці застосовуються такі способи нейтралізації як взаємна нейтралізація кислих і лужних вод, нейтралізація реагентами (розчини кислот, негашене вапно, гашене вапно, аміак).

Фізико-хімічна очистка проводиться методами: а) флотації - пропускання через стічні води повітря, бульбашки якого при русі угору захоплюють забруднюючі речовини; б) сорбції - здатність поглинати забруднюючі речовини і акумулювати їх на своїй поверхні; в) екстракції - введення у стічні води речовин, які здатні розчинити забруднюючі речовини, що у ній знаходяться; г) евапорації - пропуск через нагріту стічну воду водяної пари; д) іонообмін - поглинання забруднюючих речовин при фільтруванні через іонообмінні смоли; е) електролізу - пропуск через стічні води електричного струму в електролізерах.

Біологічна очистка проводиться методом біологічного окислення забруднень у природних умовах (на землеробських полях зрошення - ЗПЗ, полях фільтрації (ПФ) чи біологічних ставках (БС)), а також у штучних умовах (біологічних фільтрах і аеротенках). Ефективність біологічної очистки досить висока (табл. 7.13).

На ЗПЗ вирощуються кормові культури і трави, а на ПФ не вирощується нічого. Очищення від забруднень проходить у процесі фільтрації стічних вод через ґрунт. Шар ґрунту 80 см забезпечує надійне очищення.

Таблиця 7.13

**Ефективність різних методів очистки стічних вод  
(за Львовичем, 1977)**

Метод очистки	Зменшення вмісту, %							
	БСК <sub>5</sub>		Зважених речовин		К-сть колоній (бактерій)		Яєць гельмінтів	
	межа коливань	В середньому	межа коливань	В середньому	межа коливань	В середньому	межа коливань	В середньому
механічна (відстійники)	25-40	32,5	40-70	55,0	25-75	50,0	72-97	84,5
Біологічні фільтри	65-95	80,0	65-92	78,5	90-95	92,5	22-26	24,0
Станція аерації (аеротенки)	50-95	72,5	80-95	87,5	90-98	94,0	0	0
Поля фільтрації	90-95	92,5	85-95	90,0	95-98	96,5	-	-

\* за 100% прийнято вміст (за кожним показником) у неочищених стічних водах.

**Біологічні ставки** - неглибокі земляні резервуари (0,5-0,1 м), в яких проходять ті ж самі процеси, що і при самоочищенні водою. Влаштовують їх східчасто, тобто вода із верхнього ставка самопливом поступає у нижній.

**Біофільтри** - очистка здійснюється через шар крупнозернистого матеріалу у спеціальних спорудах - біофільтрах. Поверхня зерен вкрита біохімічною плівкою, яка заселена аеробними мікроорганізмами. Сутність очистки так ж, як на ЗПЗ і ПФ, але тут біохімічне окислення проходить значно швидше.

**Аеротенки** - витягнуті у плані залізобетонні резервуари, через які повільно рухаються стічні води, змішані із стисненим повітрям і активним мулом. Стиснене повітря поліпшує перемішування стічної рідини з активним мулом, що активізує процеси розкладу. Аеротенки дають можливість регулювати очистку і доводити її до необхідної кондиції.

Після біохімічної очистки в цілях знищення бактерій воду хлорують, обробляють бактерицидними променями і т.п.

Особливі методи і споруди застосовуються для обробки і знезараження осаду, який утворюється при різних способах очистки вод на очисних каналізаційних станціях. Осад випадає у первинних і вторинних відстійниках, потім поступає у метатенки, де проходить його збродження. Для прискорення процесу збродження осад підігривається і перемішується. Горючий газ метан, що виділяється при збродженні, збирається у газгольдерах і використовується як паливо. Зброджений осад вивозиться на мулові ділянки. Зневоднений осад використовується як добриво.

Забруднення атмосфери зменшується шляхом установки газо-, золо- і пилоуловлювачів, а також різного обладнання для рекуперації відходів.

Противерозійні заходи розглянуті в розділі 6.

Поліпшення розробки і використання природних ресурсів включає обов'язкове очищення баластних вод при добуванні нафти, недопущення проривів нафти із свердловин, виключення аварійних скидів, раціональну розробку корисних копалин, тощо.

Санітарно-гігієнічні і адміністративні заходи - це встановлення водоохоронних зон, прибережних захисних смуг та зон санітарної охорони.

Згідно Водного кодексу України (ст. 87) водоохоронні зони призначені для "створення сприятливого водного режиму водних об'єктів, попередження їх забруднення, засмічення і вичерпання, знищення навколводних рослин і тварин, а також зменшення коливань стоку вздовж річок, морів та навколо озер, водосховищ і інших водойм" [1].

Водоохоронні зони є природоохоронною територією з обмеженою господарською діяльністю. У водоохоронних зонах не допускається використання стійких та сильнодіючих пестицидів, влаштування кладовищ, скотомогильників, звалищ сміття, полів фільтрації, нафтосховищ та автозаправних станцій, розміщення великих тваринницьких комплексів та ферм, складів мінеральних добрив і отрутохімкатів. У межах водоохоронних зон категорично забороняється скидання неочищених стічних вод у балки, пониззя, кар'єри, а також у потічки.

У водоохоронній зоні обмежується внесення мінеральних добрив, зокрема забороняється авіавнесення добрив. Проектуються

протиерозійні лісомеліоративні, агротехнічні і організаційно-технічні заходи з метою підтримання сприятливого режиму річок і водойм, поліпшення їх санітарного стану і попередження їх замулення та забруднення добривами, отрутохімікатами і біогенними речовинами.

Водоохоронні зони річки розміщуються у гідрографічному протиерозійному фонді і включають у себе заплавні землі, схили більше 5°, які прилягають до заплави, та балки, що впадають у річкові долини, а також осушені землі, дренажно-поверхневий стік з яких попадає в річку.

У водоохоронні зони водосховищ включаються схили, балки, які безпосередньо прилягають до водойм, а також схили і днища балок вище водойми на відстані не менш 2 км. При розміщенні каскаду ставків з відстанню між ними не більш 5 км у водоохоронну зону включається також схили і днища балок між цими ставками.

Прибережні захисні смуги (ст. 88 Водного кодексу України) є природоохоронною територією і створюються з метою охорони поверхневих водних об'єктів від забруднення і засмічення та збереження їх водності вздовж річок, морів і навколо озер, водосховищ та інших водойм у межах водоохоронних зон [1].

Прибережні захисні смуги встановлюються по обидва береги річок та навколо водойм уздовж урізу води (у меженний період) шириною:

для малих річок, струмків і потічків, а також ставків площею менше 3 гектарів - 25 метрів;

для середніх річок, водосховищ на них, водойм, а також ставків площею понад 3 гектари - 50 метрів;

для великих річок, водосховищ та озер - 100 метрів.

При крутизні схилів більше трьох градусів мінімальна ширина прибережних захисних смуг подвоюється. При наявності вздовж русел річок захисних лісових насаджень або заростей чагарнику шириною 9-12 м межа смуги суміщається їх верхньою межею. На присадибних ділянках прибережна смуга може не виділятися, а проектується алейні насадження дерев або чагарників. Якщо в заплаві розміщені сіножаті шириною до 100 м для річок довжиною до 100 км і 150 м для річок довжиною більше 100 км, то вони відносяться до прибережної смуги. Якщо їх ширина більша, тоді прибережні смуги встановлюються для річок до 100 км шириною 50 м, для річок довжиною більше 100 км - до 100 м. Біля витоків річок прибережні смуги встановлюються максимальних розмірів.

В межах прибережних захисних смуг, річок, островах та навколо водойм забороняється (ст.89 Водного кодексу України):

- розорювання земель (крім підготовки ґрунту для залуження і заліснення), а також садівництво та городництво;
- зберігання та застосування добрив і пестицидів; влаштування літніх таборів для худоби;
- будівництво будь-яких споруд (крім гідротехнічних, гідрометричних та лінійних), у тому числі баз відпочинку, дач, гаражів та стоянок автомобілів;
- миття та обслуговування транспортних засобів та техніки;
- влаштування звалищ сміття, гноєсховищ, накопичувачів рідких і твердих відходів виробництва, кладовищ, скотомогильників, ПФ тощо.

Уздовж морів та навколо морських заток і лиманів виділяється прибережна захисна смуга шириною не менше двох кілометрів від урізу води. Ця смуга може використовуватись лише для будівництва санаторіїв та інших лікувально-оздоровчих закладів, з обов'язковим централізованим водопостачанням і каналізацією. У прибережній захисній смузі забороняється:

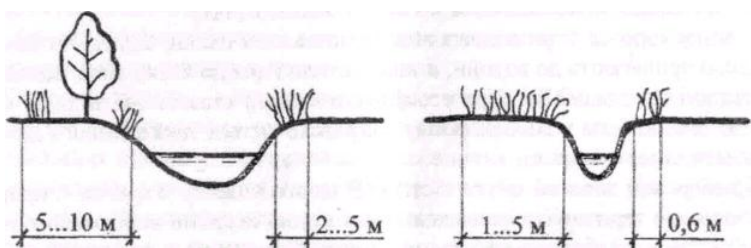
- застосування стійких та сильнодіючих пестицидів;
- улаштування полігонів побутових та промислових відходів і накопичувачів стічних вод;
- влаштування вигребів для накопичення господарсько-побутових стічних вод обсягом більше 1 м<sup>3</sup> на добу;
- улаштування ПФ та створення інших споруд для приймання і знезараження рідких відходів.

При проектуванні осушувальних систем необхідно передбачити вздовж каналів залужену смугу шириною до 1 м. Біля великих каналів і в руслах маленьких річок ширина прибережної смуги повинна бути 1-5 м (рис. 7.6).

Рослинність цієї смуги захищає водні об'єкти від замулення, коріння дерев і чагарників закріплюють ґрунт і частково запобігають вимиванню з них поживних речовин.

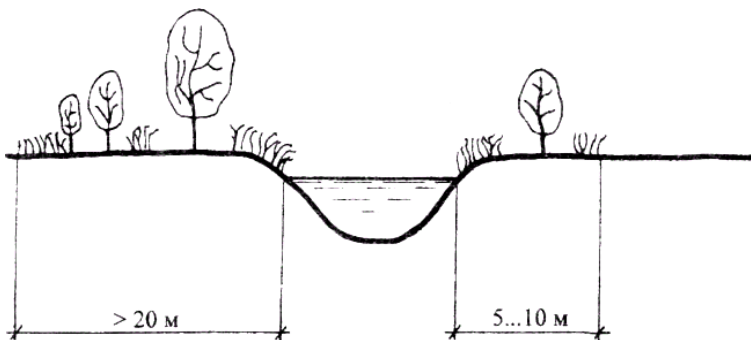
На осушувальних системах при впадінні їх у водойму доцільно влаштовувати біоінженерні споруди з водною рослинністю зокрема, з очеретом звичайним (*Phragmites australis.*), рогозом широко - і вузько-листим (*Thypha latifolia L., T.angustifolia L.*) і ін., які добре поглинають забруднюючі речовини.





а) струмок

б) колектор



в) річка

### Рис. 7.6. Ширина прибережної смуги

Крім того, потрібно розуміти, що водоохоронні зони і прибережні смуги можуть слугувати також екологічними коридорами, і тим самим сприяти збереженню біологічних видів. Деревя, чагарники і лучна рослинність сприяють гніздуванню і розмноженню птахів і комах, дають притулок птахам.

Рослинність прибережних смуг повинна бути ярусною і складатись із дерев, чагарників, багаторічних трав і злакових рослин. Як правило, дерева повинні рости на південному боці берега, щоб максимально затіняти води. З іншої сторони, щоб менше затіняти поле, висока рослинність повинна бути розміщена ближче до русла. Деревя, крім того, своєю кореневою системою закріплюють русло і ґрунт.

Прируслові лісосмуги формуються із чорної і сірої вільхи /*Alnus glutinosa*, *A. incana*/, верби /*Salix L.*/, горобини /*Sorbus aucuparia L.*/ . Займати береги суцільним чагарником недоцільно, але продумані

посадки чагарників збагачують пейзаж і роблять його більш привабливим.

Ширина прируслових лісосмуг приймається у залежності від стійкості берегів річки, а також від ландшафтно - структурної частини річки і її довжини (табл. 7.14).

Таблиця 7.14

**Ширина прируслових лісосмуг залежно від типу руслових берегів**

Ландшафтно-структурна, частина річки і її довжина, км	Тип руслових берегів, м			
	Стійкі	Розмиваються		Намивні
		у нижній частині	по всьому профілю	
Виток, до 10	6-10	-	-	-
Верхня, 11 - 25	10-25	11-13	13-15	10-11
Середня, 26 - 50	12-14	14-17	17-20	12-14
Нижня, більше 50	15-20	20-25	25-30	15-20

**Зони санітарної охорони** водних об'єктів влаштовуються у районах забору води для централізованого водопостачання населення, лікувальних і оздоровчих потреб.

Згідно СНиП 2.04. 02-84 зони санітарної охорони повинні включати: 1) зону джерела водопостачання у місці забору води (яка складається із трьох поясів: першого - суворого режиму, другого і третього - режимів обмежень); 2) зону, у яку входять санітарно-захисна смуга водопровідних споруд (насосних станцій, станцій підготовки води, смностей) і санітарно-захисна смуга водопроводів. Межі зон санітарної охорони встановлюються окремо для поверхневих і підземних джерел водопостачання, майданчиків водопровідних споруд і водопроводів [7].

Межі зон санітарної охорони водних об'єктів встановлюються місцевими Радами народних депутатів на їх території за погодженням з державними органами санітарного нагляду, охорони навколишнього природного середовища, водного господарства та геології.

Режим зон санітарної охорони водних об'єктів встановлюються Кабінетом Міністрів України (ст.93 Водного кодексу України).

**Задача 20.** Перевірити правильність виконання аналізу, результати якого приведені нижче:

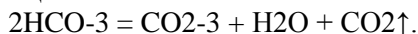
Концентрація, мг/л:

Ca <sup>2+</sup>	- 54	
Mg <sup>2+</sup>	- 17	
Na <sup>+</sup>		- 74
K <sup>+</sup>	- 11	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	- 205	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		- 123
Cl <sup>-</sup>	- 56	

твердий залишок	- 480
загальна твердість	- 4,12 мекв/л
карбонатна твердість	- 3,37 мекв/л

Рішення. Необхідно перевірити правильність виконання аналізу в ув'язці між собою окремих показників:

1. Необхідно співставити величину твердого залишку з сумарною масою всіх іонів. При цьому кількість бікарбонатів необхідно прийняти рівним половині концентрації за аналізом, так як при визначенні сухого залишку бікарбонати переходять у карбонати за реакцією:



Тоді  $(205:2) + 123 + 56 + 56 + 17 + 74 + 11 = 437,5$  мг/л.

Згідно аналізу сухий залишок складає 480 мг/л. Різниця між експериментально вичисленим сухим залишком і вирахованим складає  $480 - 437,5 = 42,5$  мг/л. Таке розходження є допустимим (до 10%).

2. Оскільки вода електронейтральна, тоді сумарна концентрація катіонів повинна бути рівною сумі концентрацій аніонів.:  $\Sigma K = \Sigma A$ , тобто

$$n\text{Ca}^{2+} + n\text{Mg}^{2+} + n\text{Na}^{+} + n\text{K}^{+} = n\text{HCO}_3 + n\text{SO}_4 + n\text{Cl}^-$$

$$\frac{54}{20,04} + \frac{17}{12,16} + \frac{74}{22,9} + \frac{11}{39,1} + \frac{205}{60,98} + \frac{123}{48,03} + \frac{56}{35,4}$$

$$\Sigma K (7,6) \approx \Sigma A (7,5)$$

3. Загальна твердість, яка знайдена аналітично, повинна бути рівною твердості, вирахованій за результатами аналізу води на вміст

кальцію і магнію. Концентрація цих катіонів буде:  $54:20,04 + 17:12,16 = 2,69 + 1,40 = 4,09$  мекв/л. Загальна твердість визначена аналізом 4,12 мекв/л. Різниця 0,03 мекв/л є допустимою похибкою при аналізі.

4. Результат визначення карбонатної твердості може бути перевірений таким чином. Сума концентрацій кальцію і магнію дорівнює 4,09 мекв/л. Концентрація іонів  $\text{HCO}_3^-$  складає  $205:61,018 = 3,36$  мекв/л. Таким чином,  $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] > [\text{HCO}_3^-]$ .

При цій умові карбонатна твердість дорівнює концентрації бікарбонатних іонів, тобто 3,36 мекв/л. За даними аналізу карбонатна твердість дорівнює 3,37 мекв/л, тобто знаходиться в межах допустимого.

Таким чином, перевірка показала, що всі показники якості води визначені досить точно.

Задача 21. Розрахувати склад гіпотетичних солей у воді за даними попередньої задачі.

Розрахунок гіпотетичних солей виконується за діаграмою. Масштаб 1см – 1,0 мекв/л.

$\text{Ca}^{2+} = 2,69$	$\text{Mg}^{2+} = 1,40$	$\text{Na}^{2+} = 3,23$	$\text{K}^+ = 0,28$
$\text{HCO}_3^- = 3,36$	$\text{SO}_4^{2-} = 2,56$	$\text{Cl}^- = 1,58$	

Можливе утворення таких солей:  $\text{Ca}/\text{HCO}_3/2 = 2,69$  мекв/л = 0,2179 г/л;

$\text{Mg}/\text{HCO}_3/2 = 0,67$  мекв/л = 0,0489 г/л;  $\text{Mg}/\text{SO}_4 = 0,73$  мекв/л = 0,0462 г/л;  $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 1,83$  мекв/л = 0,1299 г/л;  $\text{NaCl} = 1,40$  мекв/л = 0,0819 г/л;  $\text{KCl} = 0,18$  мекв/л = 0,0134 г/л. Загальна мінералізація 0,5382 г/л.

**Задача 22.** Дати заключення щодо можливості скиду стічних вод заводу з виробництва двоокису титану у річку Голубу, яка має мінімальну витрату води в рік 95% - забезпеченості –  $30 \text{ м}^3/\text{с}$ , ширину 100м, середню глибину 1,2м, коефіцієнт звивистості 1,1. Фонова концентрація забруднень у річці характеризується такими показниками: завислі речовини – 12 мг/л,  $\text{БСК}_n = 2,0 \text{ мгO}_2/\text{л}$ ,  $\text{pH} = 6,8$ , сульфати – 20 мг/л. Місце водозабору розташоване на віддалі 16 км вниз по річці. Скид стічних вод здійснюється біля берега. Витрата стічних вод  $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

**Рішення.** Встановлюємо склад і концентрації забруднюючих речовин в стічних водах заводу з виробництва двоокису титану [12]: температура -  $30^\circ\text{C}$ ;

завислі речовини – 6950 мг/л;

pH – 2-3;

H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> – 17800 мг/л;

FeSO<sub>4</sub> – 5050 мг/л;

NaCl – 620 мг/л;

TiO<sub>2</sub> – 785 мг/л;

Інші сульфати – 1065 мг/л.

Оскільки вміст H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> та FeSO<sub>4</sub> лімітується за величиною pH та концентрацією сульфатів, то виконуючи перерахунок вказаних речовин, отримуємо загальний вміст сульфатів у стічних водах (H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> = 17436,7 мг/л, FeSO<sub>4</sub> = 3189,5 мг/л, інші сульфати 1065 мг/л) 21691,2 мг/л.

Забруднюючі речовини групуємо за відповідними ЛОШ і ЗСП, встановлюємо відповідні величини ГДК і знаходимо співвідношення:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1$$

Результати розрахунків зводимо у табл.7.15.

Таблиця 7.15

### Результати розрахунків

Показники забруднення стічних вод і водоприймача	Концентрація забруднюючих речовин, мг/л			ГДК, мг/л	$\frac{C_1}{ГДК_1}$
	стічні води	водоприймач	сумарна		
1	2	3	4	5	6
1. Загально санітарні показники якості води (ЗСП)					
Завислі речовини	6950	12	6962	12,25	568,3
pH	2 - 3	7	-	6 - 7	
2. Санітарно- токсикологічна ЛОШ					
NaCl	620	-	620	0,2	3100
3. Загально санітарна ЛОШ					
TiO <sub>2</sub> (по титану)	459	-	459	0,1	4590
4. Органолептична ЛОШ					
Сульфати	21691,2	20	21711,2	500	43,4

Дані табл. 7.15 свідчить про те, що скидати стічні води без попереднього очищення не можна. Але з урахуванням процесів

самоочищення у річці можливий скид стічних вод певної концентрації. Результати розрахунків проводимо тільки за титаном.

Найперше визначимо максимальну допустиму концентрацію титану у річці:

$$C_{\max}^{Ti} = \frac{0,669 \cdot 30}{0,6} (0,1 - 0) + 0,1 = 3,45 \text{ мг/л}$$

При  $\gamma = 0,669$ ;  $\alpha = 0,189$ .

Концентрація титану у створі достатнього змішування:

$$C_{II}^{Ti} = \frac{0,030 \cdot 459,06}{30 + 0,6} = 9 \text{ мг/л,}$$

що значно вище ГДК = 0,1 мг/л.

Визначимо показник розбавлення титану у стічних водах з водами річки Голубої:

$$\eta = \frac{C_{\max}^{Ti} - C_{II}^{Ti}}{C_{CT}^{Ti}} = \frac{3,45 - 9}{459} = -0,012,$$

тобто розбавлення спостерігатись не буде. Тому потрібно у створі достатнього перемішування концентрацію прийняти рівною ГДК, тобто 0,1 мг/л.

Якщо виходити з того, що у контрольному створі концентрація повинна бути меншою ГДК = 0,1 мг/л, то коефіцієнт розбавлення буде дорівнювати:

$$\eta = \frac{3,45 - 0,1}{459} = 0,0075$$

Тоді допустима концентрація титану у стічних водах буде визначена з рівняння:

$$C_{II}^{Ti} = \frac{C_p^{Ti} \cdot Q_{\min}^{95\%} + C_{CT}^{Ti \text{дон}} \cdot Q_{CT}^{\text{дон}}}{Q_{CT} + Q_{\min}^{95\%}}$$

Оскільки фонова концентрація титану у річці Голубій  $CT_{ip} = 0$ , то

$$C_{cm}^{Ti \text{дон}} = \frac{0,1 \cdot 30,6}{0,6} = 5,1 \text{ МГ/Л}$$

Це означає, що попередньо потрібно понизити концентрацію титану в стічних водах з 459 мг/л до 5,1 мг/л.

Перевіряємо, чи виконується умова згідно “Правил”. Відстань від контрольного створу до водозабору повинна бути не менш 1000 м. Визначаємо відстань до контрольного створу:

$$L_p = \frac{0,14 \cdot 0,6 \sqrt{\frac{172}{0,012}}}{0,0075(30 + 0,6) \cdot 1,1} \cdot 100 = 3982,7 \text{ М.}$$

Умова  $L_v > L_p + 1000\text{м}$  виконується.

Тоді величина зниження концентрації титану у стічних водах буде дорівнювати:

$$C_{CM}^{\text{зниж}} = C_{CM}^{\text{Ti}} - C_{CM}^{\text{Пдон}} = 459 - 5,1 = 453,9 \text{ мг/л.}$$

Для інших забруднень розрахунки ведуться аналогічно (табл. 7.16).

### **! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

- 1 Пояснити якими показниками визначається ступінь забруднення вод.
- 2 Знати характеристику чотирьох груп домішок.
- 3 Пояснити процес самоочищення природних вод.
- 4 Перерахувати нормативи органолептичних показників.
- 5 Перерахувати умови скидання стічних вод у водні об'єкти.
- 6 Знати заходи щодо охорони водних ресурсів від забруднення.

### **? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

- 1 У чому полягає оцінка придатності води при водокористуванні?
- 2 Які основні показники забруднення поверхневих вод?
- 3 Наведіть перелік основних джерел забруднення природних вод та їх характеристику.
- 4 Які існують класифікації природної води за різними ознаками?

## Розрахунок необхідності зниження концентрації забруднення вод

Гідрологічні характеристики річки	Основні розрахункові характеристики	Дані щодо забруднення														
		$Q_{ст}$ , м <sup>3</sup> /с	Назва забруднювача	$C_p$	$C_{ст}$	$C^{доп}$	ГДК	$\frac{C_n}{C_n}$	$\eta$	$L_p$ м	$L_b$ м	$L_p'$ м	$\eta'$	$C^{доп}_{ст}$	$C^{зн}$	$E_1$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$Q^{95\%}_{min} = 30 \text{ м}^3/\text{с}$ $V_{сп} = 0,25 \text{ м}^3/\text{с}$ $H_{сп} = 1,2 \text{ м}$ $B = 100 \text{ м}$ $K_{зв} = 1,1$	$L = 0,189$ $E = 1$ $A = 0,669$ $N = 172$	0,6	Завислі речовини	12	6950	20,51	12,25	$\frac{148}{12,25}$	-0,018 0,0012	10300	16000	15000	0,0019	4400	225,0	37
			Титан	0	459	3,45	0,1	$\frac{9}{0,1}$	-0,012 0,0075	3982	16000	15000	-	5,1	453,9	99
			Сульфати	20	21691	16538	500	427,3	0,74	40,42	16000	15000	-	21702	-	-
			NaCl	-	620	5,16	0,2	$\frac{21,16}{0,2}$	-0,011 0,008	3733	16000	15000	-	620	-	-



## Література до розділу 7

1. Водний кодекс України. // Голос України. - 1995. - 20 липня.
2. Грищенко Ю.М. Комплексне використання та охорона водних ресурсів: Навчальний посібник – Рівне: УДАВГ, 1997. – 247 с.
3. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. - К.: УМК ВО, 1989. - 275 с.
4. Держвані гігієнічні нормативи. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), Київ, 1997.
5. ДСанПіН. “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання”. Затв. наказом МОЗ України №з83 від 23.12.96.
6. ДСТУ 2730-94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії.
7. Кульський Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. -2-е изд. перераб. и доп. - К.: Вища шк., 1986. - 352 с.
8. Малі річки України: Довідник / А.В. Яцик, Л.Б. Бишовець, Є.О. Богатов і ін; /За ред. А.В. Яцика. - К.: Урожай, 1991. - 296 с.
9. Охрана водных ресурсов / И.И.Бородавченко, Н.В. Зарубаев, Ю.С.Васильев и др. - М.: Колос, 1979. - 247 с.
10. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотніми водами (Затв. постановою КабМіну України від 25.03.1999, №465.)
11. СанПиН №4630-88. Санитарные правила и нормы. Охрана поверхностных вод от загрязнения.
12. Укрупнённые нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. 2 изд. переработанное. - М.: Стройиздат, 1982, 528 с.

## **8. ВПЛИВ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

### **8.1. ВПЛИВ ЗРОШЕННЯ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ**

Зрошення – найбільш радикальний і ефективний спосіб зміни екологічних умов існування природних екосистем і створення штучних високопродуктивних агробіоценозів.

Сучасні зрошувальні системи складаються з цілого комплексу споруд: греблі, водозабору, зрошувальної та дренажної системи, доріг та лісосмуг. При створенні їх проводиться планування території, а при експлуатації вносяться підвищені дози мінеральних добрив. Таким чином, у природні екосистеми добавляються не тільки нові елементи, але й спостерігається їх часткове, а іноді і повне руйнування. Це проявляється у зміні едафічних умов, зокрема у зміні сольового режиму, фізичних, фізико-хімічних, біологічних (табл.8.1) і інших властивостей ґрунту, зміні рівня і мінералізації ґрунтових вод, температурного, водного і поживного режимів ґрунту, клімату приземного шару повітря. **Аборигенні види флори і фауни** або пристосовуються до нових штучно створених екологічних умов, або вибирають для свого проживання нові ділянки (цілинні чи богарні), або зовсім щезають.

Таблиця 8.1

**Біологічна активність темно-каштанового солонцюватого ґрунту Причорноморського степу України [5]**

Глибина, см	Зменшення сухої ваги тканини через 140		
	цілина	ячмінь	рис
0-10	18,0	42,9	97,2
10-20	39,7	50,0	94,2
20-30	48,6	60,0	87,2
30-40	42,9	63,0	67,2
40-50	25,8	33,0	49,0
Середнє в орному шарі (0-20)	28,8	46,5	95,75
Середнє в шарі (0-50 см)	35,0	49,8	69,0

Разом з тим на зрошуваних землях з'являється мезофільна (вологолюбива) рослинність і різко збільшується кількість бур'янів. На зрошуваних землях підвищується рівень ґрунтових вод (іноді зі швидкістю 3-4 м/рік), що викликає заболочення і вторинне засолення [4].

Ці зміни будуть спостерігатись тим яскравіше, чим більше вихідні екологічні умови будуть відрізнятись від створюваних. Так, при вирощуванні культури затоплюваного рису в Причорноморському степу України різко змінюється характер природних екологічних факторів, що діяли у минулому на формування екосистем цієї

території, зокрема, змінюється зволоженість території, температура повітря, води і ґрунту [4]. Зміна природного водного режиму ґрунтів супроводжується різким порушенням рівноваги в системі "ґрунт-вода-солі" і відповідно перерозподілом водорозчинних солей, зміною мінералізації і хімічного складу порових розчинів і ґрунтових вод у результаті процесів дифузії, розчинення і іонообмінної сорбції. Під культурою рису встановлюється промивний водний режим, що веде до зміни балансу солей, органічних, мінеральних речовин, енергії і в цілому ґрунтоутворюючого процесу. Величина цих змін визначається тим, наскільки вихідні природні екологічні умови відрізняються від новоутворених екологічних умов. Так, на темно-каштанових ґрунтах півдня України, які утворились в умовах автоморфного і напівгідроморфного режиму, при вирощуванні культури затоплюваного рису інтенсивно розвивається елювіальний процес, а на каштаново-лугових ґрунтах, які утворились в умовах періодичного надмірного зволоження і близького залягання ґрунтових вод, цей процес ослаблений і, навпаки, більш інтенсивно проходить глеєвий процес. Крім того, при розорюванні цілинних земель змінюється видовий склад рослин і біологічна активність ґрунту, що супроводжується інтенсивним розкладанням органічної речовини. Якщо основу цілинного рослинного покриву складають такі види, як солонець трав'янистий (*Salicornia herbacea* L.), нетреба колюча (*Xanthium spinosum* L.), кермек Мейера (*Limonium meyeri* L.), волошка розлога (*Centaurea diffusa* Lam.), хрінниця смердюча (*Lepidium ruderae* L.), полин сантонінський (*Artemisia santonica* L.), нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.) і інші, то на рисових масивах описані зовсім інші угруповання, серед яких зустрічаються болотні види, такі як бульбокомиш морський (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, очерет звичайний (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud), рогіз вузьколистий (*Typha latifolia* L.), та спеціалізовані бур'яни - плоскуха рисова (*Echinochloa oryzoides* L.), монохорія Корсакова (*Monochoria korsakovii* L.) і інші (табл.8.2) [4].

Зрошувальні системи впливають також на екосистеми прилеглих територій. При скиді із зрошувальних територій дренажних вод у річку, в ній змінюються екологічні умови, зокрема, мінералізація води. Мінералізація річкової води нижче зрошуваного масиву у басейні річки знаходиться за формулою

$$M_{зам} = \frac{M_{поч}Q_P + M_{ск}Q_{ск}}{Q_P + Q_{ск}}, \text{ г/л} \quad (8.1)$$

де  $M_{поч}$ . - початкова мінералізація річкової води у верхньому створі, г/л ;  $Q_P$  - витрата води у нижньому створі, м<sup>3</sup>/с;  $M_{ск}$ . - мінералізація скидних вод із зрошуваного масиву, г/л;  $Q_{ск}$  — витрата скидних вод, м<sup>3</sup>/с.

Таблиця 8.2.

**Види взаємодії зрошення з різними природними умовами [7]**

Вид зміни природних умов	Найменування змін природних умов	Дія	
		позитивна	негативна
Стабільні слабкеровані	Зміна клімату	+	
	Зміна характеру рослинності	+	
	Зміна мікроорганізмів	+	
	Зміна тваринного світу	+	
		+	-
Стабільні, керовані	Зниження сили вітру	+	
	Зміна мікроклімату	+	
	Зміна стоку річок	+	-
	Зміна непродуктивного випаровування	+	
Нестабільні керовані	Зміна ґрунтового покриву	+	-
	Зміна рівня і режиму ґрунтових вод	+	-
	Зміна мінералізації ґрунтових вод	+	-
	Зміна вологості зони аерації	+	-
	Зміна мінералізації річкової води	+	-
	Зміни воднофізичних властивостей ґрунтів	+	-
	Зміна запасів солей в зоні аерації	+	-
	Ерозія схилів		-

Прогнозну мінералізацію у замикаючому створі річки можна визначити басейновим способом розрахунку мінералізації річкової води за формулою [10]:

$$M_{прог.} = M_{поч.} + \alpha F_{зр.}, \quad (8.2)$$

де  $m_{прог.}$  і  $M_{поч.}$  - мінералізація річкової води відповідно на прогностичний і початковий період, г/л;  $\alpha$  - інтегральний ландшафтно-геохімічний показник, який залежить від ступеня засолення зрошуваних ґрунтів, ґрунтових вод і витрат води у річці (табл.8.3);  $F_{зр}$  - сучасна чи прогностична зрошувана площа у басейні річки, тис.га.

Інтегральний ландшафтно-геохімічний показник басейну річки розраховується за формулою

$$\alpha = \frac{M_{зам} - M_{поч}}{F_{зр}}, \quad (8.3)$$

де  $m_{зам.}$ ,  $M_{поч.}$  - середньорічна мінералізація води відповідно у замикаючому і початковому створах, г/л;  $F_{зр}$  - зрошувана площа, тис.га.

Таблиця 8.3

Орієнтовні значення інтегрального ландшафтно-геохімічного показника у залежності від розрахункових значень: початкових витрат води, ступеню засолення зрошуваної території (переважно для земель сульфатного і хлоридно-сульфатного засолення) (за [10])

Початкова витрата в річках, зрошувачах, колекторах, м <sup>3</sup> /с	Ступінь засолення ґрунтів і порід				
	незасолені	слабозасолені	середньозасолені	сильнозасолені	солончаки
1	2	3	4	5	6
1	0.161	0.6385	0.95	1.9	4.16
5	0.031	0.077	0.18	0.37	0.78
10	0.016	0.0038	0.095	0.20	0.42
15	0.011	0.026	0.065	0.13	0.26
20	0.0079	0.019	0.048	0.094	0.20
30	0.0053	0.013	0.032	0.064	0.13
40	0.0040	0.0095	0.025	0.048	0.10
50	0.0032	0.0076	0.019	0.038	0.08
60	0.0026	0.0064	0.016	0.032	0.067
70	0.0023	0.0054	0.014	0.027	0.057
80	0.0020	0.0048	0.012	0.024	0.049
100	0.0016	0.0038	0.0095	0.019	0.040

120	0.0013	0.0032	0.0080	0.016	0.033
150	0.0011	0.0025	0.0064	0.013	0.026
200	0.0008	0.0019	0.0048	0.0095	0.020
250	0.00063	0.0015	0.0038	0.0076	0.016
300	0.00053	0.0013	0.0032	0.0064	0.013
400	0.00040	0.00095	0.0025	0.0048	0.010
500	0.00032	0.00076	0.0019	0.0038	0.008
600	0.00026	0.00064	0.0016	0.0032	0.0067
700	0.00023	0.00055	0.0014	0.0027	0.0057
800	0.00020	0.00048	0.0012	0.0024	0.0049
900	0.00018	0.00042	0.0011	0.0021	0.0044
1000	0.00016	0.00038	0.00095	0.0019	0.0040
2000	0.000080	0.00019	0.00048	0.00095	0.0020

При визначенні прогнозної мінералізації дренажних вод зрошуваного масиву коефіцієнт  $\alpha$  дорівнює:

$$\alpha = \frac{M_{кол} - M_{зр}}{F_{дрен}}, \quad (8.4)$$

де  $M_{кол}$  і  $M_{зр}$  - мінералізація води відповідно у колекторі і зрошувачі, г/л;  $F_{дрен}$  - площа дренажу, тис.га.

Прогнозна мінералізація в колекторі дорівнює

$$M_{прог} = M_{поч\ скид} + \alpha \cdot F_{дрен}, \quad (8.5)$$

Винос у річку окремих компонентів мінеральних добрив із зрошувальної площі, буде дорівнювати:

$$B = Y b F \text{ кг}, \quad (8.6)$$

де  $Y$  - прогнозна урожайність культури, ц/га;  $b$  - середній питомий винос компонента, який визначений для різних басейнів річок країни (кг/ц) в залежності від вирощуваних культур і виду сільсько-господарського освоєння земель, кг/ц. (Методические указания по состоянию схем охраны вод малых рек. РД 33-5.3.02-84) (табл. 8.4);  $F$  - площа ділянки, га.

Таблиця 8.4

Середній питомий винос біогенних речовин і пестицидів із меліорованих та богарних земель, кг/ц

Забруднюючі речовини	Меліоровані землі			Богарні землі		
	зернові культури	технічні культури	овочі	зернові культури	технічні культури	овочі
1	2	3	4	5	6	7
Басейн Дніпра						
Азот	0,14	0,02	0,04	0,12	0,02	0,05
Фосфор	0,005	0,0006	0,002	0,08	0,01	0,02
Хлороорганічні пестициди	0	0	0	0,0001	0,0001	0,0004
Фосфороорганічні пестициди	0,00008	0,00002	0,00005	0,0003	0,0001	0,0001
інші пестициди	0,00006	0,002	0,0003	0,0004	0,0002	0,003
Басейн Сіверського Донця						
Азот	0,009	0,001	0,002	0,16	0,02	0,03
Фосфор	0,0003	0,0001	0,002	0,04	0,006	0,008
Хлороорганічні пестициди	0	0	0	0,0001	0,0002	0,0002
Фосфороорганічні	0	0	0	0,00007	0,000001	0,00001

пестициди						
інші пестициди	0,00004	0	0,00001	0,0001	0,00001	0,00002
Басейн Південного Бугу						
Азот	0,15	0,02	0,04	0,38	0,05	0,07/0,01
Фосфор	0,01	0,002	0,004	0,06	0,007	0,0004
Хлороорганічні пестициди	0	0	0	0,0003	0,0003	0,003
Фосфороорганічні пестициди	0,001	0,0001	0,0003	0,002	0,003	0,001
інші пестициди	0,02	0,0002	0,0004	0,908	0,001	
Басейн Дніпра						
Азот	0,41	0,06	0,12	0,26	0,03	0,04
Фосфор	0,0002	0,0003	0,0006	0,002	0,002	0,002
Хлороорганічні пестициди	0	0	0	0,0009	0,0001	0,0002
Фосфороорганічні пестициди	0,00007	0,00001	0,00002	0,0005	0,0007	0,0009
інші пестициди	0	0,0002	0	0,01	0,001	0,0004



## 8.2. ВПЛИВ ОСУШЕННЯ НА ВОДНИЙ РЕЖИМ І СТІК РІЧОК

Осушення боліт і інших перезволожених земель істотно змінює природні умови не тільки осушеного масиву, але і прилеглих до нього територій [1, 2, 3]. Проте в літературі дані про це часто суперечливі. Це зв'язано як з великою різноманітністю екологічних умов осушених масивів, так і з недостатнім рядом спостережень.

Відмічено такі загальні тенденції змін екологічних умов осушених територій:

- підвищення ступеню дренажу водозбірних басейнів;
- збільшення швидкості добігання снігових і дощових вод до водоприймача, що приводить до збільшення витрат води у ньому;
- зниження рівня ґрунтових вод у межах осушувального масиву, а також на прилеглих територіях;
- зміна умов випаровування;
- зміна величини стоку, особливо якщо осушена територія займає значну частину водозбору. Стік основних річок України після осушення практично не змінився. Якщо і спостерігається незначна зміна річного стоку, то у напрямку збільшення приблизно на 1-2%, іноді на 3%, що лежить у межах допустимої помилки ( $\pm 15\%$ ) [2];
- деякий перерозподіл річкового стоку на протязі року. Так, тривалість повені зменшується, а стік літньої межени збільшується у 1,3 - 1,8 рази;
- інтенсивне спрацювання торфу і винос мінеральних і органічних речовин дренажним стоком у води водоприймача, що призводить до погіршення його гідрохімічний і гідробіологічний режиму.

Оцінку дренажних вод, які стікають з сільськогосподарських полів, проводять за нітратами, середня концентрація яких визначається за формулою [8]

$$C_x = \frac{Q_p S_p + \sum S_{др} q_{др} F_1 + \sum S_{пов} q_{пов} F_1}{Q_p + \sum q_{др} F_1 + \sum q_{пов} F_1}, \quad (8.7)$$

де  $Q_p$  - витрата води у водоприймачі у розрахунковий період, л/с;  $S_p$  - концентрація нітратів у воді водоприймача в створі перед ділянкою осушення, мг/л;  $S_{др}$ ,  $S_{пов}$  - концентрація нітратів відповідно у дренажному і поверхневому стоку, мг/л;  $F_1$  - осушена площа, га;  $q_{др}$ ,  $q_{пов}$  - модуль відповідно дренажного і поверхневого стоку, л/с·га;

- зміна екологічних умов існування природних біогеоценозів, що веде до зникнення існуючої раніше флори і фауни і появі нових рослинних і тваринних угруповань, зокрема бур'янів і мишевидних гризунів, які наносять відчутну шкоду сільськогосподарським культурам.

При проведенні осушувальних меліорацій і зниженні при цьому рівня ґрунтових вод, який є основним фактором диференціації угруповань в зоні Полісся, Андрієнко (1992) виділяє шість ступенів розміщення рослинних угруповань на піщаних і торфових ґрунтах. Відкриті або рідколісні болота різних типів (VI ступінь) поступово трансформуються у лісові болота зі змішаним деревостаном та покривом із лісоболотних та лучно-болотних видів (V ступінь). Ці угруповання в свою чергу трансформуються при осушенні у березово-соснові лохиново-чорницеві та чорницево-молінієві (IV ступінь). Подібно до цього відкриті трав'янисті болота трансформуються у заболочені луки, а далі - у торф'янисті луки. Цей процес є поступовим. Що стосується лісів, які розміщуються на середніх елементах рельєфу, то розміщення угруповань тут менш чітке і у меншій мірі залежить від коливання рівня ґрунтових вод. На угруповання I і II ступенів, які розташовані на підвищених елементах рельєфу, осушення практично не впливає [1].

### **8.3. ВПЛИВ ЗРОШЕННЯ СТІЧНИМИ ВОДАМИ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

Зрошення стічними водами істотно впливає на ґрунтовий покрив зрошуваної ділянки, атмосферне повітря, ґрунтові води, урожай і якість сільськогосподарської продукції. Характер впливу визначається якісним складом стічних вод, прийнятим режимом зрошення і технікою поливу, а також вихідними ґрунтово-меліоративними умовами зрошуваного масиву [6].

Господарсько-побутові стоки містять у розрахунку на одного жителя за сухою речовиною органічних речовин - 75 г, поживних речовин: азоту – 14 г, фосфору 3,1 г і калію - 2,9 г, характеризується слаболужною реакцією ( $pH=7,2-7,8$ ), невисокою мінералізацією (500 - 800 мг/л); як правило, не містять токсичних для рослин і ґрунтів речовин у концентраціях більших ГДК.

Промислові стічні води характеризуються великою кількістю органічних речовин, слаболужною реакцією, меншою мінералізацією і вмістом поживних речовин. Часто містять токсичні речовини. При

зрошенні такими стічними водами у рослинах накопичуються важкі метали, що може згодом негативно вплинути на організми тварин і людини. Поживна властивість їх невисока.

Стічні води тваринницьких комплексів містять велику кількість органічних і поживних речовин (азоту – 1000-1400, фосфору – 190-200, калію -250-750, кальцію і магнію – 410- 650 мг/л; мікроелементів: бору - 20, міді - 16, цинку - 96, марганцю - 200, молібдену - 2 і кобальту - 1 мг/кг у перерахунку на суху речовину) [6].

Ґрунт поглинає газоподібні, зважені, колоїдні і розчинені речовини із стічних вод, а мікроорганізми перетворюють їх у прості сполуки - вуглекислоту, воду і оксиди. У ґрунті різко знижується гідролітична кислотність, зростає ємкість поглинання, збільшується кількість гумусу і обмінних основ.

Поліпшуються водно-фізичні і агрохімічні властивості ґрунту. Спостерігається очищення стічних вод від патогенних мікроорганізмів і яєць гельмінтів. Дослідженнями Української науково-дослідної станції зрошення стічними водами (УкрНДСЗСВ) встановлено, що після проходження стічних вод через двохметровий шар ґрунту їх колі-титр поліпшується на сім-дев'ять порядків і складає 100-1,0, що відповідає колі-титру води відкритих водойм. Патогенні мікроорганізми кишкової групи відсутні.

Зрошення стічними водами сприяє збільшенню врожаю сільськогосподарських культур у 1,5-2,0 рази, але при цьому спостерігається зниження його якості. Відмічається посилений ріст вегетативних органів рослин, що потрібно враховувати при підборі сільськогосподарських культур.

Зрошення стічними водами з перевищенням розрахункових зрошувальних і поливних норм та з перевищенням інтенсивності подачі води у ґрунт над його вбирною властивістю, перезволоженням окремих ділянок сівозміни через неякісне планування поверхні землі, низькою якістю підготовки стічних вод для поливу (недостатнє розведення, наявність шкідливих речовин і ін.). Розміщення зрошуваних ділянок на тріщинуватих породах або територіях з близьким заляганням ґрунтових вод може привести до розвитку негативних явищ. Тому при використанні стічних вод необхідно максимально враховувати вихідні природні дані і передбачити низку спеціальних водоохоронних заходів:

а) агротехнічні - поліпшення умов швидкого розкладання забруднюючих речовин шляхом розпушування ґрунту після кожного поливу, зяблевої оранки, внесення добрив, борознування тощо;

б) агроеліоративні - поліпшення водного і повітряного режимів ґрунту шляхом планування території, кротування, щілювання, вапнування кислих і гіпсування лужних ґрунтів і ін.;

в) лісомеліоративні - обмеження поширення забруднень, за межі зрошуваної території і зменшення впливу вітру на якість поливів сільськогосподарських культур шляхом насаджень лісових смуг. Навколо зрошуваних ділянок проектується лісосмуга шириною не менше 12-15 м із тополі канадської (*Populus canadensis* L.), ялини європейської (*Picea abies* L.), клена польового (*Acer campestre* L.), чагарника (туя західна - *Thuja occidentalis* L.), в'яза шорсткого (*Ulmus glabra* Huds.). Садженці дерев розташовують за схемою 2x1,5 м навколо зрошуваної ділянки, а біля резервуарів освітлених стоків - 2x1,5 м. Чагарники в обох випадках висаджуються за схемою 2x0,75 м. Число посадкових місць на 1 км лісосмуги навколо зрошуваних полів у середньому приймають 4670 при ширині смуги 14 м, навколо резервуарів освітлених стоків - 6000 при ширині 12 м. Лісосмуги створюються також навколо тваринницьких комплексів, оскільки останні сильно забруднюють атмосферне повітря. Так, аміак повністю нейтралізується на віддалі 4500-5000 м від тваринницьких комплексів;

г) гідротехнічні - перехват поверхневих і ґрунтових вод зрошуваної ділянки за допомогою нагірних і ловчих каналів, пониження рівня ґрунтових вод відкритим і закритим дренажем. Глибина залягання ґрунтових вод повинна бути не менше 1,2 - 2,0 м. Важливо, щоб стічні води до моменту повного очищення не зімкнулись з ґрунтовими водами, оскільки може відбутись забруднення останніх.

На ЗПЗ влаштовують відкриті осушувальні канали, які на суглинистих ґрунтах проектують через 50 - 70 м, на піщаних через 80 - 100 м, на торф'яниках - через 30 - 110 м з похилом дна не менше 0,00003 - 0,0005. Може влаштовуватись на ЗПЗ закритий дренаж з керамічними або асбоцементними трубами діаметром 10 - 20 см. Відстань між дренами залежить від водопроникності ґрунтів і складає для глинистих ґрунтів 10 - 15 м, для піщаних - 30 - 60 м. Дрени вкладають з похилом не менше 0,002. Глибина закритого дренажу від 0,9 до 1,4 м. На полях зрошення застосовують також кротовий дренаж.

## 8.4. НАСЛІДКИ СТВОРЕННЯ ВОДОСХОВИЩ

Всезростаюче щорічне водоспоживання і нерівномірність розподілу річкового стоку як на території країни, так і по сезонах і роках створюють господарські і природні передумови будівництва водосховищ. Утворені водосховища повинні бути комплексними і тим самим сприяти раціональному освоєнню водних, земельних, біологічних, енергетичних і рекреаційних запасів (з врахуванням міжгалузевих і внутрішньогалузевих протиріч). Великого значення надається створенню невеликих і малих водосховищ і ставків з метою благоустрою малих річок, збільшення меженного стоку, відновлення продуктивності заплавлених лук, розвитку лиманного зрошення, рибного господарства, створення зон рекреації тощо.

Кожне водосховище, яке є регулятором річкового стоку, сировиною і середовищем для багатьох учасників ВГК, впливає на навколишнє середовище по-різному, часто негативно. Цей вплив постійно змінюється і поширюється на значну територію, іноді на сотні кілометрів і може бути безпосереднім (прямим) або непрямим [3].

До прямих наслідків створення водосховищ відносять:

- затоплення і підтоплення земель. При наповненні водосховища затоплюються найбільш родючі заплавні землі на значних площах. Розрізняють зони постійного і тимчасового затоплення. Зона постійного затоплення включає в себе площу від урізу води у річці до урізу води у водосховищі, який відповідає нормальному підпертому рівню. Ця територія назавжди виключається із господарського користування. До зони тимчасового затоплення відноситься територія, яка знаходиться між урізами води, які відповідають форсованому і нормальному підпертим рівням.

Водосховища викликають підтоплення прилеглих територій на значних площах, що приводить до заболочення земель і погіршення санітарно-гігієнічних умов території;

- переформування берегів і дна. В результаті коливання рівнів води у водосховищі спостерігається розмивання і руйнування берегів, особливо в перші роки експлуатації, і, як наслідок, замулення водосховищ. Ступінь переформування берегів і характер їх змін визначається геологічною будовою і мінералогічним складом ґрунтів, крутизною схилів, наявністю рослинності вздовж урізу води, характером водосховища і хвильовим режимом, який залежить від вітру і типів суден, що використовуються;

- зміна хімічного складу ґрунтових вод прибережної смуги в результаті підвищення їх рівня. При цьому часто спостерігаються явища вторинного засолення і заболочення;

- зміна біологічного життя водотоків у зоні водосховища Внаслідок зниження швидкості водообміну у водосховищах, наявності мілководь спостерігається явища "цвітіння" води. Вода, перенасичена біомасою синьо-зелених водоростей, має специфічний зелений колір, якість її знижується (погіршуються запах і смак, зменшується кількість розчиненого кисню тощо). При цьому вона стає непридатною для використання. Синьо-зелені водорості особливо інтенсивно розвиваються у водосховищах Дніпра. Цвіте 80 - 90% їх акваторії на протязі 3 - 4 місяців. Біомаса синьо-зелених водоростей досягає 60 - 100 г/м<sup>3</sup> і складає 70 - 90% загальної маси фітопланктону водосховищ. Попередження цвітіння водосховищ необхідно здійснювати шляхом створення їх проточності зі швидкістю не менше 0,1 - 0,2 м/с, а також обмеження притоку органічних сполук, додаткової аерації води і механічного усунення скупчення синьо-зелених водоростей. Крім того, дуже ефективним є поселення у водосховищах рослиноїдних риб (толстолобика, білого амура).

Непрямі наслідки створення водосховищ проявляються у зміні клімату у районі водосховища і прилеглих територій, а саме збільшення кількості опадів, різкого зростання втрат води на випаровування, зміні швидкості вітру і його переважаючого напрямку, температурного режим повітря і води, збільшення вологості повітря.

Негативні сторони будівництва гідровузлів проявляються у наступному:

- різкій зміні природного гідрологічного режиму водотоків;
- підвищення рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях, що приводить до їх заболочення;
- перегородженні греблями шляхів нерестових міграцій риб;
- руйнуванні нерестилищ у верхньому б'єфі;
- скороченні об'єму повеневих попусків в період нересту риби і викльову личинок, що веде до зниження продуктивності рибного господарства;
- скороченні тривалості паводкового затоплення заплав може привести до осуходолювання заплавних земель у нижньому б'єфі і зниження продуктивності луків і пасовищ;

- затопленні лук чи інших угідь у нижньому б'єфі при роботі ГЕС у піковому режимі в зимовий період, що призводить до їх виморожування;
- утворенні незамерзаючої ополонки довжиною до декількох десятків кілометрів при випуску у нижній б'єф води із донних шарів водосховищ. При цьому збільшується кількість туманів, які заважають експлуатації поблизу розташованих аеродромів.

### **!! Приклад розв'язку задачі**

Задача 1. Розрахувати зміну стоку р.Зеленої (с.Радісне) по місяцях та за рік після проведення меліоративних робіт (осушення). Вихідними даними є спостереження за коливанням стоку за період 18 років до проведення меліорацій та за 5 років після її проведення на р.Зеленій (с.Радісне) та річці – аналізі за той же період.

При аналізі стоку до і після меліорації необхідно виключити вплив коливання природної водності. Для цього використовуємо метод приведення до одної водності з використанням коефіцієнта приведення (Булавко, 1971). За цим методом визначається приведений до колишніх домеліоративних умов стік розрахункового водозбору за період після осушення і порівнюється з фактичним спостереженим стоком.

Коефіцієнт приведення можна визначити двома способами (Лучшева, 1976): 1) за відношенням стоку з розрахункового водозбору до стоку контрольного водозбору (водозбору - аналогу) за період до меліорації; 2) за відношенням між стоком контрольного водозбору до і після меліорації розрахункового водозбору.

У розрахунку застосовуємо другий спосіб, оскільки він на відміну від першого не залежить від похибки визначення площ обох водозборів. Коефіцієнт приведення  $k_{np}$  вираховується за формулою

$$k_{np} = \frac{C_{2K}}{C_{1K}}, \quad (8.8)$$

де  $C_{1K}$  - стік з контрольного водозбору до проведення меліорації;  $C_{2K}$  - стік з контрольного водозбору після проведення меліорації.

Приведений стік розрахункового водозбору за період після меліорації вираховуємо за формулою

$$C_{2розр.нр} = k_{np}C_{1розр}, \quad (8.9)$$

де  $C_{1розр}$  - стік з розрахункового водозбору до проведення меліорації;  
 $C_{2розр}$  - розрахункового водозбору після проведення меліорації. Зміна стоку після меліорації вичисляється із співвідношень:

$$\pm \Delta C_{розр} = C_{2розр} - C_{2розр.нр} \quad (8.10)$$

або

$$\pm \Delta C_{розр} = C_{2розр} - k_{нр} C_{2розр.нр} \quad (8.11)$$

Коефіцієнти відносної зміни стоку розрахункового водозбору після меліорації можна отримати за формулами:

$$k_{зм} = \frac{C_{2розр}}{C_{2розр.нр.серед}} \quad (8.12)$$

$$k_{зм} = \frac{C_{2розр}}{C_{2нр.серед} C_{1розр}} \quad (8.13)$$

Розрахунок змін стоку під впливом осушення проводимо у формі таблиці 8.5.

При аналізі змін стоку видно, що осушення збільшує стік у розрахунковому створі. Найбільше збільшення стоку спостерігається з липня до листопаду. Збільшення річного стоку відбувається з коефіцієнтом 1,48, що можна пояснити зменшенням сумарного випаровування і частково за рахунок спрацювання запасів ґрунтових вод у перші роки після меліорації,

### **! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:**

1. Пояснити вплив зрошення на природні екосистеми.
2. Знати як визначити прогнозу мінералізацію річкової води.
3. Перерахувати наслідки створення водосховищ.

### **? Запитання і завдання для самостійної роботи:**

- 1 У чому полягає вплив осушення на водний режим і стік річок?
- 2 Який вплив зрошення стічними водами на навколишнє природне середовище?



**Таблиця 8.5. Розрахунок післямеліоративних змін стоку за методом приведення. Розрахунковий водозбір: р. Зелена (с. Радісне). Контрольний створ: р. Довга (с. Сонячне)**

№ з/п	Показники			Стік і його зміни (мм) по місяцях та за рік												
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
1	Стік контрольного водозбору	до меліорації	$C_{1к}$	5,7	6,2	22,0	29,1	9,2	4,2	6.8	3,2	3,9	5,2	4,6	7,1	107,2
		після меліорації	$C_{2к}$	5,1	15,1	41,0	28,0	7,1	7,9	5.1	2,7	2,9	3,1	4.1	10,1	132,2
2	Стік розрахункового водозбору	до меліорації	$C_{1розр.}$	3,1	2,9	20,5	27,2	8,3	3,7	2,1	1,5	2,9	2,7	2,4	4,1	81,4
		після меліорації	$C_{2розр.}$	4,1	7,2	38,0	26,1	8,1	4,9	3,9	3,1	3,6	3.2	4,1	6,4	112,1
3	Коефіцієнти приведення		$k_{ПР} = \frac{C_{2К}}{C_{1К}}$	0,89	2,49	1,86	0,96	0,77	1,88	0,75	0,84	0,74	0,60	0,89	1,42	
4	Контрольний водозбір		$C_{2РОЗРПР} = k_{ПР} C_{РОЗР.}$	2,76	7,05	38,13	26,11	6,39	6,96	1,58	1,26	2,15	1,62	2,14	5,82	
5	Зміна після меліорації		$\pm \Delta C = \frac{C_{2РОЗР.} - C_{2РОЗРПР}}{C_{2РОЗРПР}}$	1,34	0,15	-0,13	-0,01	1,71	-2,06	2,32	1,84	0,85	1,58	1,96	0,58	10,13
6	Коефіцієнт зміни стоку		$k_{зм} = \frac{C_{2РОЗ}}{C_{2РОЗР.ПР}}$	1,49	1,02	1,0	1,0	1,27	0,70	2,47	2,46	1,40	1,98	1,91	1,10	1,48

## Література до розділу 8

1. Андрієнко Т.Л. Рослинність Українського Полісся /Територіальний розподіл, динаміка, охорона/: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. - К., 1992. – 46 с.
2. Булдей В.Р., Вознюк С.Т.осушительные мелиорации и охрана природы. - Львов: Вища шк., 1987. – 160 с.
3. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. - М.: Наука, 1986. – 367с.
4. Грищенко Ю.М. Основи еколого-меліоративного моніторингу рисових полів. - Київ-Рівне, 1996. – 112с.
5. Грищенко Ю.Н. Динамика окислительно-восстановительных процессов, физико-химических и биологических свойств почв при культуре затопляемого риса в условиях Причерноморской степи Украины. Автореферат диссерт. на соискание канд. сельськохоз. наук, Ровно, 1975. – 30 с.
6. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. - К.: УМ КВО, 1989. – 275 с.
7. Духовний В.А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения. Формирование, развитие. - М.: Колос, 1984. – 255 с.
8. Зарубаев Н.В. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. – Л.: Стройиздат, 1976. – 224 с.
9. Изменение растительности и флоры УССР под влиянием мелиорации /Л.С.Балашев, Т.Л. Андриенко, А.И. Кузмичев, И.М. Григора. - К.: Наук. думка, 1982. – 292 с.
10. Степанов И.Н., Чембарисов Э.И. Влияние орошения на минерализацию речных вод. М.: Наука, 1978. – 120 с.

## 9. КРИТЕРІЇ ТА ПАРАМЕТРИ ЦІННОСТІ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ ТА ОБ'ЄКТІВ

Гідрологічні охоронні території та об'єкти – це болота, озера, річки і їх верхів'я, джерела і водоспади та інші водні об'єкти, які мають велике значення як для збереження і відтворення водних ресурсів, так і рослинного і тваринного світу, оскільки є місцем їх зростання та проживання.

На відміну від інших охоронних об'єктів (ботанічних, зоологічних, ландшафтних) гідрологічні часто характеризуються більшою комплексністю і значущістю, зокрема, народногосподарською.

Варто відмітити, що якихось чітких критеріїв у визначенні значущості охоронних об'єктів не існує. Для встановлення ботанічної цінності природно-заповідних територій пропонують такі пріоритети як типовість (репрезентативність) рослинного покриву і флори, рідкісність (унікальність) рослинного покриву і флори, народногосподарська значущість рослинного світу даних територій. По кожному критерію розроблені певні параметри [9].

Матеріали обстеження гідрологічних охоронних територій та об'єктів України свідчать, що основними критеріями гідрологічної цінності охоронних територій та водних об'єктів можуть бути [2, 3, 9]: 1) водоресурсність; 2) типовість (репрезентативність); 3) рідкісність та унікальність гідрологічних явищ та водних об'єктів; а супутніми: 4) ботанічна цінність; 5) зоологічна цінність; 6) народногосподарська цінність (водозабезпечення населення, водні рекреації, забезпечення продуктами та ін.) (табл. 9.1).

Кожен критерій гідрологічної цінності охоронних територій та водних об'єктів може характеризуватись певними параметрами.

1. Критерій “водоресурсність” може оцінюватись такими параметрами:

а) запасом водних ресурсів високої якості (за показниками складу води звичайно є придатними для господарсько-побутових потреб без додаткового очищення [9]).

Запаси водних ресурсів  $\bar{W}$  складаються із об'єму середнього багаторічного стоку, який формується на охоронній території ( $\bar{Y}$ ) і середніх накопичених запасів у водоймах охоронних територій ( $\bar{V}$ )

$$\bar{W} = \bar{Y} + \bar{V} . \quad (9.1)$$

Середній багаторічний стік розраховується за формулою

$$\bar{Y} = \bar{Y}_0 + \sum_{l=1}^n (\bar{Y}' + Y''), \quad (9.2)$$

де  $\bar{Y}_0$  - середній багаторічний стік по гідрографічній мережі і прилеглих до неї зволжених ділянок;  $n$  - число територій з однорідними умовами формування стоку;  $\bar{Y}'$  і  $Y''$  - середній багаторічний поверхневий (схильовий) і ґрунтовий стік з однорідних стокоформуючих територій.

Середній об'єм води у водоймах визначається за формулою

$$\bar{V} = \sum_{i=1}^n \bar{\omega} \cdot \bar{H} \quad , \quad (9.3)$$

де  $\bar{\omega}$  - площа водної поверхні (дзеркало) водойми при середньому рівні, м<sup>2</sup>;  $\bar{H}$  - середня глибина водойми, м;  $n$  - число водойм на охоронній території.

Середній багаторічний стік розраховується за формулою

$$\bar{Y} = \bar{x} \bar{a}_0 f_0 + \sum_{i=1}^n (\bar{x} \bar{a}' f' + \bar{x} \bar{a}'' f''), \quad (9.4)$$

де  $x$  - середня багаторічна сума опадів за рік, відкоректована за всіма видами поправок, мм;  $a_0$ ,  $a'$ ,  $a''$  - коефіцієнти середнього багаторічного стоку відповідно по гідрографічній мережі і прилеглих до неї зволжених ділянок; поверхневого (схильового) і живлення підґрунтових вод атмосферними опадами на однорідних стокоформуючих територіях;  $f_0$  і  $f'$  - розміри площі гідрографічної мережі та прилеглих до неї зволжених ділянок і однорідних стокоформуючих територій у долях від загальної площі охоронних гідрологічних об'єктів.

У даній схемі розрахунку стоку, який формується на охоронній території, прийняті два вихідних положення: оцінка ґрунтового стоку проводиться на основі розрахунку річних значень живлення ґрунтових вод атмосферними опадами на різноманітних угіддях у середній за зволоженістю рік, а коефіцієнтом стоку з площі гідрографічної мережі і прилеглих до неї зволжених ділянок додатково враховується можливе поповнення ґрунтових вод в у межах даних ландшафтів.

Розрахунки проводяться з урахуванням натурних даних спостережень за стоком на гідрологічних охоронних територіях і

узагальнення опублікованих даних за коефіцієнтами поверхневого (схилового) стоку і живлення ґрунтових вод [9].

б) водоохоронним значенням охоронних територій і водних об'єктів для прилеглих територій, що найбільш характерно для лісових і болотних екосистем (це характерно для масиву "Сомино" Рівненського природного заповідника у Сарненського р-ну, "Острівський" у Зарічненському р-ні Рівненської обл., заказник загальнодержавного значення "Іллінський" - типового болотно-лісового масиву, заказник загальнодержавного значення "Усівський" - типового болотного масиву в Київській обл., заказник загальнодержавного значення "Сосинський" - типового болотного масиву в Чернігівській обл.) [3-8].

в) водорегулюючим значенням охоронних територій і об'єктів для прилеглих територій, тобто переведенням поверхневого стоку у ґрунтовий. Це найперше пов'язано із акумулюючими та інфільтраційними властивостями верхнього шару ґрунту та рельєфом місцевості (водорегулююче значення мають для прилеглих територій заказник загальнодержавного значення "Острівський", який являє собою систему боліт і озер на лівому березі р. Стир і є регулятором водного режиму річки та рівня підґрунтових вод на прилеглих територіях; пам'яток природи загальнодержавного значення "Озеро Велике Почаївське", "Озеро Стрільське" у Рівненській обл.; заказник загальнодержавного значення "Башта" - перехідне болото, яке регулює водний режим р. Південний Буг і Щедрівського водосховища, заказник загальнодержавного значення "Моначинський" - типове низинне болото у заплаві р. Грабарки у Хмельницькій обл.; заказник загальнодержавного значення "Чайковицький" - регулююче болото у верхів'ї р. Дністра у Львівській області) і інших [6-8].

г) водорегулюючим значенням охоронних територій і водних об'єктів для малих річок, які беруть початок з боліт і озер. Такими є, наприклад, заказник загальнодержавного значення "Дідове озеро" - болотний масив з відкритою водною поверхнею 22 га, який регулює водний режим р. Прип'яті; з нього витікають 5 річок; заказник загальнодержавного значення "Забарський" - сфагнове болото, що регулює водний режим р. Уборті; заказник загальнодержавного значення "Червоновільський" - сфагнове болото - регулятор режиму малих річок у басейні р. Случ у Житомирської обл.; заказник загальнодержавного значення "Андріяшівський-Гудимівський" - обводнене болото низинного типу, регулятор водного режиму р. Сули;

заказник загальнодержавного значення "Біловодський" - заплава, яка регулює водний режим р. Сули у Сумській обл.; заказник загальнодержавного значення "Семиківський" - заболочена заплава р. Студенки, яка є регулятором водного режиму р. Стрипи у Тернопільській області; заказник загальнодержавного значення "Турова дача" - оліготрофне болото на вододілі, звідки беруть початок притоки р. Ломниці та Лукви у Івано-Франківській області [7, 8].

2. Типовість (репрезентативність) гідрологічних об'єктів характеризується такими параметрами:

а) охоптя об'єктом однотипної площі даного регіону чи області:

$$k_1 = \frac{F_1}{F_2} 100\% , \quad (9.5)$$

де  $F_1$  - площа гідрологічно-заповідної території (болота, озера і ін.), га;  $F_2$  - площа однотипової (боліт, озер) площі даного регіону чи області, га. За даними О.І. Прядко [9] площа боліт, які взяті під охорону у загальнодержавному ранзі, складає 124,9 тис. га або 11,2% загальної площі боліт України;

б) відношенням об'єму водних ресурсів гідрологічно-заповідної території чи водного об'єкту до об'єму водних ресурсів у даному регіоні чи області:

$$k_2 = \frac{\overline{W}_{ГЗ}}{\overline{W}} 100\% \quad (9.6)$$

де  $\overline{W}_{ГЗ}$  - об'єм водних ресурсів гідрологічно-заповідної території, м<sup>3</sup>;  $\overline{W}$  - об'єм водних ресурсів у даному регіоні чи області, м<sup>3</sup>.

3. Рідкісність та унікальність гідрологічних явищ характеризується їх походженням, азональністю, наявністю джерел води з високими смаковими або лікувальними властивостями, водоспадів, виходів ґрунтових вод на поверхню і ін.

Наприклад, пам'ятка природи загальнодержавного значення "Озеро Добре" - карстового походження із піщаним дном серед лісового масиву у Волинській області; пам'ятка природи загальнодержавного значення "Болото "Чорний ліс"" у Кіровоградській обл. - найпівденніше в Україні сфагнове озеро на межі Лісостепу і Степу, заказник загальнодержавного значення "Молочний лиман", який охоплює велику акваторію напівзакритої водойми системи Азовського моря завдовжки 40 км і шириною 5 - 9 км з цілющими грязями і ропою у Запорізькій обл.; Більчаківське джерело з вмістом радону,

джерело Батіївка - потужні підземні джерела з високоякісною водою у Рівненській обл.; пам'ятка природи місцевого значення "Ковпінський вихід ґрунтових вод" у Новгород-Сіверському р-ні Чернігівської області; заказник загальнодержавного значення "Хапхальський" - охороняється один з найбільших водоспадів Криму Джур-Джур (висота 16 м) [7, 8].

4. Ботанічна значущість гідрологічно-заповідної території може оцінюватись за параметрами, які розроблені Т.Л. Андрієнко [9] для природно-заповідних територій взагалі:

а) флористичною типовістю:

$$k_3 = \frac{B_{ГЗ}}{B_p} 100\% , \quad (9.7)$$

де  $B_{ГЗ}$  - кількість видів рослин на гідрологічно-заповідній території;  $B_p$  - кількість видів рослин в регіоні.

б) ценотичною типовістю:

$$k_4 = \frac{Ц_{ГЗ}}{Ц_p} 100\% , \quad (9.8)$$

де  $Ц_{ГЗ}$  - кількість класифікаційних одиниць рослинності на природно-заповідній території;  $Ц_p$  - кількість класифікаційних одиниць рослинності в регіоні (геоботанічному районі чи окрузі);

в) флористичною рідкісністю та унікальністю, які оцінюються такими показниками:

k5 - кількістю видів, занесених до Міжнародних Червоних списків;

k6 - кількістю видів, занесених до Червоної книги України;

k7 - кількістю видів, які знаходяться під місцевою охороною;

k8 - кількістю видів, ендемічних та реліктових видів;

k9 - кількістю видів, що знаходяться на межі ареалу.

Наприклад, на масиві "Сомино" Рівненського природного заповідника ростуть рідкісна орхідея хамарбія болотна (*Hammarbia paludosa* (L.) O. Kuntze та льодовикові релікти - верба лапландська (*Salix lapponum* L.) і верба розмаринолиста (*S. rosmarinifolia* L.), у заказнику загальнодержавного значення "Дібрівській" зростає один з найбільш рідкісних на рівнинній території України видів - береза темна (*Betula obscura* A. Kotula); у пам'ятці природи місцевого значення "Дерманська" (Рівненська область) ростуть рідкісні "червонокнижники" - меч-трава болотна (*Cladium mariscus* (L.) Pohl, язичник буковинський (*Ligularia bucovinensis* Nakai), товстянка звичайна (*Pinguicula vulgaris* L.), сашник іржавий (*Schoenus ferrigneus*

L.); у заказнику загальнодержавного значення "Піщанський" у Волинській обл. з мезотрофними сфагновими болотами, які вкриті деревами берези пухнастої (*Betula bubescens* Ehrh.) та різними видами верб, ростуть росичка англійська (*Drosera anglica* Huds.) і середня (*D. Intermedia* Hayne), водяний горіх (*Typha latifolia* L.) - види, що занесені до Червоної книги України [3-8, 9, 10].

г) ценотичною рідкісністю та унікальністю, яка оцінюється відношенням кількості рідкісних угруповань на охоронній території (кЦТ) до кількості рідкісних угруповань України (кЦУ) (за "Зеленою книгою України" - 127 синтаксони) [5]:

$$k_{10} = \frac{k_{ЦТ}}{k_{ЦУ}} 100\% \quad (9.9)$$

Наприклад, на масиві "Сира погоня" Рівненського природного заповідника відмічено комплекс формацій фускум-магелланікум - сфагнаної пригнічено-соснової, осоково-сфагнаної і шейхцерієво-сфагнаної — *Sphagneta (fusci, magellanici) depressipinetosa*, *Cariceto (rostratae et limosae)* – *Sphagneta (cuspidati)*, *Scheuchzerieta - Sphagneta (cuspidati)*; в гідрологічному заказнику "Пулеменецький" у Волинській області - формація марсілії чотирилистої (*Marsilea quadrifoliae*), у пам'ятці природи загальнодержавного значення "Висяче болото" в Івано-Франківській обл. - формація волотисто-осоково-гіпнової (*Cariceto (paniculate) - Nymphaeta*), у заповіднику "Дунайські Плавні" — формація сальвінії плаваючої (*Salvinia natantis*), формації альдрованди пухирчатої (*Aldrovandeta vesiculosae*), формація горіха плаваючого (*Typheta natantis*), формація латаття білого (*Nymphaeta albae*), формація глечиків жовтих (*Nupharetta luteae*); у пам'ятці природи загальнодержавного значення "Дерманська" росте дуже рідкісне зникаюче угруповання монтанно-океанічного виду - формація меч-трави болотної (*Cladieta marisci*) [3-8, 10, 11].

5. Зоологічне значення гідрологічно-заповідних об'єктів оцінюється:

а) кількістю видів тварин, занесених до Міжнародних червоних списків (k11);

б) кількістю видів тварин, занесених до Червоної книги України (k12);

в) як місце гніздування та розмноження птахів;

г) як місце нересту цінних порід риб;

д) біорізноманітністю тваринного світу.



Наприклад, масив "Переброди" Рівненського природного заповідника - місце поселення рідкісних та зникаючих видів тварин, зокрема - лелеки чорного, журавлів, пугачів, орла-змієда, багатьох земноводних та рептилій. Є відомості, що на Перебродах іноді з'являється скопа - водяний орел (яких є усього 2-3 пари в Україні), кіт лісовий; заказник загальнодержавного значення "Дідове озеро" у Житомирській області - місце поселення бобрів, ондатри, водоплавних птахів, більше 45 видів риб, рептилій, амфібій; заказник загальнодержавного значення "Молочний лиман" у Запорізькій обл. - місце нересту багатьох цінних видів риб, місце гніздування водно-болотних птахів; заказник загальнодержавного значення "Іллінський" у Київській обл. - місце оселення птахів, які занесені до Червоної книги України; заказник місцевого значення "Седищанський" у Волинській обл. - заболочена заплава р.Стохід, місце масового розмноження водоплавних птахів; заказник загальнодержавного значення "Дорочинський" - лісостепове болото у верхів'ї річки Удай з багатим тваринним світом [7, 8].

6. Народогосподарське значення гідрологічно-заповідних територій оцінюється запасами високоякісної питної води, лікарських рослин, лісу, харчових продуктів, мінеральної води, лікувальної ропи і мулу.

Наприклад, у пам'ятці природи загальнодержавного значення "Романівське болото" у Київській обл. росте більше 100 видів рослин, більшість з яких є лікарськими; у заказнику загальнодержавного значення "Червоновільський" є зарості цінної лікарської рослини багна болотного (*Ledum palustre* L.); у заказнику загальнодержавного значення "Дідове озеро" в Житомирській обл. - зарості лікарських рослин; у заказнику загальнодержавного значення „Озеро Рапне” і „Озеро Сліпне” у Донецькій області вода і мул мають лікувальні властивості; "Озеро Гопри" - унікальне солоне озеро у Херсонській області із запасами води специфічного хімічного складу і озерного мулу, які мають велике лікувальне значення [7, 8].

Проте слід відмітити, що більшість параметрів гідрологічної охорони територій та водних об'єктів визначити не можна через відсутність необхідних даних, зокрема, флористичних і ценотичних списків, підрахованих запасів води, лікарських та ягідних культур, лікувальної ропи, мулу і ін. Тому визначенню параметрів гідрологічної цінності територій повинні передувати детальні наукові дослідження гідрологів, ботаніків, зоологів і інших спеціалістів.

***! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:***

1. Пояснити зміст терміну гідрологічні охоронні території та об'єкти.;
2. Знати критерії значущості гідрологічних охоронних об'єктів.
3. Охарактеризувати комплексне значення гідрологічних охоронних об'єктів.

***? Запитання і завдання для самостійної роботи:***

1. Поняття “гідрологічно-заповідні об'єкти” і їх роль у природно-заповідній мережі.
2. Назвіть параметри критеріїв гідрологічної цінності охоронних територій.
3. Поясніть на прикладах визначення параметрів критеріїв значущості “гідрологічно-заповідних об'єктів”.

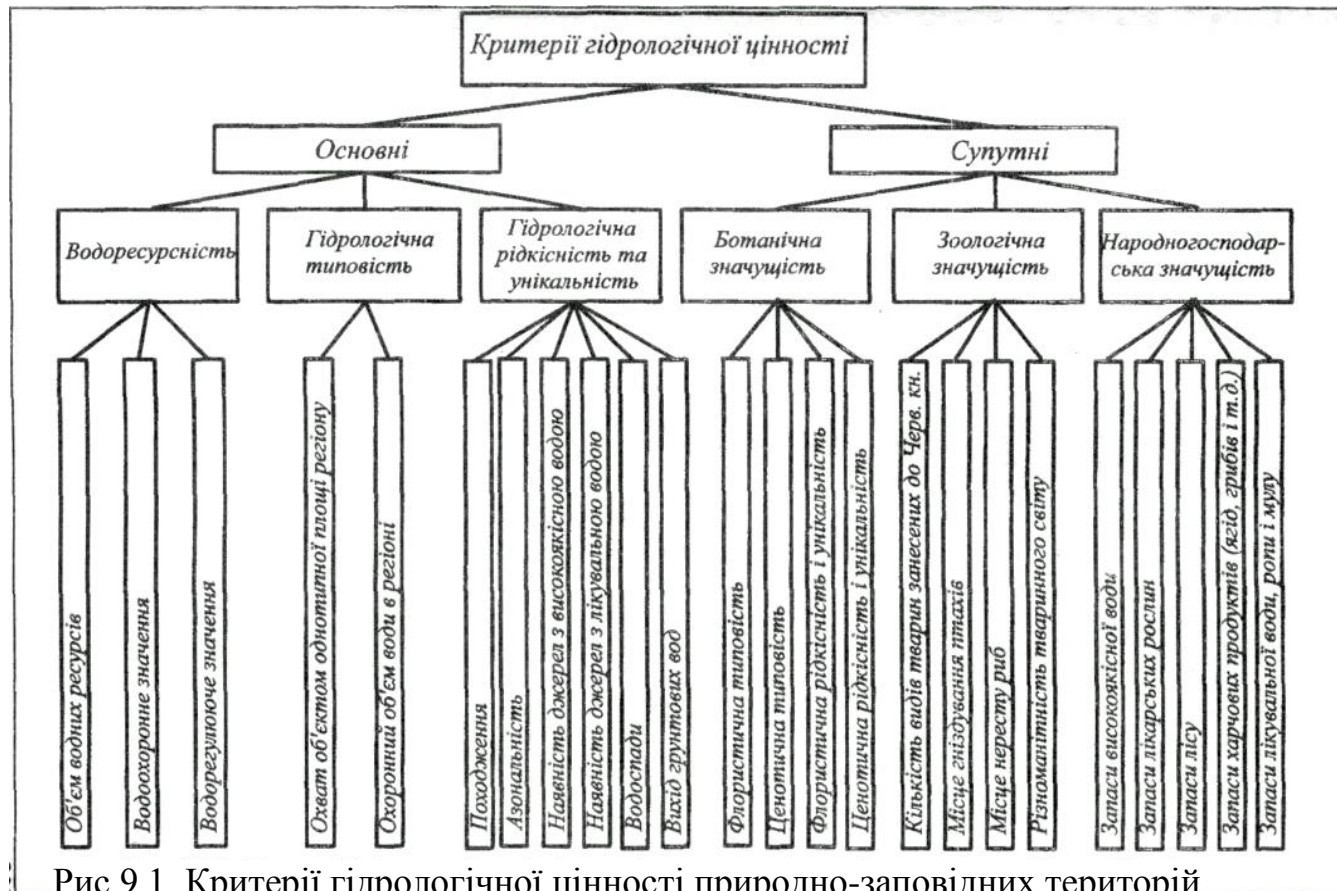


Рис. 9.1. Критерії гідрологічної цінності природно-заповідних територій

## Література до розділу 9

1. Грищенко Ю.М. Комплексне використання та охорона водних ресурсів: Навчальний посібник – Рівне: УДАВГ, 1997. – 247 с.
2. Грищенко Ю.М. Критерії і параметри цінності гідрологічних охоронних територій та об'єктів //Вісник УДАВГ зб. наук. праць. Рівне, 1998. – Вип. 1, Част. 1. – С. 21-25.
3. Грищенко Ю.М. Основи заповідної справи. Навч. посібник. Рівне: РДТУ, 2000. – 239 с.
4. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана окружающей среды. - К.: УМК ВО, 1989. – 275 с.
5. Зеленая книга Украинской ССР: Редкие, исчезающие и типичные, нуждающиеся в охране растительные сообщества /Под. общ. ред. Шеляг-Сосонко Ю. Р. – К.: Наук. думка, 1987. – 216 с.
6. Природно-заповідний фонд Волинської області /Упорядник М. Химин та ін./ Огляд територій та об'єктів природно-заповідного фонду в розрізі районів. – Луцьк: Ініціал, 1999. – 48 с.
7. Природно-заповідний фонд України загальнодержавного значення. Довідник./ Ред. кол.: В.Б. Леоненко та ін. – К.: 1999. – 240 с.
8. Природно-заповідний фонд Української РСР: Реєстр - доповідник заповідних об'єктів / В.С.Одноралов, В.П.Давидок, О.Б. Божко та ін.; За ред. Н.А. Воїнственського. - К.: Урожай, 1986. – 224 с.
9. Социально экологическая значимость природно-заповедных территорий Украины/ Т.Л. Андриенко, П.Г. Плюта, Е.И. Прядко, Г.Н. Каркуциев. Отв. ред. К.М. Ситник; АН УССР. Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного. – К.: Наук. думка, 1991. – 160 с.
10. Червона книга України. Рослинний світ. – К.: Укр. енциклопедія, 1996. – 608 с.
11. Червона книга України. Тваринний світ. – К.: Укр. енциклопедія, 1996. – 460 с.

## 10. СВІТОВИЙ ДОСВІД УПРАВЛІННЯ ВИКОРИСТАННЯМ, ОХОРОНОЮ ТА ВІДТВОРЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТАКОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ

### 10.1. Басейн річки як екосистема

Конференція організації Об'єднаних націй з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро (1992 р.) ухвалила Програму дій „Порядок денний на ХХІ століття („Agenda 21“)", у якій значне місце відведено питанням збереження якості ресурсів прісної води на Землі, ведення водного господарства і водокористування. Зокрема наголошується, що комплексний і взаємозв'язаний характер прісноводних систем вимагає цілісного підходу до управління ресурсами прісних вод (що припускає господарську діяльність у межах басейну річки) на основі збалансованого врахування потреб населення і навколишнього середовища [22].

Прісна вода є обмеженим і дуже цінним ресурсом, без якого не було б життя на Землі, без якого неможливий розвиток ефективного сільського господарства, забезпечення роботи промисловості та транспорту, інших галузей і складових економіки.

Споживання водних ресурсів зростає з кожним роком, а погіршення їх якості суттєво впливає на стан здоров'я людей. За даними Всесвітньої Організації Здоров'я 80% усіх захворювань у країнах, що розвиваються, пов'язано з недоброякісною водою і порушеннями санітарно-гігієнічних норм, з цієї ж причини щоденно у світі вмирає 25 тис. людей [18].

У Рамковій Водній Директиві (РВД 2000/60/ЕС), що була прийнята 23 жовтня 2000 р. на спільному засіданні Європейського Парламенту та Європейської Ради у Люксембурзі, підкреслено, що на сучасному етапі розвитку суспільства управління водними ресурсами, під яким розуміється планування, координація, контроль якості і охорона стану водних ресурсів, повинно відбуватися за басейновим принципом. За цим принципом основою одиницею управління є територія річкового басейну [3].

Річковий басейн є єдина геоекологічна система, стержнем якої є річка. Пізнання закономірностей функціонування цієї геоекосистеми і всіх процесів, що у ній відбуваються і які забезпечують, з одного боку її стійкість, а з другого - динамічність еволюції, дозволить розробити і

створити раціональні, безпечні для навколишнього природного середовища методи управління водними ресурсами взагалі і сталим водокористуванням зокрема [3].

Басейн як складна матеріальна природна геоекосистема включає множини взаємопов'язаних дискретних систем, які утворюють у процесі свого розвитку постійний обмін речовин, енергії і інформації, і які у сукупності є єдиним цілим. Як рушійні виступають постійно діючі у суперечливій єдності ендегенні і екзогенні сили, джерелом яких є внутрішня енергія Землі і променева енергія Сонця. Вони і обумовлюють протікання різноманітних внутрішньосистемних процесів, які забезпечують зовнішню і внутрішню детермінованість басейну, його відносну стабільність і разом з тим його безперервний розвиток [3].

Променева енергія Сонця є основною; це джерело енергії для всіх форм життя на Земній кулі. Зелені рослини перетворюють енергію Сонця у хімічну енергію, що потім перетворюється живими організмами у механічну, електричну, осмотичну чи яку іншу форму енергії, що необхідна живому для росту, відтворення і функціональних взаємовідносин. Слід відмітити, що крім акумуляції сонячної енергії у вигляді органічної речовини зелених рослин значна її частина акумулюється в гумусі ґрунту. Гуміфікація суші є якісно інший вид акумуляції сонячної енергії на Землі і зменшення гумусу веде до втрати цієї енергії.

Основою функціонування геосистем взагалі і геосистеми басейну річки є кругообіг речовин і потоки енергії. Це забезпечує цілісність, стійкість і безперервний розвиток цих систем. Динаміка багатьох елементів на поверхні Землі залежить від живих організмів. Такі елементи, а вони входять до складу організмів і необхідні для їх життєдіяльності, називаються біогенними. Ці елементи (вуглець, кисень, азот, фосфор, залізо, кальцій та ін.) циркулюють у біосфері, входять до тіл живих організмів і знову повертаються у природне середовище. Обмін речовиною і енергією між різними компонентами біосфери, що обумовлений життєдіяльністю живих організмів і який має циклічний характер, називається біогеохімічним циклом.

Крулообіги речовин у біосфері, які встановились за багато мільйонів років, підтримуються у глобальних масштабах, хоч локальні зміни структури і особливості окремих систем, що складають біосферу, можуть бути досить значними.

У доантропогенний період геосистеми басейнів річок розвивались в умовах динамічної рівноваги. Ця рівновага природних геосистем досягалась внаслідок оптимізації кругообігу речовин і потоків енергії. Глобальний характер господарської діяльності людей змінив природну біогеохімічну циклічність природних процесів. Таким чином енергетика антропогенезу порушує збалансованість динамічної рівноваги і у будь-якому випадку послаблює стабільність зв'язків геосистем басейну.

У басейні діє цілий комплекс чинників, які створюють його специфіку і які у сукупності визначають умови формування водних ресурсів. Серед цих чинників виділяються такі: геологічна будова і тектоніка, рельєф і геоморфологія, озера і болота, річкова мережа, заплава, ґрунти, рослинність, стік.

Детальна характеристика чинників, процесів, які вони обумовлюють, зайняла б дуже великі об'єми, тому тут лише перерахуємо їх. Геологічна будова і тектоніка, зокрема літологічний і петрографічний склад порід, що складають басейн, визначає фільтраційні і ємнісні властивості порід, у значній мірі впливає на гідрохімічні умови басейну та визначає захищеність підземних вод від забруднення. Тектонічні і неотектонічні рухи земної кори обумовлюють енергетику сучасних фізико-геологічних процесів у басейні і є основною першопричиною інтенсивності руслових процесів, розмиву берегів, затоплення і т.п.

Денудація і акумуляція змінюють рельєф поверхні басейнів, однак їх виявлення, як і ендегенних процесів, нерівнозначне. Сполучення та інтенсивність діяльності екзогенних чинників залежить від фізико-географічних умов, величини перевищень, що створюються тектонічними рухами, а також від стійкості субстрата, на який впливають агенти денудацій. Рельєф водозбірної території впливає на клімат, включаючи температуру повітря, кількість і розподіл опадів, величину випарування, і тим самим відіграє велику роль у процесах формування стоку.

Озера і болота впливають не лише на розподіл у часі стоку, але і на якість вод, їх гідрохімічні характеристики.

Основними характеристиками річкової системи є довжина, звивистість, розгалуженість річок, що її складають, і щільність річкової мережі; річкові долини мають різне походження: ерозійне, тектонічне чи льодовикове. Подальше їх формування відбувається під впливом текучих вод - ерозія, транспорт і акумуляція наносів.

Важливими характеристиками, знання яких необхідні при регулюванні стоку, боротьбі із затопленням і управлінні раціональним водокористуванням, є типи долин за виглядом поперечного профілю - тіснини і щілини, каньйони, ущелини, V-подібні, заплавні, коритоподібні (троги). Певні види їх перетворюються в інші (V-подібні в заплавні та ін).

Частина долини, по якій відбувається стік, є руслом. Для управління водними ресурсами у річковому басейні важливе значення має знання про сучасні руслові процеси, серед яких розрізняють такі: немеандруючі русла, руслова багаторукавність, обмежене мандрування, незавершене меандрування, вільне меандрування, заплавна багаторукавність.

Сукупність угруповань живих організмів води і річища складають екосистему річки. Вона має певну відокремленість і специфічність і є підсистемою геоекосистеми басейну. Необхідно відмітити, що в структурі річкового басейну не останню роль виконує заплава, яка об'єднує водозбір і річкову мережу в єдиний „організм”.

Важливу роль у функціонуванні басейну як геоекосистеми відіграє ґрунтовий покрив, який має складний і різнобічний вплив на всі підсистеми, включаючи відтворення ресурсів, стік річок і їх гідрохімічний режим. Гідрологічне значення ґрунтового покриву визначається головним чином водопроникністю і водозатримуючою здатністю ґрунту, що у значній мірі залежить від материнської породи, яка в результаті фізичного, хімічного вивітрювання і біологічних процесів перетворилась в ґрунт. Вплив ґрунтового покриву на формування двоякий: з одного боку, ґрунти можуть збільшувати мінералізацію опадів, які фільтруються через них, а з другого - змінювати уже наявний хімічний склад ґрунтових вод, які взаємодіють з ґрунтами.

Надзвичайно важливим компонентом геосистеми річкового басейну є рослинність. Вона відіграє суттєву водорегулюючу і водоохоронну роль. Вплив лісової рослинності, вірніше лісистої басейну, залежить від фізико-географічної зони, складу лісу, його розташування на водозборі. Однак вплив лісу на зменшення забруднення вод надзвичайно великий [2, 12, 13, 14, 16]. Великий вплив на зменшення забруднення водних об'єктів має не лише лісова, але і трав'яниста рослинність, яка утворює у ґрунті густу мережу тонких коренів, що переплітають всю верхню частину ґрунтового профілю.



Таким чином, лісова і трав'яниста рослинність відіграють певну роль у формуванні режиму річок. Ліс виступає як потужний водорегулюючий чинник, що сприяє збільшенню підземного стоку, забезпечення рівномірності надходження води у річки на протязі року. Ліси і трав'яниста рослинність перешкоджають розвитку ерозійних процесів і сприяють зменшенню виносу забруднюючих речовин на території водозбору.

Основним відновлювальним ресурсом річкового басейну є річковий стік, що формується у результаті трансформації атмосферних опадів у процесі їх стікання з басейну поверхневим, внутрішньогрунтовим та підземним шляхом у руслову мережу.

На сьогодні більша частина території України, а окремих басейнів малих річок майже повністю, зайнята сільськогосподарськими угіддями, що змінило природні екосистеми – складні і стійкі на спрощені і нестійкі. Сільське господарство - це один з найпотужніших чинників впливу людини на геоекосистеми водозборів і на відміну від промислового виробництва є процесом прямого природокористування. Негативні наслідки цього процесу залежать не лише від масштабів сільськогосподарської діяльності, але і від сполучення природнокліматичних і економічних умов, у яких ця діяльність відбувається.

Викладене вище дозволяє твердити, що управління водними ресурсами, їх охороною, відновленням та відтворенням повинно відбуватися з врахуванням всього комплексу складових і всіх процесів у басейні, які взаємопов'язані.

## **10.2. Досвід впровадження басейнових систем управління за кордоном**

У більшості розвинених країн світу в основу управління водогосподарським комплексом покладений басейновий принцип. При переході України на нові форми економічного розвитку і ринкові відносини діюча у роки радянської влади система управління водогосподарським комплексом повинна переходити на басейновий принцип – необхідно було, згідно з цим принципом, створити інститути колективного управління водокористуванням, впровадити нові економічні важелі, провести децентралізацію управління тощо.

Така система управління функціонує з 1964 року у Франції. Подібна система частково прийнята у Німеччині та інших країнах

Європи, що дало змогу за короткий час (5-6 років) поліпшити показники якості води таких дуже забруднених в недалекому минулому річок, як Майн і Рейн.

Основними принципами управління водними ресурсами у більшості розвинених країн є наступні:

- управління здійснюється річковим басейном, а не адміністративною територією, тому що басейновий принцип управління ґрунтується на реально діючих взаємозв'язках та єдності поверхневих і підземних вод у межах річкового басейну. При цьому управління водними ресурсами здійснюється не як з вимірним один раз об'ємом або фізичним тілом, а як з речовиною, яка багаторазово використовується, тобто як складною водообмінною системою, з її основними характеристиками, включаючи багатогалузеву структуру водокористування, склад води, середовище, його екологічний стан;

- управління водними ресурсами басейну річки на кінцевому етапі здійснюється колективно. В різних країнах це здійснюється дещо по-різному, але основа одна – створення двох рівнів управління – законодавчого і виконавчого. Перший реалізується шляхом створення басейнової ради, другий – створення агентства води.

Басейнові Ради та Водні Агентства – головні структури у системі колективного управління водними ресурсами річок басейну (можливо, кількох невеликих басейнів).

Басейнова Рада виступає законодавцем з усіх водних проблем басейну і являє собою невеликий справжній „парламент води”. Цей „парламент” складається з представників водогосподарських організацій, водокористувачів, місцевої адміністрації та представників населення. Члени Ради призначаються адміністрацією, вибираються населенням або рекомендуються організаціями (в різних країнах процес формування Ради різний, але переважно в Раду входять представники різних шарів населення).

Басейнова Рада проводить водогосподарську політику в рамках національних програм з метою захисту водних ресурсів басейну від виснаження і забруднення, забезпечення функціонування господарства та природного середовища; вона ж затверджує програму дій Водного Агенства і кошторис витрат.

Національні міністерства і відомства, місцева адміністрація не повинні втручатися в дії Ради і Агентства, а навпаки, мають створювати умови для реалізації їх планів.

Водне агентство є виконавцем рішень Басейнової Ради. Воно зобов'язане стежити за станом річки, усіма споживачами води і забезпечувати ув'язку водоспоживання і водовідведення з проблемами охорони водних джерел. Головне в діяльності Водного Агентства є виробнича та фінансова допомога у виконанні організаціями агентства окремих видів робіт, окремих проектів, кредитування на пільгових умовах інших підрядних організацій, які виконують водогосподарські роботи.

Управління водними ресурсами здійснюється за допомогою економічних важелів, зокрема на платі за використання води та її забруднення. Всі кошти повинні надходити до агентства і використовувати на поліпшення якості води та екологічного стану річок басейну, покращення водозабезпечення населення і проведення інших заходів.

Для кожного басейну розробляється науково обґрунтована програма збереження та поліпшення водно-екологічного стану на перспективу (5-10 років) і затверджується на Басейновій Раді. Потім ця програма реалізується Водним Агентством. Кошти, які надходять за воду, оподатковуються як прибуток і не витрачаються на інші цілі, крім водогосподарських проблем у басейні.

**Децентралізація управління.** Вода є державною власністю, національним багатством народу, а значить, жителі країни, басейну мають право користуватися нею. Виходячи з цього, управління водокористування здійснюється колективно, тобто керівництвом агентства і місцевою адміністрацією. Держава ж забезпечує вирішення лише національних проблем.

Впроваджується принцип „розподіл відповідальності”, згідно з яким кожний державний орган чи особа є водночас власником і відповідачем за стан водного об'єкта в частині, що йому належить. Цей орган зобов'язаний дотримуватись і виконувати правила і програми щодо розвитку водного об'єкта та відповідати за нього перед Басейною Радою і Водним Агентством. Це загальні риси басейнового підходу до управління водокористуванням, охороною вод і відтворення водних ресурсів. Такий підхід прийнятий у Франції, Чехії, Великій Британії, Бразилії та інших країнах.

Зупинимось більш детально на стратегії та політиці у галузі управління якістю води у Франції, яка, вже згадувалося, функціонує понад 40 років.

Управління водним господарством (якістю поверхневих і підземних вод) у Франції покладено на Міністерство навколишнього середовища. Це одна з його функцій, за здійснення якої відповідає Директорат водних ресурсів і запобігання забруднення та ризиків. Це єдиний ресурсний департамент у складі міністерства, всі інші його підрозділи мають функціональний характер. Структура Міністерства навколишнього середовища Франції наведена на рис.10.1.



Рис. 10.1. Структура Міністерства навколишнього середовища Франції

У Франції паралельно існують дві адміністративні структури органів управління станом компонентів навколишнього середовища. Одна з них пов'язана з атмосферним повітрям, шумом і відходами; друга – з водними ресурсами (структура останньої наведена на рис.10.2). Міністерство навколишнього середовища включає лише дев'ять структурних підрозділів, має спеціальний Директорат води та запобігання забруднення і ризиків, якому підпорядковано шість агентств річкових басейнів або водних агентств. Політику щодо якості води координує Міністерство навколишнього середовища, за винятком якості питної води, за яку відповідає Міністерство здоров'я. Для координації між Міністерствами створено ієрархію міжміністерських дорадчих органів – Міжміністерська Рада на чолі з Прем'єр-міністром, Міжміністерська Комісія на чолі з директором департаменту Міністерства навколишнього середовища і Міністерська Підкомісія на чолі з начальником служби Міністерства навколишнього середовища. Функції регулювання водокористування (видача дозволів) і екологічного інспектування виконують урядові органи, а традиційні технічні питання управління водними ресурсами і питання політичного та економічного характеру увійшли до компетенції комітету річкового басейну (басейнова рада) і Водного

агентства, які існують у кожному з шести річкових басейнів (або точніше їх груп) – водогосподарських районів (таблиця 10.1).

Таблиця 10.1

**Основні характеристики шести груп річкових басейнів Франції**

Басейн	Площа, км <sup>2</sup>	Населення, млн чол
Адур - Гаронна	115000	5,7
Адур Пікардія	20000	4,6
Луара - Бретань	156000	11,5
Рейн - Мец	31000	4,1
Рона - Середземномор'я - Корсіка	129000	12,4
Сена - Нормандія	100000	17,7

На території цих басейнів розміщено 22 регіони, 96 департаментів, 325 адміністративних районів, 3710 кантонів і 36433 комуні.

Комітет річкового басейну розробляє основні напрями водної політики басейну. Члени Комітету підрозділяються на чотири категорії, а саме:

- колегія депутатів, до якої входять представники виборних органів влади регіонів, департаментів, комун (мери, депутати, сенатори, радники та ін.);
- колегія водоспоживачів (представники від промисловості, фермерів, рибалок та ін.);
- колегія представників економічних і соціальних Рад регіонів;
- колегія представників державної адміністрації (від міністерств, що беруть участь в управлінні водами, та урядових адміністрацій).

Загальна кількість членів Комітету становить від 61 до 114 чоловік залежно від розмірів басейну, рівня його економічного розвитку і чисельності населення. При цьому чисельність колегії представників держадміністрації не може перевищувати 20 % від загальної чисельності Комітету. Таке обмеження зроблено з метою підвищення ролі місцевої громади у прийнятті рішень (депутати і водоспоживачі репрезентують інтереси населення), всіляко сприяти постійному діалогу між ними, спрямованому на спільне вирішення питань в інтересах всіх зацікавлених верств населення. Закон передбачає, що Комітет річкового басейну відповідає за розробку Основних напрямів упорядкування території та управління водами (SDAGE), який є орієнтаційним документом. На його основі розробляються виконавчі

документи - Схеми управління водами (SAGE), кожний з яких охоплює певну ділянку басейну.

Комітет є дорадчим органом, де обговорюються питання тарифів, платежів за водокористування, методик їх розрахунків. Чисельний та якісний склад комітетів наведено в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2

Чисельний та якісний склад комітетів річкового басейну

Басейн	Депутати	Водоспоживачі	Соціально-економічні	Держадміністрація	Всього
Адур - Гаронна	30	30	6	18	84
Адур Пікардія	25	25	2	14	66
Луара - Бретань	42	42	8	22	114
Рейн - Мец	22	22	3	14	61
Рона - Середземномор'я -	40	40	6	21	107
Сена - Нормандія	38	38	7	20	103

Виконавчим органом басейнового управління є Водне агентство - державний орган, який підпорядкований двом міністерствам: Міністерству навколишнього середовища - з технічних питань і Міністерству фінансів - з фінансових питань. Керує Водним агентством правління у складі 26 чоловік, з яких вісім представників депутатів відбираються зі складу колегії депутатів Комітету і затверджуються цією ж колегією, вісім представників водоспоживачів відбираються за тим же принципом членами колегії водоспоживачів; вісім представників держадміністрації призначається відповідним міністерством; один член правління вибирається технічним персоналом Агенства; Голова правління призначається Прем'єр-міністром.

Правління затверджує п'ятирічні плани та річні бюджети.

Робочий апарат Агенства має у своєму складі чотири комісії: 1) фінансову, 2) позик і грантів, 3) проектів і перспективних розробок, 4) зв'язків. Вони спілкуються з Комітетом і правлінням і висловлюють

свою думку щодо важливих проектів. Цей же робочий апарат відповідає за впровадження затверджених правлінням проектів.

Економічне регулювання водокористуванням Агентство здійснює двома шляхами: шляхом збирання плати за водокористування і шляхом перерозподілу надходжень від плати, спрямовуючи їх на водоохоронні заходи.

Французька система передбачає два види платежів за водокористування:

- 1) платежі за забір води з водного об'єкта та платежі за безповоротне водоспоживання;
- 2) платежі за забруднення водного об'єкта.

Всі водокористувачі без винятку, які забирають воду з водного об'єкта та/або скидають до нього зворотну воду, мають вносити таку плату. Проте в кожному Агентстві існують певні особливості щодо збирання плати. Наприклад, Агентство Луара-Бретань крім звичайних платежів, отримує плату за використання води гідроелектростанціями, а також за "регулювання паводків", Агентство Рейн-Мец - за добутий з русла річки матеріал.

Прибуток від платежів становить базу фінансування заходів щодо відтворення вод як у кількісному, так і в якісному відношенні.

Державні або приватні організації, які витрачають свої кошти з метою відтворення вод, зокрема шляхом значного скорочення маси забруднюючих речовин у своїх зворотних водах, одержують від Агенства фінансову допомогу, яка прямо пропорційна їх витратам.

Розмір платежів, методика їх розрахунку, а також обсяг фінансової допомоги розглядаються у кожному Агентстві і Комітеті басейну. При цьому враховується п'ятирічний план дій і можливості Агенства щодо фінансової допомоги. Про характер розподілу коштів за видами робіт можна судити з даних таблиця 10.3.

Таблиця 10.3.

Обсяги робіт (план на 1992-1996 рр.) Водного агентства

Види робіт	Вартість робіт, млрд. доларів США
Міська каналізація та очистка стічних вод	8,0 - 54 %
Очистка промислових стічних вод	1,9-13%
Сільське господарство	0,6 - 4 %
Підготовка питної води	2,7-18%

Водосховища	1,1 - 8 %
Природне середовище	0,4 - 3 %
Всього	14,7-100%

Структура щорічного бюджету Агенства наведена в таблиці 10.4.

Таблиця 10.4.

Структура щорічного бюджету Водного агентства

Надходження	Витрати
Платежі: за забруднення - 66 %	Фінансова допомога: субсидії - 40 %
за спеціальне водокористування - 14 %	позики - 25 %
	премії - 12 %
Повернення позик - 20 %	Накладні витрати - 9 %
	Науково-дослідні та проектні роботи – 14 %

Децентралізація управління водним господарством досягається наступним чином. Політика щодо встановлення цілей якості води є основою для прийняття рішень стосовно інвестицій і видачі дозволів на скиди до водних об'єктів. Так регулюється поетапне покращення якості води на наступні десять років та визначаються інвестиції, необхідні для цього покращення. При розробці водної політики та визначення цілей якості води Департаменти повинні проводити консультації з Водним агентством, яке має більш кваліфікований персонал і технічні можливості, ніж місцеві органи влади. По суті, це сумісна робота, яка гарантує участь громадськості у розробці рішень водної політики та її відповідальність за досягнення встановлених водною політикою цілей якості води. А це, в свою чергу, підсилює легітимність примусових засобів запровадження вимог. Одночасно, це дає поштовх до широкого аналізу якості води і ґрунтів, а також стану водокористування, до громадської оцінки дій місцевих винуватців забруднення, що з рештою приводить до розробки узгодженого плану діяльності щодо досягнення цілей якості води у водних об'єктах.

Першим кроком Міністерства навколишнього середовища при цьому є визначення цілей якості води у водних об'єктах, виходячи з



інвестиційних можливостей. Це робиться шляхом неформальних консультацій відповідних департаментів Міністерства з професійними та промисловими асоціаціями, водокористувачами, регіональною Басейною комісією, а також Технічним підкомітетом по воді (в тих регіонах, де він існує). Після цього Департамент складає проект плану якості води для кожного суббасейну.

Ці плани офіційно надаються представникам міністерств на рівні департаментів і до Басейного комітету. Після їх узгодження *план якості води з серією карт публікується і обговорюється громадськістю*. Другим кроком цієї процедури є впровадження політики та декретів префекта щодо цілей якості води та плати водокористування на рівні Департаменту (аналог області в Україні) та річкового басейну.

Викладене вище свідчить, що басейновий принцип управління водним господарством, який впроваджений у Франції з 1964 року, дозволяє успішно справлятися із складними процесами управління водними ресурсами, їх використанням, охороною та відтворення. У Франції знайшлося вирішення проблеми поєднання басейнового принципу управління і адміністративно-територіальними (департаменти), поєднання адміністрування і демократичного вирішення проблем. Слід цей досвід прийняти Україні, де вже панує кризовий стан у більшості річкових басейнів.

### **10.3. Концепція впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами, їх якістю, використанням та відтворенням**

Загальною метою управління є забезпечення „при функціонуванні соціально-еколого-економічної системи збалансованого водокористування, екологічно безпечний стан водних ресурсів, збереження і розвиток здорової водної екосистеми, що гарантує життєзабезпечення населення" [25].

У Водному кодексі України записано, що державне управління в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів здійснюється за басейновим принципом на основі державних, міждержавних та регіональних програм. Однак цей принцип до цих пір не впроваджений у практику. Впровадження його в практику дозволить виконати цілі державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення

екологічної безпеки [17]. Довготерміновими цілями політики раціонального використання і відтворення водних ресурсів та екосистем є:

- 1) зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти;
- 2) досягнення екологічно безпечного використання водних об'єктів, водних ресурсів для задоволення господарських потреб;
- 3) забезпечення екологічно стійкого функціонування водного об'єкта як елементу природного середовища із збереженням властивостей водних екосистем відновлювати якість води;
- 4) створення ефективної структури управління і механізмів економічного регулювання охорони та використання водних ресурсів.

Для поетапного виконання зазначених цілей необхідно здійснити комплекс заходів за такими пріоритетними напрямками:

- 1) охорона поверхневих і підземних вод від забруднення ;
- 2) екологічно безпечне використання водних ресурсів;
- 3) відродження і підтримання сприятливого гідрологічного стану річок та заходи боротьби із шкідливою дією вод;
- 4) удосконалення системи управління охороною та використанням водних ресурсів;
- 5) зменшення впливу радіоактивного забруднення.

Перший напрямок - **охорона поверхневих і підземних вод від забруднення** - має стратегічною метою досягнення екологічно безпечного використання водних ресурсів. Це гарантуватиме екологічну безпеку водних об'єктів, зрівноважить шкідливий вплив на водні ресурси і забезпечить здатність їх до самоочищення та самовідтворення.

Основними цілями цього напрямку є:

- зниження вмісту у водних об'єктах біогенних речовин, нафтопродуктів, пестицидів, іонів важких металів, радіонуклідів та інших шкідливих речовин;

- припинення засмічення водних об'єктів;

- удосконалення нормативно-правової та еколого-економічної бази з метою поліпшення якісного стану водних об'єктів;

- удосконалення системи обліку, моніторингу та контролю за забрудненням поверхневих і підземних вод, розроблення та введення в дію системи ідентифікації та інструментального контролю за всіма стаціонарними джерелами забруднення поверхневих вод із створенням відповідної інформаційної бази даних.

Досягнення намічених цілей забезпечуватиметься за рахунок:

а) упорядкування існуючого водовідведення на промислових об'єктах з метою повного припинення скидання у водні об'єкти неочищених та недостатньо очищених стічних вод комунального господарства та забезпечення відповідного ступеня очищення стічних вод установленим нормативам і стандартам;

б) упорядкування існуючого водовідведення на господарських об'єктах з метою повного припинення скидання у водні об'єкти неочищених і недостатньо очищених стічних вод господарських об'єктів, забезпечення відповідності ступеня очищення стічних вод встановленим нормативам та стандартам із застосуванням найкращих існуючих технологій, забезпечення відповідності ступеня очищення стічних вод проектним параметрам очисних споруд;

в) упорядкування існуючого водовідведення на сільськогосподарських угіддях з метою подальшого розвитку землеробства шляхом формування екологічної рівноваги у сільськогосподарському виробництві та досягнення протиерозійної стійкості агроландшафтів;

г) повного припинення скидання у водні об'єкти неочищених стоків з підприємств, ведення інтенсивного тваринництва шляхом будівництва гноєнакопичувальних ємностей, переходу на підстилкове утримання тварин тощо;

д) упорядкування існуючого водовідведення шляхом повного припинення скидання у водні об'єкти неочищених поверхневих стічних вод з території міст та селищ міського типу. Це дасть можливість припинити засмічення водних об'єктів і скидання забруднених стічних вод у місцях, де їх обсяги істотно впливають на екологічний та санітарно-екологічний стан водойм;

е) запобігання забрудненню підземних вод шляхом розроблення і введення в дію системи ідентифікації та удосконалення контролю за всіма існуючими і ймовірними джерелами забруднення підземних вод із створенням відповідної системи управління та інформаційної бази даних.

Другий напрям - *екологічно безпечне використання водних ресурсів* - має стратегічну мету забезпечення у процесі використання водних ресурсів пріоритету природоохоронних функцій над господарськими, раціональне використання поверхневих та підземних вод, широке впровадження водозберігаючих технологій в усіх галузях народного господарства.

Основні цілі цього напрямку:

- скорочення обсягів водоспоживання і водовідведення із впровадженням інтенсивного ведення водного господарства;
- зменшення витрат води і скидання забруднених стічних вод за рахунок удосконалення технологічних процесів у металургійній, коксохімічній, гірничодобувній та інших галузях промисловості;
- скорочення використання питної води промисловістю за рахунок використання мінералізованих підземних і шахтних вод;
- використання в промисловості оборотної і повторно використаної води на рівні 97-97,5 відсотка загального обсягу вод, що споживається промисловими підприємствами.

Досягнення намічених цілей забезпечуватиметься за рахунок:

- а) впровадження екосистемного регулювання потреб водоспоживання;
- б) упорядкування та підвищення технічного і технологічного рівня спеціального водокористування шляхом виконання природоохоронних заходів, розроблених об'єктами господарювання, а також галузевих науково-технічних та інвестиційних, регіональних та місцевих екологічних програм, забезпечення обліку використання вод;
- в) впровадження маловодних і безводних технологій, повторного використання стічних вод, замкнутих (безстічних) систем виробничого водопостачання.

Третій напрям - *відродження і підтримання сприятливого гідрологічного стану річок та заходи боротьби із шкідливою дією вод* - має стратегічною метою поліпшення загального екологічного стану водних об'єктів, що забезпечить стійке функціонування природних екосистем і гармонійний розвиток господарських комплексів.

Основні цілі напрямку:

- відновлення річок шляхом створення водоохоронних зон та прибережних смуг, розчищення та упорядкування їх поряд з відповідними заходами щодо водовідведення в їх басейнах;
- поліпшення гідрологічного, морфологічного і гідрохімічного режиму водойм та водотоків з метою створення умов для збалансованого розвитку біоти та сталого використання її людиною;
- сприяння збільшенню видового різноманіття тваринного світу та рослинності у водних об'єктах;
- формування таких властивостей русел річок, берегів і прибережних смуг та зон, які забезпечать можливість розвитку

саморегулюючих біоценозів;

- збереження водовідтворювальної здатності ландшафтів, оптимізація їх структури та забезпечення екологічної рівноваги природних процесів шляхом досягнення оптимального співвідношення угідь різних типів у басейнах річок.

Для досягнення цих цілей необхідно:

а) створити та упорядкувати водоохоронні зони і прибережні смуги;

б) підтримувати встановлений режим на територіях водоохоронних зон та прибережних смуг;

в) відновлювати і підтримувати сприятливий гідрологічний режим та санітарний стан річок;

г) здійснювати берегоукріплення;

д) запобігати шкідливій дії вод (будівництво гідротехнічних споруд, захисних дамб тощо);

е) розробити і впровадити нормативи забезпечення водності річок та інших водних об'єктів та їх екологічно безпечного використання;

е) розробити і впровадити критерії безпечно допустимого рівня антропогенного навантаження та прогнозу стану водних об'єктів;

ж) завершити екологічну паспортизацію малих річок та інших водних об'єктів;

з) удосконалити систему моніторингу та контролю за станом водних об'єктів, водоохоронних зон та прибережних смуг, зон санітарної охорони тощо.

Четвертий напрям - **удосконалення системи управління охороною вод та використанням водних ресурсів** - має основною ціллю впровадження принципів поліпшення екологічного стану водних об'єктів на основі басейнового підходу, на засадах якого розроблятимуться і впроваджуватимуться водоохоронні програми регіонів, областей, окремих населених пунктів. Реалізація можлива за рахунок:

а) створення організаційних механізмів щодо забезпечення прийняття управлінських рішень та їх фінансового забезпечення на басейновому принципі;

б) розроблення нормативно-методичної бази еколого-інвестиційної діяльності і функціонування управлінської інфраструктури у басейні;

в) розроблення та знаходження директивних документів та нормативно-методичної бази системи обліку, моніторингу та контролю за водокористуванням, охороною вод та відтворенням

водних ресурсів у басейнах річок;

г) створення басейнових геоінформаційних систем з банками еколого-водогосподарської інформації.

П'ятий напрям - *зменшення впливу радіоактивного забруднення* - має основними цілями (стратегічна мета зрозуміла з формування самого напрямку державної політики):

1) локалізація забруднених радіонуклідами поверхневих вод ближньої зони ЧАЕС та перехоплення поверхневих зливів з території Білорусі, зменшення винесення у водні об'єкти радіонуклідів, недопущення радіоактивного забруднення ґрунтових та підземних вод із свердловин і колодязів, які експлуатуються;

2) утворення науково обґрунтованої технології водоохоронної діяльності в зонах впливу ЧАЕС та в інших районах для запобігання в них радіоактивного забруднення водних систем.

Цими п'ятьма напрямками державної політики щодо водних ресурсів, їх використання, охорони і відтворення охоплена стратегічна мета і конкретні цілі. Досягненню їх повинна сприяти реформа управління водними ресурсами на басейновій основі.

На основі узагальнення міжнародного досвіду управління водами, особливостей водних ресурсів, їх особливого значення в існуванні і розвитку біосфери, зокрема людства, у розвитку економіки керівними принципами управління водами слід вважати наступні [25].

**1. Принцип обережності.** Згідно з цим принципом дії, спрямовані на запобігання регулювання або зменшення захворювань людей і ушкоджень екосистем, пов'язаних з водою, не можуть відкладатися на пізніший час з тих причин, що науковими дослідженнями ще не повністю доведено причинний зв'язок між чинником, на який дія спрямована, з одного боку, і потенційним внеском цього чинника щодо існування пов'язаної з водою хвороби або ушкодження екосистеми, з другого.

**2. Принцип запобігання,** згідно з яким запобігання захворювання людей, тварин чи ушкодженням екосистеми краще, ніж лікування чи ліквідації наслідків ушкоджень.

**3. Принцип справедливості** для всіх поколінь людей. Згідно з цим принципом водними ресурсами слід управляти так, щоб потреби нинішнього покоління задовольнялися без загрози можливості прийдешніх поколінь задовольняти їх власні потреби.

**4. Принцип плати** за забруднення. Згідно з цим принципом всі витрати, що пов'язані із запобіганням, регулюванням і зменшенням

забруднення, мають відшкодовуватися тим (тими), хто це забруднення створює.

5. **Принцип багатогранності** цінності води, згідно з яким вода розглядається як така, що має соціальну, економічну та екологічну цінність і нею потрібно управляти так, щоб оптимально реалізувати збалансовану комбінацію цих цінностей.

6. **Принцип збереження** води, згідно з яким ефективно її використання досягається різними способами, наприклад, шляхом застосування механізмів плати.

7. **Принцип прозорості**. Згідно з цим принципом органи влади забезпечують доступ громадськості до екологічної інформації та пов'язаної з нею інформації щодо стану здоров'я населення в рамках, установлених законодавством.

8. **Принцип участі** громадськості, згідно з яким зацікавлену громадськість інформують щодо головних рис важливих запропонованих рішень стосовно довкілля і здоров'я населення на ранніх стадіях процесу прийняття рішення, з дотриманням вимог щодо адекватності, вчасності та потенційної дієвості цієї інформації, а також забезпечують участь представників громадськості в підготовці та прийнятті рішень.

9. **Інтеграційний принцип**. Згідно з цим принципом водними ресурсами слід управляти, наскільки це можливо, в інтегрований спосіб у межах басейнів водних об'єктів, з метою пов'язання соціального та економічного розвитку з охороною природних екосистем, а також водного управління з заходами щодо регулювання якості повітря та використання землі в межах всієї водозбірної території, включаючи прилеглі прибережні морські води і підземні водоносні горизонти.

10. **Принцип уразливості**, згідно з яким особлива увага приділяється тому, що (хто) особливо уразливе (уразливий) щодо захворювань, ушкоджень, шкоди, пов'язаних з водою.

11. **Принцип справедливого** доступу до води, згідно з якими справедливим доступ до води, адекватний як з огляду на її кількість, так і на її якість, надається всім членам суспільства, особливо тим, хто відчуває якісь негаразди або соціальні обмеження.

12. **Принцип взаємної відповідальності**. Згідно з цим принципом з одного боку, додержання всіх прав фізичних та юридичних осіб, пов'язаних з водою, забезпечується законом, з другого, ці особи несуть юридичні і моральні зобов'язання щодо свого внеску в охорону вод і

збереження водних ресурсів.

**13. Принцип локалізації**, згідно з яким місцеві проблеми, протребита знання відображаються в усіх рішеннях щодо управління водами.

**14. Принцип делегування** повноважень, згідно з яким рішення приймаються на самому нижчому з можливих рівнів.

Автори роботи [25] вважають, що ці принципи у значній мірі відносяться не лише до водного середовища, а й взагалі до всіх компонентів довкілля. Басейнове управління є специфічним для води і повинно бути реалізованим в Україні тому, що його доцільність підтверджена довготерміновим міжнародним досвідом, особливо враховуючи кризовий стан водних екосистем України.

Світовий досвід свідчить, що специфіка такого компонента довкілля як води, полягає у тім, що ефективне управління їх станом з метою забезпечення всіх потреб суспільства, які пов'язані з водою, можливо лише у межах річкового басейну. Тобто об'єктом управління станом вод, їх використанням, охороною і відтворенням може бути лише басейн річки як єдине економіко-географічне ціле. Це вимагає такої організації суспільства в прийнятті управління, коли всі його функції - планування, регулювання, моніторинг, інспектування (контроль) - здійснюється з одного центру в межах басейну.

Система управління водними ресурсами, їх використанням, охороною і відтворенням повинна відповідати специфіці формування вод – об'єкта управління, враховуючи безперервну зміну параметрів цього об'єкта, які визначають його фізичний, хімічний і біологічний стан.

Визначальними рисами такої системи мають бути такі:

1) самодостатність, тобто органи управління мають всі важелі управління і забезпечують самовідтворюючий розвиток системи;

2) науково-обґрунтоване використання сучасних інструментів юридичного, адміністративного, економічного і технічного регулювання;

3) повна відповідність вимогам ринкової економіки і використання її механізмів;

4) демократизм і прозорість діяльності в усіх ланках системи;

5) участь усіх зацікавлених верств суспільства в прийнятті управлінських рішень;

6) формування політичної волі осіб, що приймають рішення, під постійним впливом громадськості, неурядових організацій, водокористувачів;



7) повна відповідальність за стан водних об'єктів у межах басейну та задоволення потреб водокористувачів і водоспоживачів.

Лише система, яка має ці риси, а вони є визначальними, може створювати умови для належного водозабезпечення всіх учасників водогосподарського комплексу басейну із збереженням басейнової геоекосистеми.

При вирішенні окремих питань комплексного раціонального використання водних ресурсів басейну нерідко виникають певні труднощі, зокрема:

- неспівпадання вимог, потреб різних споживачів до кількості і якості водних ресурсів;
- різна залежність від природних умов;
- необхідність виконання одним і тим же водним об'єктом часто протилежних функцій - джерела водопостачання, середовища життя гідробіонтів, приймача стічних вод тощо;
- поява диспропорцій між наявністю водних ресурсів і потребами в них.

Часто екологічні і економічні інтереси водокористувачів вступають у протиріччя, для вирішення їх необхідно віднайти найбільш ефективні умови водокористування. Такі умови можуть бути різними у залежності від галузевої незалежності водокористувачів, обсягів і видів водокористування, гідрологічних умов басейну тощо.

Це, а також безліч великих і малих визначальних і зовсім незначних чинників, безліч мінливих зв'язків між цими чинниками надзвичайно ускладнюють вироблення регуляторних та інших управлінських рішень.

Тому створення такої системи управління та забезпечення її ефективного функціонування задача надзвичайно важка і її вирішення потребує великого об'єму забезпечуючих юридичних, законодавчих організаційних та інших робіт. Однак після їх виконання перебудова управління водними ресурсами, їх використання, охороною і відтворенням повинна бути одномоментним, тому що різко змінюються функції всіх органів, які приймають участь у цьому управлінні.

Слід нагадати, що декларування басейного принципу управління водами є в статті 13 Водного кодексу України. Принципові політичні рішення щодо управління водами на басейновому принципі прийняті ще в 1997 році. У затверджених Постановою Верховної Ради України від 5 червня 1997р. N2 320/97 - ВР "Основні напрями державної

політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки” [17] здійснення управління водними ресурсами на основі басейнового принципу визначено як одне з пріоритетних завдань на найближчі 5-10 років. "Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води" [15] передбачає також впровадження басейнового принципу управління водокористуванням, охороною і відтворенням водних ресурсів. З прийняттям Водного кодексу України, "Основних напрямів ... " [15] ситуація в галузі управління водними ресурсами дещо покращилася: проголошено басейновий принцип управління водними ресурсами, унормовано платне водокористування тощо. Однак функції управління, використання і охорони водних ресурсів було розпорощено між різними гілками влади, а затрати на поліпшення екологічного стану водних об'єктів і водних ресурсів фінансуються, в основному, з державного бюджету за залишковим принципом [6]. За розрахунками авторів роботи [6] фінансування заходів на оздоровлення, наприклад, басейну Дніпра склало у 1986-1990 рр. - 20 % від необхідних затрат, у 1991-1995 рр. - до 10 %, а в 1996-2000 рр. - менше 5 %. У підсумку маємо кризову екологічну ситуацію в басейні Дніпра і в інших річкових басейнах.

Є надія, що згідно Закону України "Про загальнодержавну програму розвитку водного господарства" до 2010 року передбачається повний перехід на басейновий принцип управління водними ресурсами України на основі басейнових угод на рівні басейнового комітету, який буде громадським органом управління [6]. Крім того, в 2003 році Кабінет Міністрів України затвердив комплексну програму реалізації на національному рівні рішень, прийнятих на Всесвітньому Самміті з питань сталого розвитку в Йоганнесбурзі. Одним із заходів цієї Програми є впровадження інтегрованого управління водними ресурсами [11] за басейновим принципом.

Щоб здійснити управління на басейновому рівні, необхідно забезпечити здійснення таких заходів [11]:

- перегляд існуючих організаційних рамок управління водними ресурсами та формування дієвих органів управління в басейнах річок;
- створення ефективних органів координації між різними організаціями, що відповідають за різнобічні аспекти в управлінні водними ресурсами;
- організація нових і підтримка вже існуючих органів управління

річковими басейнами, включаючи створення міждержавних, транскордонних органів управління;

- інвентаризація транскордонних органів управління водними ресурсами, створення органів для координації дій транскордонних органів управління.

Центральними питаннями управління водними ресурсами, їх використанням, охороною і відтворенням на басейновому принципі є розширення сфер діяльності басейнових органів управління, передача на басейновий рівень більшої частини повноважень.

#### **10.4. Основні органи управління водними ресурсами річкового басейну**

Органи управління мають поєднувати прагнення людей і виконання законів природи, іншими словами задовольняти потреби людей і не зашкодити екосистемам річкового басейну. Тому на всіх рівнях управління повинен бути науковий супровід і звичайно, доскіпливий моніторинг і контроль.

Органи управління мають бути двох видів — „законодавчими” і виконавчими [11, 25]. Перший — Басейнова Рада — колективний орган, що складається з представників водокористувачів і водоспоживачів, місцевих органів влади, спеціально уповноважених органів влади у сфері використання і охрони водних ресурсів, громадських організацій, представників науки (згідно профілю). Цей своєрідний „парламент води” має забезпечувати координацію діяльності регіональних регіонів виконавчої влади, організацій водокористувачів і водоспоживачів, всього населення басейну в такий спосіб, щоб не завдати шкоди природі басейну. Подальше існування нині існуючого управління недопустиме тому, що проблема забруднення води в річках, деградація екосистем досягла рівня, коли можлива екологічна катастрофа.

Басейнова Рада складається з представників влади і представників усіх шарів суспільства. Чисельність Ради залежить від кількості населення у басейні. До Басейнової Ради має входити один представник від 50-100 тисяч осіб населення басейну. Ці представники створюють колегії (комітети).

Чисельність колегій повинна складати по 20 % осіб чисельності Ради.

У випадку, коли в басейні річки є кілька держав, то кількість

представників від кожної залежить від кількості населення в басейні і розташування відносно гирла річки. Розташовані нижче по течії держави мають у 1,5 рази більшу квоту для своїх представників у колегіях Басейнової Ради ніж держави, розташовані вище по течії. Може бути випадок, коли квота представництва визначається спеціальними міжнародними угодами, але завжди співвідношення між колегіями повинно зберігатися. Створення Басейнових Рад басейнів на міждержавному рівні повинне в першу чергу ґрунтуватись на існуючій законодавчій базі і практиці співробітництва між країнами басейнів річок у галузі охорони довкілля, спільного використання водних ресурсів тощо.

Формування складу Басейнової Ради відбувається шляхом делегування чи виборів і затверджується після узгодження Національним Комітетом з водних проблем та міністрами Міністерства надзвичайних ситуацій, Міністерства фінансів, Міністерства охорони здоров'я, Міністерства освіти і науки та Міністерства закордонних справ (для випадку міждержавних річкових басейнів), Міністерства охорони навколишнього середовища.

Басейнова Рада визначає водну політику басейну в цілому і окремих його регіонів з урахуванням національної політики, регламентує господарську діяльність (яка впливає на формування стоку) на території басейну, водокористування і водоспоживання, - водозабір, скиди забруднених вод тощо, з врахуванням самовідновлювальної спроможності водної екосистеми, розглядає проекти технічного оснащення водного господарства і охорони водних ресурсів, затверджує регіональні нормативи плати за використання і забруднення водних ресурсів, розглядає питання формування басейнового фонду і фінансування водогосподарських, водо - природоохоронних проектів.

Засідання Басейнової Ради відбуваються кожен квартал і в кінці року. Виконавчим органом басейнового управління є виконавчий Комітет (Водне Агентство). Це орган управління, який підпорядкований Міністерству охорони навколишнього природного середовища через Басейнову Раду, іншими словами Водне Агентство виконує всі розглянуті Радою басейну проекти. Водне Агентство очолює Правління у складі 33 членів. Голова Правління призначається Прем'єр-міністром за поданням державного Комітету України по водному господарству та Ради річкового басейну і входить до постійного штату Водного Агентства. Інші 32 члени Правління не

входять до постійного штату Водного Агенства.

Робочий апарат Водного Агенства не може перевищувати 80-100 чол.

У складі робочого апарату має бути кілька комісій, з них основні:

- фінансова;
- позик і субсидій;
- проектів і перспективних розробок;
- зв'язків.

Робочий апарат Водного Агенства очолює виконавчий директор, який призначається Правлінням Водного Агенства за поданням його голови та звітує перед Правлінням.

До функцій басейнового управління має належати:

1) визначення методики розрахунків та розмірів забору за: забір води з водного об'єкта;

- скидання до водного об'єкта нормованих речовин;
- пропуск води через турбіни гідроелектростанцій; використання водного об'єкта водним транспортом;

- видобування у межах земель водного фонду корисних копалин і рослин;

- користування водними об'єктами для потреб рибного і мисливського господарства.

2) стягнення з водокористувачів грошових зборів за види водокористування, перелічені в пункті 1);

3) розробка п'ятирічних планів управління річковим басейном;

4) прийняття рішень щодо видачі позик і надання субсидій водокористувачам, які ефективно зменшують шкідливий вплив на довкілля;

5) проведення аналізу географічних, геологічних, гідрологічних та демографічних характеристик басейну, а також аналізу землекористування та економічної діяльності;

6) вивчення впливу людської діяльності на екологічний стан поверхневих, підземних вод басейну і морських прибережних вод;

7) проведення економічного аналізу використання води в межах басейну;

8) виявлення всіх ділянок водних об'єктів, де відбувається забір питної води;

9) складання реєстру всіх ділянок (зон), які було визначено чинним законодавством такими, що підлягають особливій охороні;

10) розробка програми моніторингу стану поверхневих, підземних і

морських прибережних вод;

11) розробка програми додаткового моніторингу стану ділянок (зон), що підлягають особливій охороні;

12) встановлення екологічних нормативів (стандартів чи категорій) якості води. Розробка програми заходів, спрямованої на досягнення екологічних цілей, в тому числі нормативів граничнодопустимого скидання (забруднень) (ГДС) і регламентів періодичного водовідведення;

13) забезпечення інформування громадськості щодо проектів плану управління річковим басейном і врахування зауважень;

14) участь у співпраці з іншими компетентними органами в заходах для запобігання або зменшення наслідків аварій, які призводять до забруднення вод.

Функції 1, 2, 7 доцільно покласти на фінансову комісію; функцію 4 - на комісію позичок і субсидій; функції 3, 9, 10 та 12 - на комісію проектів і перспективних розробок, а функції 5, 6, 8, 13 і 14 - на комісію зв'язків.

Виконуючи свої функції, басейнові органи управління повинні завжди мати на увазі, що в будь-якому басейні формується специфічний басейновий водогосподарський комплекс, який складається із взаємозв'язаних, взаємообумовлених і взаємозалежних природних ресурсів, у всіх їх формах, видах і проявах, і соціально-господарських структур і утворень, що у сукупності створюють умови для забезпечення проживання населення і функціонування економіки. Стержнем цього комплексу є річка, а пов'язуючою ланкою - водні ресурси. Саме вони створюють умови стійкого функціонування всього соціально-еколого-економічного комплексу басейну. Диспропорція і порушення збалансованості у функціонуванні цього комплексу неминуче веде до руйнування його природно-ресурсної або соціально-економічної складової, а частіше всього - і тієї і іншої, тому що їх взаємозв'язок – генетичний.

Виділяючи водогосподарську сферу, треба відмітити, що в басейні функціонує як загальнобасейнова структура водного господарства, так і водне господарство окремих водоспоживачів і водокористувачів. Такий поділ умовний, і він наведений для підкреслення специфіки і особливості організації водозабезпечення на різних ієрархічних рівнях.

Басейнове водне господарство об'єднує об'єкти і споруди, які створюють сприятливі умови водозабезпечення всіх учасників

водогосподарського комплексу (всіх водоспоживачів і водокористувачів) на основі комплексного раціонального використання спільних водних ресурсів із врахуванням збереження басейнової геоєкосистеми. До певної межі це декларація, яка в реальних умовах не дотримується, що й веде до порушення збалансованості елементів басейнового водогосподарського комплексу, появи кризових ситуацій у природно-ресурсній і в соціально-економічній складових.

При вирішенні окремих питань комплексного раціонального використання водних ресурсів басейну нерідко виникають певні труднощі, а саме:

неспівпадання вимог різних водоспоживачів і водокористувачів до якості і кількості водних ресурсів;

різна залежність від природних умов;

необхідність виконання одним і тим же водним об'єктом протилежних функцій- джерела водопостачання, середовища проживання гідробіотів, приймача стічних вод;

поява диспропорцій між наявністю водних ресурсів і потребами в них.

Часто економічні і екологічні інтереси водокористувачів і водоспоживачів вступають у протиріччя, для розв'язання яких необхідно знати нові більш ефективні умови водокористування. Такі умови можуть бути різними, у залежності від галузевої належності водоспоживачів і водокористувачів, об'єму і виду водокористування, гідрологічних умов басейну. Координацію і управління цим процесом повинні здійснювати басейнові органи управління використанням і охороною водних ресурсів за допомогою нормативноправових і економічних механізмів (не втручаючись прямо у зміст і експлуатацію галузевих водогосподарських систем, якими управляють самі водокористувачі і водоспоживачі).

Зробивши цей відступ, слід повернутися до розгляду функцій Водного агенства, вірніше до окремих моментів і особливостей цих функцій.

Методики розрахунків плати, що розробляються Водним Агенством, розглядаються Басейною Радою і затверджуються Мінекоресурсів. Ці методики повинні бути зрозумілими без притягнення будь-яких інших нормативно-методичних документів і наближені до тих, що успішно використовуються у країнах Європейського Союзу. Слід встановити плату за безповоротне

водоспоживання та втрати води, за видобування у межах земель водного фонду корисних копалин (піску, гравію) і рослин, за користування водними об'єктами для потреб рибного і мисливського господарства. Сам процес збирання плати з водокористувачів і водоспоживачів необхідно організувати так, щоб було повністю зрозуміло за що нарахована плата і куди вона витрачається. Необхідно, щоб будь-яке значне використання води оплачувалось користувачем в обсязі повної екологічної вартості. Плата повинна використовуватися для цілей поліпшення стану басейнової геоекосистеми.

Користувачі та посередники, які займаються водоспоживанням чи збиранням зворотної води для її скидання у водні об'єкти, не повинні отримувати жодних субсидій і фінансової підтримки, наслідком яких може стати підрив мети цієї вимоги [25]. Це не стосується надання субсидій і кредитів, спрямованих на вдосконалення технічного рівня водокористування та ін. Це ще раз підтверджує необхідність розгляду всіх планів і методик на Раді басейну.

Економічна діяльність басейнового управління регулюється технічними вимогами, які повинні включати вимоги щодо таких елементів:

1. Обчислення повної економічної вартості, яка повинна містити наступні складові:

а) експлуатаційні та накладні витрати;

б) капітальні витрати (початковий внесок плюс погашення відсотків);

в) амортизаційні резерви для інвестицій, що були отримані раніше;

г) резерви для майбутніх інвестицій;

д) нормативи плати, які відображають екологічні збитки та вартість ресурсів, пов'язані з відповідними заборами води або скидами.

2. Правила, спрямовані на уникнення перехресного субсидування між різними галузями економічної діяльності, та правила, спрямовані на встановлення розподілу видатків між окремими користувачами.

3. Правила, якими регулюються дозволені видатки.

4. Правила, якими регулюється використання доходів, отриманих від запровадження нормативів плати, описаних у п. 1. д).

Плани управління річковим басейном повинні розроблятися, узгоджуватись і обговорюватись у всіх колегіях і комісіях Басейнової Ради і Водного Агенства і затверджуватись Мінікоресурсами за поданням Держводгоспу. Плани управління публікуються. Розробка,



узгодження та затвердження планів виконується не пізніше ніж за шість місяців до закінчення строку дії попереднього плану.

У планах управління річковим басейном обов'язково повинні міститися щонайменше такі складові: правовий статус органів управління; взаємозв'язки між ними та іншими органами; узгоджені стратегії досягнення екологічних цілей; результати вивчення впливу людської діяльності на довкілля; результати економічного аналізу використання води в межах річкового басейну; інформацію про реєстр ділянок (зон), що підлягають особливій охороні; про результати здійснення програм моніторингу.

Особлива увага має бути приділена інформації про прийняту програму заходів, включаючи: а) опис національного та місцевого законодавства, на підставі якого були ухвалені заходи (а також інформацію про те, яким чином ці заходи будуть втілюватись у життя); б) інформацію про заходи, вжиті з метою впровадження збору за використання води; в) про заходи, вжиті для досягнення визначених нормативів (стандартів) якості води; про заходи щодо водних об'єктів, стан води котрих за складом хімічних речовин гірший ніж „добрий”.

План управління річковим басейном повинен включати також рекомендації стосовно дій на національному або міжнародному рівнях, які виходять за межі повноважень басейнового управління, здійснення яких необхідні для забезпечення нормального стану річкового басейну.

Для задоволення природного екологічного стану водних об'єктів для кожного водного об'єкта чи його ділянок встановлюються локальні екологічні нормативи (стандарти або категорії) якості води, а саме:

- цільовий екологічний норматив якості води, який є кінцевою метою при поетапному її покращенні;
- проміжний екологічний норматив якості води, який служить для визначення комплексу водоохоронних заходів на черговому етапі досягнення цільового екологічного нормативу;
- діючий (тимчасовий) екологічний норматив (стандарт або категорія) якості води, який є обов'язковим стосовно дотримання в даний час і забезпечує непогіршення існуючої якості води у водному об'єкті.

Методика та порядок екологічного нормування якості води узгоджуються Національним Комітетом з водних проблем, Державним Комітетом України з водного господарства, Державним

Комітетом України з гідрометеорології та затверджуються Міністерством екології та природних ресурсів України.

Локальні екологічні нормативи розглядаються і затверджуються Басейною Радою.

Рада річкового басейну розробляє програму екологічного оздоровлення річкового басейну, яка містить цілі і заходи для їх досягнення. Кожних 4 роки програма переглядається і вдосконалюється. Вважається, що така програма має містити такі заходи:

1) заходи, які є необхідними для втілення в життя принципів національного або місцевого законодавства з раціонального використання, охорони та відтворення водних ресурсів;

2) заходи, які є необхідними для впровадження зборів за використання води;

3) заходи, які є необхідними для досягнення нормативів (стандартів) якості води, визначених для ділянок (зон) водних об'єктів, призначених для забору питної води;

4) заходи до поліпшення стану всіх водних об'єктів, стан яких є гіршим від "доброго".

Серед цих заходів слід відмітити такі:

- більш інтенсивний моніторинг розповсюдження та природи забруднення у межах водного об'єкта;

- дослідження джерел забруднення;

- негайний перегляд усіх ліцензій і дозволів у тому числі нормативів ГДС та регламентів водовідведення.

5) контроль забору прісної поверхневої і підземної води; реєстр організацій, які здійснюють водозабір та вимогу попереднього ліцензування забору;

6) вимогу попередньої видачі дозволу на всі види діяльності, які потенційно можуть згубно вплинути на стан вод;

7) заборону прямих скидів у підземні води забруднюючих речовин.

Водне Агенство і Басейнова Рада у співпраці з іншими компетентними органами розробляють також плани попередження або зменшення наслідків можливих аварій (пожеж, катастрофічних паводків і повеней, розривів нафто- і різних продуктопроводів тощо), які можуть вплинути на екологічний стан басейну, його водні екосистеми.

## **10.5. Механізм фінансування діяльності органів управління**

## річкового басейну

Основним принципом слід вважати самодостатність Басейнової Ради і Водного Агенства і принцип оплати водоспоживачами і водокористувачами водних ресурсів, які вони споживають чи використовують. Чим більш "екологічніше" користування, тим менша плата.

При запровадженні басейнового принципу управління поділ водних об'єктів на загальнодержавні та місцевого значення не може існувати - для цього немає ніяких аргументів, крім того, поділ водокористування на загальне, спеціальне та неспеціальне виконаний без належного обґрунтування, недивлячись на те, що згідно Водного кодексу України 1.5 до спеціального водокористування можна віднести:

- забір води з водного об'єкта із використанням спеціальних споруд і технічних засобів;

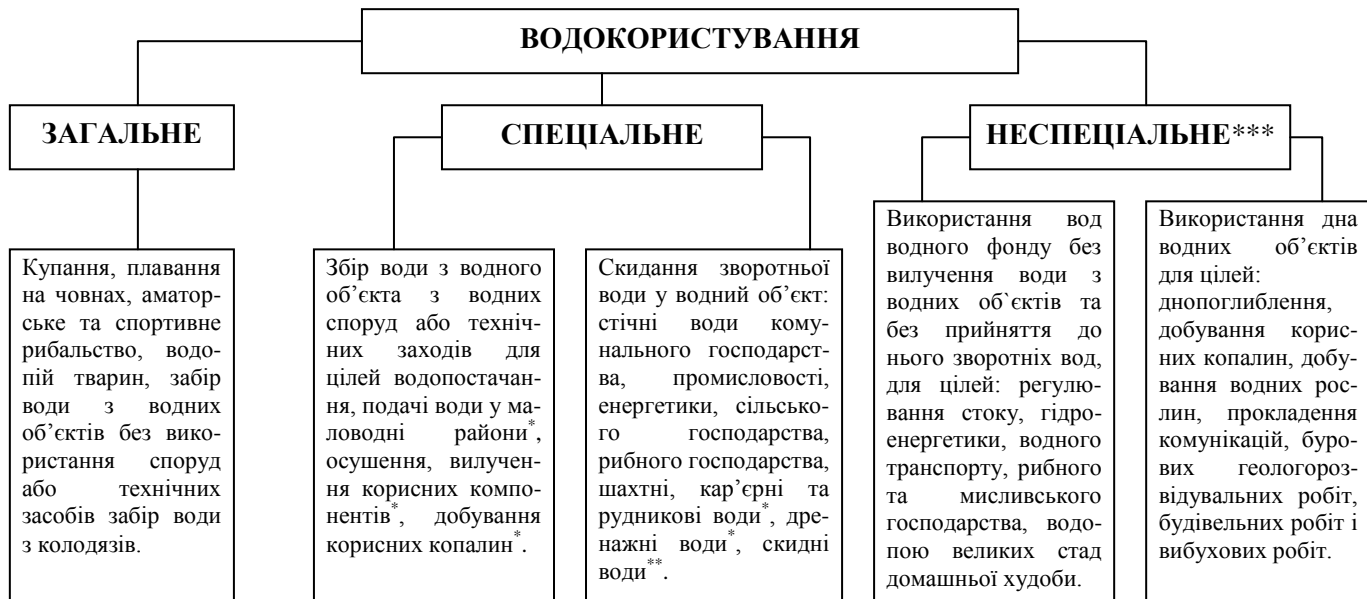
- скидання зворотної води у водний об'єкт;

- використання вод без вилучення їх з водного об'єкта та без прийняття до нього зворотніх вод, тобто для цілей регулювання стоку, гідроенергетики, водного транспорту, повітряного транспорту, рибного та мисливського господарства;

- використання дна річок, озер та інших водних об'єктів для днопоглиблення, добування корисних копалин, добування водних рослин, прокладання комунікацій, бурових і геологорозвідувальних робіт, будівельних робіт, вибухових робіт,

Слід згодитися з пропозицією [25] про поділ водокористування на загальне, спеціальне та неспеціальне (рис. 10.2).

Існуючі документи, за якими нараховується (справляється) плата за водокористування [9, 20, 21, 23] мали негативний вплив на економне споживання водних ресурсів внаслідок наявності великої кількості виключень [21].



**Рис. 10.2. Структура видів водокористування**

Примітки: \* ці види водокористування у Водному кодексі України неправомірно виключені із спеціального водокористування.

\*\* скидні води у Водному кодексі України не розглядаються

\*\*\* термін „неспеціальне водокористування” є авторською пропозицією [16] він охоплює всі інші види водокористування, що не входять до загального та спеціального водокористування.

Це зокрема стосується плати за воду, що використовується для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення; за підземну воду, яка є сировиною для технологічного процесу вилучення корисних копалин; за воду, що пропускається через турбіни ГАЕС; за воду, що використовується для потреб зовнішнього благоустрою території міст та інших населених пунктів; за воду, що перекидається в маловодні райони та інш.

Ці та інші виключення створюють можливість фактично завищувати витрати води на ці цілі, зменшуючи плату за інші використання води. Це суперечить визнаному на міжнародному рівні принципу забезпечення умов, за яких той, хто використовує воду (водоспоживач чи водокористувач), має сплатити її повну економічну вартість.

На жаль, водокористувачі і водоспоживачі, які платять за користування водними ресурсами, не знають куди і як використовується ця плата, хоч і декларується, що ці кошти ідуть на заходи по охороні довкілля. Тут слід нагадати, що частка платежів за забруднення довкілля у структурі валового внутрішнього продукту становила менше 0,01 %. [23].

Перехід до управління водними ресурсами, їх використанням, охроною та відтворенням на басейновому принципі потребує кардинальної зміни фінансування цього управління. Міжнародний досвід говорить про те, що для розуміння складності як самого управління, так і його фінансування влада країни була зацікавлена у проведенні в життя політики такого управління і розуміння таких питань :

- 1) бачення всіх завдань, які мають бути вирішені;
- 2) прозорість, необхідна для досягнення і мобілізації партнерів;
- 3) довготривалі правила, цілі та пріоритети, які повинні поступово досягатися;
- 4) обмеженість традиційного фінансування за рахунок громадських фондів;
- 5) басейнова плата за воду: захід для фінансування та мобілізації партнерів.

Передумовою мобілізації всіх партнерів і пошуку злагоди, консенсусу є введення в дію сучасної ефективної інформаційної системи.

Відносно третього питання — довготривалі правила, цілі та пріоритети досконала водна політика повинна обов'язково включати

регулятивні вимоги, процедури та стандарти, які ясно і чітко визначають законодавчу основу і зобов'язання зацікавлених сторін. Цілі, які неможливо зразу досягти, треба визначати у перспективних планах на 10 і 20 років. Для досягнення цих цілей розробляється інструмент впровадження планів - програма пріоритетних дій, що розраховуються на 4-5 років.

Четверте питання, яке стосується традиційного фінансування за рахунок громадських фондів. Існуючі системи фінансування не можуть задовольнити потреби будь-якого сектору за допомогою традиційних громадських бюджетних можливостей. Тому необхідно створити системи фінансування, які базуються на участі і солідарності користувачів. Через відсутність взаємної солідарності (згідно досліджень авторів роботи [25] повинні бути передбачені додаткові специфічні заходи, які б спонукали до зменшення шкідливого впливу та створювали стимули до зменшення витрат на знешкодження зворотніх вод. Сучасну систему фінансування має бути адаптовано до відповідної ситуації у кожній країні, але, як правило вона включає:

- адміністративні податки за видачу дозволів на водокористування або інше використання водних об'єктів;

- штрафи за порушення регулятивних вимог і стандартів або матеріальну відповідальність у разі випадкових або навмисних дій, що спричиняють шкоду;

- встановлення тарифів для промислових і комерційних одержувачів колективних послуг, які пов'язані з використанням води. Воно полягає в забезпеченні оплати водоспоживачами колективних послуг, яка враховує всі прямі та, там де це можливо, непрямі витрати, як інвестиційні, так і експлуатаційні, пропорційно обсягу наданих послуг або обсягу споживання води (питна вода, зворотні води, вода для промислових підприємств, зрошення та ін.).

Плата за воду є цільовим податком, призначеним для фінансування діяльності та устаткування, необхідним для всієї громади. Розмір цієї плати пропорційний обсягу споживання води та забруднення всіх видів для всіх категорій водоспоживачів і водокористувачів. Ця плата забезпечить повністю або у значній мірі фінансування програм пріоритетних дій.

І, накінець, п'яте питання, - басейнова плата за воду як захід для фінансування та мобілізацію партнерів. Локальна система плати в масштабах річкового басейну уже довела свою високу ефективність. Вона не виключає застосування загальнонаціональної системи

платежів, якщо вона законодавчо закріплена й дозволяє доцільно перерозподілити кошти між різними містами та сільськими місцевостями або фінансувати великі міжбасейнові проекти чи якусь міжбасейнову діяльність. В існуючих успішно діючих системах розмір платежів установлюють або пропонують Басейнові Ради, а збирання плати та перерозподіл коштів здійснюють фінансові Фонди Водних Агенств, які виконують роль фондів взаємної допомоги. Вони збирають податки, які обговорено і навіть прийнято зацікавленими користувачами, тарифи яких розраховано так, щоб покрити витрати, потрібні для здійснення багаторічних програм пріоритетних дій.

Між реальною програмою та залученими до її реалізації фондами існує тісний зв'язок. Такий підхід, який спирається на систему консенсусу, прийняту в Басейнових Радах, сприяє створенню клімату кооперації відповідальності та професіоналізму серед усіх учасників.

III і V Міжнародні конгреси "Вода: екологія і технологія" (ЕКВАТЕК-98 та ЕКВАТЕК-2002) значну увагу приділили управлінню водами, зокрема платного водокористування [7, 24]. Матеріали Конгресів підтверджують, що кризовий стан водоекологічних та водогосподарських умов вимагає впровадження екосистемного підходу до господарських заходів, вдосконалення системи управління водними об'єктами й водними ресурсами та законодавчо-нормативної бази, що регулює питання вивчення, використання й охорони водних об'єктів із урахуванням екологічних чинників; механізмів платного водокористування та його впровадження в практику водопостачання, водовідведення, очищення природних і зворотних вод, новітніх технологій. Зазначається, що при водокористуванні пріоритетними має стати дотримання принципів екологічної безпеки. Одночасно передбачається випереджаюче вирішення проблем створення адекватної екологічним вимогам законодавчо-правової та нормативної системи, яка відповідає новим соціально-екологічним умовам економічного механізму водогосподарської діяльності.

У рекомендаціях конгресу ЕКВАТЕК-98 визначається пріоритетна необхідність розробки державної політики у галузі екологічно безпечного використання та збереження природних вод і механізмів її реалізації, розробки методичних основ формування цін і платежів за використання водних ресурсів і забруднення довкілля, а також інших методів стимулювання водоохоронної діяльності.

В цих рекомендаціях запропоновано розробити та внести

пропозиції щодо переведення водогосподарських експлуатаційних підприємств, які займаються питаннями відновлення, охорони та благоустрою водних об'єктів, на самооплатність і фінансування за рахунок коштів зацікавлених водокористувачів. Визначено за доцільне створення автоматизованих систем моніторингу водних об'єктів, розраховане на раннє виявлення передаварійних і аварійних ситуацій.

Виходячи з викладеного вище, тобто з аналізу зарубіжного досвіду впровадження басейнових схем управління, організаційних та економічних варіантів басейнового підходу розроблення наукових засад, концепції та плану впровадження басейнової системи управління в Україні, а також розроблення її організаційно-функціональної структури із урахуванням існуючих недоліків чинних законодавчих і підзаконних актів та рекомендацій міжнародних форумів, стає можливим розробити пропозиції щодо механізмів фінансування діяльності органів системи басейнового управління.

Види платного водокористування можуть включати:

- забір води з водного об'єкта з використанням споруд або технічних засобів для цілей: водопостачання, подачі води у маловодні райони, осушення, вилучення корисних компонентів, добування корисних копалин (супутні води);

- скидання зворотної води у водний об'єкт (стічні води комунального господарства, промисловості, енергетики, сільського господарства, рибного господарства, шахтні, кар'єрні та рудникові води, дренажні води, скидні води);

- використання вод водного фонду без вилучення води з водного об'єкта та без прийняття до нього зворотних вод з метою регулювання стоку для цілей гідроенергетики, інших потреб (у тому числі пропусків), для потреб водного транспорту, повітряного транспорту, рибного і мисливського господарств, водопою великих стад домашньої худоби;

- використання дна водних об'єктів для цілей: днопоглиблення, добування корисних копалин, добування водних рослин, прокладання комунікацій бурових і геологорозвідувальних робіт, будівельних робіт, вибухових робіт.

Басейнове управління згідно з встановленою демократичною процедурою приймає конкретні рішення щодо видів водокористування, які підлягають оплаті. При цьому має братися до уваги принципове положення про те, що будь-яке втручання у



природний процес існування водного об'єкта призводить до більшого чи меншого впливу на нього, який необхідно контролювати та регулювати. Витрати на це, а також на компенсацію шкідливого впливу такого втручання, повинен відшкодувати той, хто здійснює таке втручання (водокористувач). Згідно з Водним кодексом України, виняток встановлюється для всіх випадків загального водокористування. Оскільки платне водокористування є запорукою його економності та ефективності, слід уникати повного звільнення від його справляння. У тих випадках, коли необхідність фінансових пільг є доконечною потребою, басейнове управління може встановлювати на якийсь час пільгові розміри платежів для окремих водокористувачів.

Як повинна визначатися методика розрахунків і розмірів плати у басейні?

Басейнове управління (Басейнова Рада, Водне Агенство) повинно визначити мінімально необхідні витрати на кожний наступний рік (для забезпечення всіх запланованих заходів) і лише після цього розраховувати відповідні тарифи та розміри плати конкретних водокористувачів згідно з поданими ними й узгодженими басейновим управлінням заявками на забір води та скидання нормованих речовин. Сумарний розмір плати має забезпечувати фінансування всіх заходів та накладних витрат, необхідних для ефективного управління водами річкового басейну.

Після схвалення Басейною Радою установлені розміри плати включаються до договорів на водокористування та стають обов'язковими до виконання.

В умовах басейнового управління, коли плата за водокористування буде відчутною статтею витрат водокористувачів, установлення лімітів може втратити свою регулюючу роль, бо самі водокористувачі будуть зацікавлені у зменшенні до мінімально необхідних обсягів забору води та маси речовин, що скидаються до водного об'єкта. Виключення лімітів і дозволів на водокористування дозволить басейновому управлінню найкращим чином задовольняти реально необхідні в наступному році потреби водокористувачів, обмежуючи їх лише в тих випадках, коли сума заявлених потреб буде перевищувати можливості водного об'єкта щодо їх задоволення. Це є загальною тенденцією при переході економічної систем із жорстким централізованим управлінням до гнучкої ринкової економіки. Першій системі притаманні дефіцит і ліміти, другій - автоматичне

регулювання економічними засобами відповідності попиту й пропозиції.

Між басейновим управлінням (Водним Агенством) і водокористувачами та водоспоживачами повинні укладатися договори. Це принципово нова форма організації водокористування, яка покладе край нерівноправним відносинам між тими, хто платить за водокористування, і тими, хто цю плату отримує. Бо до цього часу, той, хто отримує плату, ніяких зобов'язань щодо забезпечення потреб платника на себе не брав. У договорах на водокористування необхідно обумовити усі зобов'язання басейнового управління щодо кількості та якості водних ресурсів та інших параметрів водокористування, недотримання яких (за винятком непереборних причин; стихійне лихо тощо) тягне за собою фінансові санкції до басейнового управління на користь водокористувача. У свою чергу басейнове управління повинно мати право на відшкодування своїх витрат безпосереднім винуватцем їх виникнення. З другого боку, в договорах установлюється характеристика й обсяг водокористування, розміри плати за водокористування, строки її внесення, розмір пені за несвочасне внесення плати, інші обов'язки водокористувача та санкції за їх невиконання.

Таким чином у сфері водокористування та водоспоживання буде діяти механізм товарогрошових відносин, в яких водні ресурси, вилучені з водного об'єкта, виступають як товар, який має споживчу вартість.

Збирання плати за водокористування і водоспоживання є головним джерелом надходжень до бюджету Виконавчого Комітету. На прийнятій у Франції практиці збирання плати за безповоротне водоспоживання слід зупинитися окремо, тому що вона стимулює вдосконалення технологій та має сенс із екологічної точки зору. Найбільшу частку надходжень до бюджету становить плата за забруднення – 66%. Базова плата за забруднення у Франції визначається, виходячи із доби з найбільшою масою забруднюючих речовин, що відводяться. Це дуже спрощує розрахунки плати та контроль у процесі використання, бо дозволяє в разі виявлення хоча б одного перевищення встановлених обмежень розповсюджувати його на весь період скидання у межах кварталу.

З викладеного вище випливають такі висновки:

1. Світова практика свідчить про те, що басейнове управління водами є прогресивним і набирає все більшого поширення;

2. Адміністративно-територіальний принцип управління водними ресурсами, який ще є в Україні, не відповідає процесам формування режиму і якості поверхневих і у значній мірі підземних вод.

3. Існуючі басейнові управління ще не є центральними органами у басейні, які враховували б всі умови формування вод і впливали б на збереження і відтворення їх.

4. Природоохоронне фінансування і плата за водокористування є недосконалою і неефективною, не сприяє впровадженню екологічно безпечних технологій. Необхідно впроваджувати міжнародний досвід збирання плати за водокористування та фінансування водоохоронних заходів. Фінансовий механізм доцільно організувати безпосередньо у межах басейну річки під контролем громадськості, минаючи державний і місцеві бюджети.

## **10.6. Інтегроване управління водними ресурсами**

Подальший розвиток управління водними ресурсами на басейновому принципі веде до Інтегрованого Управління Водними ресурсами (ІУВР). Цей шлях до екологічно безпечного водокористування визначений на Всесвітньому самміті в Йоганесбурзі в серпні 2002 року міжнародним співтовариством. Інтегроване Управління Водними Ресурсами – це процес, що сприяє координованому розвитку і управлінню водними, земельними і пов'язаними з ними ресурсами з метою досягнення максимально соціально-економічного благополуччя на справедливій основі, не ставлячи під загрозу стійкість життєво важливих екосистем.

Принципи ІУВР були вперше сформульовані в рамках консультативного процесу і остаточно уточнені на Міжнародній конференції по воді і навколишньому середовищі у Дубліні в 1992 р. Вони призначені для внесення змін у ті концепції і практичні реалії, які вважаються основоположними для покращення управління водними ресурсами. Ці принципи не є статистичними; існує нагальна необхідність їх оновлення і доповнення, у світлі досвіду їх інтерпретації і практичного застосування. Дублінські принципи стали суттєвим вкладом в рекомендації «Порядок денний – XXI», схваленої конференцією ООН по навколишньому середовищу і розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 р. З цього часу ці принципи (принципи Дубліна-Ріо) отримали універсальну підтримку серед міжнародної громадськості як провідні принципи ІУВР. Пізніше вони були

удосконалені на конференціях в Хараре і Парижі в 1998 р. і Комісією ООН з стійкого розвитку, а також на зустрічі «Ріо + 5» в 1998 р.

Ці принципи формуються так:

1. Прісна вода є кінцевим і уразливим ресурсом, життєво важливим для підтримання життя, розвитку і навколишнього середовища.
2. Розвиток і управління водою повинні базуватися на підході, який передбачає участь, включаючи користувачів, проєктантів і осіб, які приймають рішення всіх рівнів.
3. Жінки відіграють важливу роль у забезпеченні, управлінні і збереженні води.
4. Вода має економічну цінність у всіх галузях водокористування, що конкурують, і повинна бути признана товаром.

Перший принцип проголошує необхідність системного підходу, признаючи всі характеристики гідрологічного циклу і взаємодію з іншими природними ресурсами і екосистемами. Ресурси прісної води розглядаються як природні основні фонди, які необхідно зберегти, щоб забезпечити стійкість розвитку та існуючих послуг.

З першого принципу виходять і відносини водокористувачів верхньої і нижньої течії. Надлишкове використання або забруднення ресурсів у верхній течії може залишити користувачів нижньої течії права на їх частку ресурсів.

Людина може впливати на продуктивність водних ресурсів, зокрема змінами у землекористуванні. Це – заліснення, вирубка лісів, урбанізація тощо. Найбільший ефект для покращення екологічного стану досягається не лише впливом на воду в руслі, а зокрема її забруднення, але і створення умов у басейні, за яких формується поверхневий стік високої якості. Це оптимальна лісистість та розташування лісів відносно річки, розораність земель (лише тих, які розташовані на горизонтальних площах), залуження всіх схилів тощо. Системне управління не лише включає управління природними системами, воно також робить необхідним координацію між різними видами людської діяльності, які створюють потребу у воді, визначає використання землі і дає пов'язану з водою продукцію. Необхідні також скоординовані рішення на всіх рівнях, а також механізми, які забезпечують врахування вартості води при прийнятті економічних рішень при виборі видів продукції і споживання. Розвиток організаційної структури, здатної об'єднати людські системи – економічні, соціальні і політичні – являє суттєвий виклик.

Другий принцип (підхід, що базується на участі) говорить, що вода є об'єктом, по відношенню до якого кожний є користувачем. Участь у прийнятті рішення буде лише тоді, коли користувачі є частиною процесу прийняття рішень. Тип участі залежить від масштабу впливу того чи іншого рішення з управління водою або інвестування та від економічної ситуації. Участь вимагає, щоб користувачі всіх соціальних рівнів мали вплив на рішення на різних рівнях управління водою. Підхід з участю є єдиним способом досягнення тривалого консенсусу і згоди. Участь означає прийняття на себе відповідальності з визнанням впливу галузевого водокористування на інших користувачів і необхідності підвищення ефективності водокористування і стійкого розвитку ресурсу. Оскільки участь не завжди досягає консенсусу, повинні існувати механізми вирішення конфліктів або арбітражний процес. Управління міжнародними басейнами вимагає створення транснаціональних координаційних комітетів і механізмів розв'язання конфліктів.

Принцип третій: важлива роль жінок. Участь жінок у прийнятті рішень часто ігнорується з огляду на національні і культурні традиції. Національні традиції дуже відрізняються, тому необхідно розробляти різні механізми для залучення жінок на всіх організаційних рівнях. Розвиваючи повну і ефективну участь жінок на всіх рівнях прийняття рішень, необхідно враховувати, які ролі те чи інше суспільство надає чоловікові і жінці.

Принцип четвертий: вода як економічний товар. Багато провалів в управлінні водою були викликані уявою про воду як про продукт, що не має ціни. Щоб отримати максимальну вигоду із доступних водних ресурсів, необхідно змінити відношення до води і признати затрати, що виникають при розподілі води. Необхідно чітко розмежувати ціну води і плату за воду. Ціна води важлива для раціонального використання як дефіцитного ресурсу регуляторними чи економічними методами. Введення плати за воду – це економічний інструмент заохочення водозбереження і ефективного використання та створення стимулів для управління попитом, забезпечення окупності і заохочення споживачів до додаткового інвестування.

Повна ціна води складатиметься з корисної ціни – або економічної ціни – і природної ціни. Економічна ціна залежить від користувача і виду водокористування і включає: ціну для користувачів, чисту вигоду від втрат води на евапотранспірацію чи поворотний стік і вклад води у досягнення соціальних цілей.

Повна вартість води, яку надають водокористувачу, включає повну економічну вартість і екологічні затрати, пов'язані з проблемами охорони здоров'я населення, збереження екосистем. Повна економічна вартість складається з: повної вартості доставки і управління водою, затрат на експлуатацію і утримання і капітальних затрат, що пов'язані із зміною економічної активності.

Таким чином, ІУВР передбачає інтеграцію управління водою і землею, управління поверхневими і підземними водами, інтеграцію кількості і якості в управлінні водними ресурсами, інтеграцію інтересів верхньої і нижньої течії, а також людських систем (міжгалузева інтеграція і розвиток національної політики, макроекономічні ефекти розвитку водних ресурсів, інтегрування всіх користувачів у процесі планування і прийняття рішень, інтеграція управління водою і скидами).

Для впровадження ІУВР дуже важливо, щоб законодавство:

- було засновано на об'явленій національній політиці водних ресурсів, яка розглядає воду як ресурс і робить наголос на базових потребах людей і захисті екосистем;
- охороняло права на воду (користування), даючи можливість участі приватним і громадським інвестиціям;
- регулювало монополізований доступ до води і водним послугам і попереджати шкоду третій стороні;
- забезпечувало збалансований підхід між розвитком ресурсів для економічних цілей чи захистом якості води, екосистем та інших суспільних благ;
- забезпечувало прийняття рішень, що базуються на здоровій економічній, екологічній і соціальній оцінці;
- забезпечувало можливість використання найновіших економічних інструментів, що засновані на принципі участі там, де це необхідно.

Зміна водного законодавства – складний і тривалий процес і тому законодавство зберігається у загальному виді, створюючи права і обов'язки всіх користувачів в управлінні водою, права регулюючих організацій і штрафи за порушення закону. Детальні інструкції повинні бути розміщені у найбільш динамічній частині законодавчої системи, наприклад, в інструкціях і правилах, які можуть змінюватися при зміні обставин.

Запровадження Інтегрованого Управління Водними Ресурсами (згідно вказаних вище Дублінських принципів) є завданням на майбутнє.

Перебудова управління використанням охороною і відтворення водних ресурсів в Україні за басейновим принципом є задачею сьогодення і першим підготовчим станом до впровадження ІУВР.

***! Опрацювавши цей розділ, ви повинні вміти:***

1. Пояснити в чому полягає басейновий принцип управління використанням, охороною та відтворенням водних ресурсів.
2. Знати переваги управління водними ресурсами за басейновим принципом перед існуючим нині в Україні.
3. Пояснити в чому полягає інтегральне управління водними ресурсами.

***? Запитання і завдання для самостійної роботи:***

1. Які недоліки існуючої в Україні системи управління використанням, охороною та відтворенням водних ресурсів?
2. Які органи управління водними ресурсами існують у Франції і які і чому можна рекомендувати для впровадження в Україні?

## Література до розділу 10

1. Богословский Б.Б., Самохин А.А. и др. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 422 с.
2. Величко А.Б. Роль защитных лесных насаждений в очистке загрязненного поверхностного стока//Мелиоративная роль лесных насаждений. Харьков, 1968. – с. 64-71.
3. Вода России. Экосистемное управление водопользованием. /Под науч. ред. А.М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург: Изд. «АКВА-ПРЕСС», 2000. – 356 с.
4. Вода России. Экономико-правовое управление водопользованием. /Под науч. ред. А.М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург: Изд. «АКВА-ПРЕСС», 2000. – 408 с.
5. Водний кодекс України//Відомості Верховної Ради України. – 1995. – № 24. – 189 с.
6. Дубняк С.С., Дубняк С.А. Становлення басейнового принципу управління водними ресурсами України на основі екосистемних підходів//Наукові записки Тернопільського нац. педагог. університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. вип. «Гідроекологія». – 2005. № 3 (26) С. 143 – 145.
7. Экватек 2002: Материалы конгресса.//Под общ. ред. проф. Л.И. Эльпинера. – М., 2002. – 948 с.
8. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»//Відомості Верховної ради УРСР. – 1991. - № 41. – 546 с.
9. Зміни й доповнення до Інструкції про порядок обчислення та сплати платежів за спеціальне використання прісних водних ресурсів. Затв. Наказом Державної податкової адміністрації України, Міністерства економіки України, Міністерства охорони навколишнього природного та ядерної безпеки України, Державного комітету України з водного господарства, Державного комітету України з геології і використання надр від 03 березня 1998 р., № 94/21/33/16/26. Зареєстр. У Міністерстві юстиції України 31 березня 1998 р., № 217/2657//Офіційний вісник України. 1998 р. - № 13. С. 232 – 242.
10. Інструкція про порядок обчислення та сплати платежів за спеціальне використання прісних водних ресурсів. Затв. Наказом Головної державної податкової інспекції України, Міністерства економіки України, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, Державного комітету України з водного



господарства, Державного комітету України з геології та використання надр від 14 квітня 1994 р., № 26/50/52/46/48.

11. Методичні основи удосконалення інтегрованого управління водними ресурсами України за басейновим принципом /Звіт про НДР. НАН України, Рада по вивченню продуктивних сил України. – К. – 2004. – 45 с.

12. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса в различных природных зонах СССР//Гидрологические исследования в лесу. М.: Наука. 1970. – С. 5-78.

13. Назаров Г.В. Вынос фосфора и азота с сельскохозяйственных водозборов. //Доклады АН СССР. 1986. – Т. 286. – Вып. 2. – С. 454 – 456.

14. Назаров Г.В. Гидрологическая роль почвы. – Л.: Гидрометеоиздат. 1981. – 215 с.

15. Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості води. Затв. Постановою Верховної Ради України від 27 лютого 1997 р., № 123/-ВК.: ІПК «Укрводприрода». Галузевий центр науково-технічної інформації і фонд стандартів. Мінекобезпеки України. – 1997. – 92 с.

16. Николаенко В.Т. Лес и защита водоемов от загрязнения. – М.: Лесная промышленность. 1980. – 264 с.

17. Основні напрями державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки//Відомості Верховної Ради України. – 1998. № 38-39. С. 770-816.

18. Підліснюк В.В. та ін. Україна та Рамкова Директива Є.С. Посіб. /Підліснюк В.В., Алієв К.А., Стефанівська Т.Р. – К.: Вид. Дім «КМ Академія», 2002. – 44 с.

19. Победов Н.С. Физическая география . Ч. II. Геоморфология. М.: Изд-во геодезической лит-ры. 1954. – 263 с.

20. Порядок справлення плати за спеціальне використання водних ресурсів. Затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 8 лютого 1994 р., № 75. Екологія і закон: Екологічне Законодавство України, кн.. 1. – К.: Юрінком Інтер, 1997. – С. 454-457.

21. Про встановлення нормативів плати за спеціальне використання водних ресурсів: Постанова Кабінету Міністрів України від 8 лютого 1997 р. № 164//Бізнес.1997. – 25 лютого - № 7 (214).

22. Програма дій «Порядок денний на XXI століття»/Переклад з англ.: ВГО «Україна. Порядок денний на XXI століття». – К.: Інтелсфера. 2000. – 360 с.

23. Про індексацію базових нормативів плати за забруднення навколишнього природного середовища. Наказ Міністерства охорони навколишнього середовища і ядерної безпеки України від 29 грудня 1995 р., № 153. погоджено з Мінекономікою, Мінфіном. Зареєстр. у Міністерстві юстиції України від 12 січня 1996 р., № 21/1046.

24. Резолюція III Міжнародного конгресса «Вода: екологія и технология» ECWATECH 98. //Материалы конгресса. М. 1998. – С. 1-10.

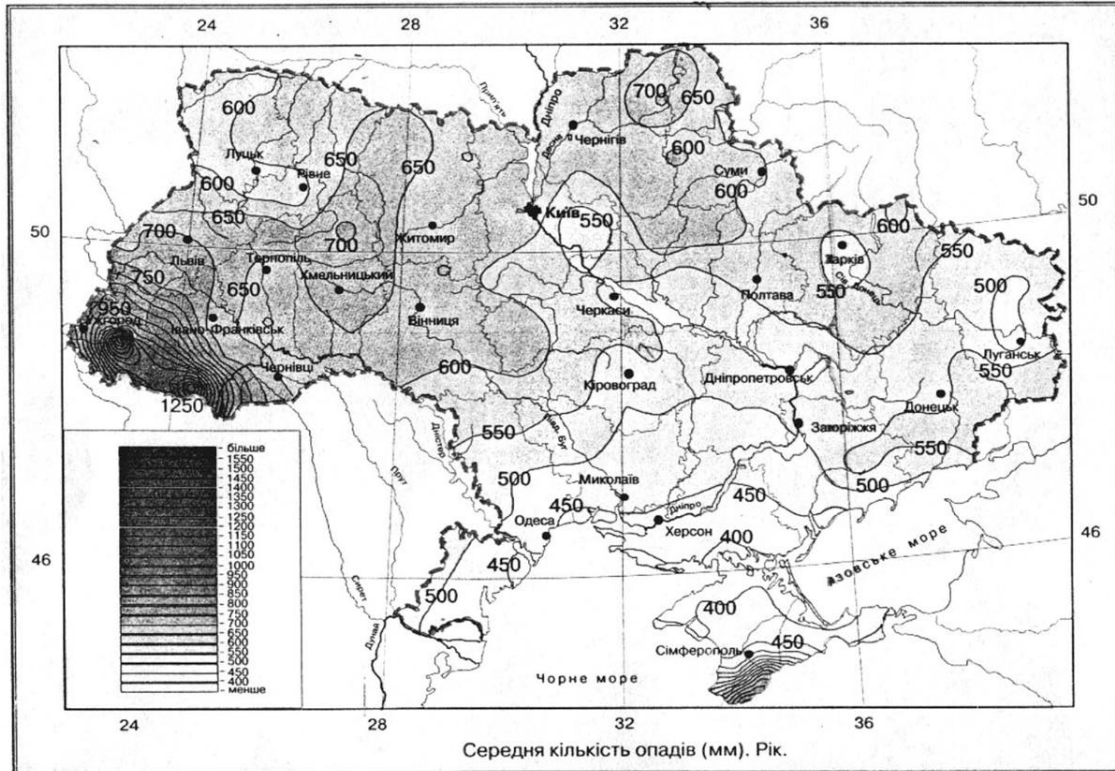
25. Система управління охороною вод у басейні Дніпра. О.І. Васенко, В.Р. Лозанський. – Харків: УкрНДІВЕР. 1999. – 123 с.

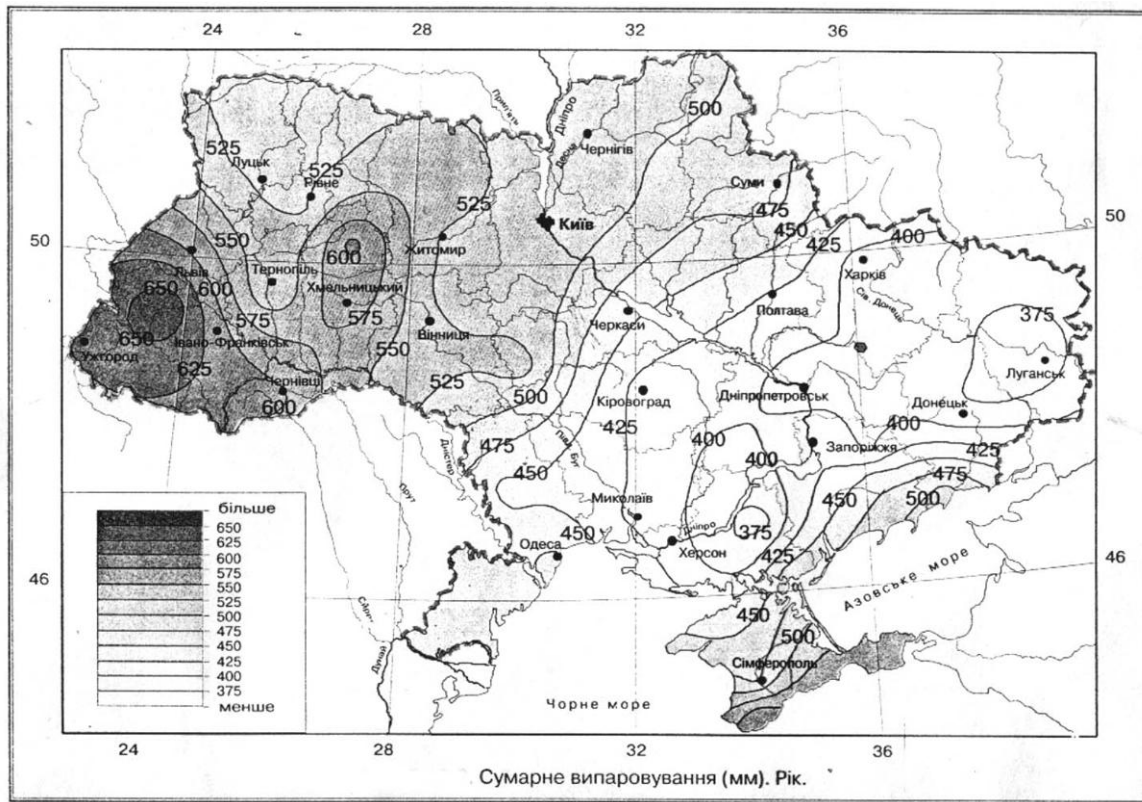
26. Фролов И.Т. Гуманитарные проблемы экологии//Правда. 1991. 5 с.

27. Шумаков Б.Б., Безднина С.Я. Концептуально-методологические принципы экосистемного водопользования. //Мелиорация и водное хозяйство. – 1996. - № 4. – С. 31-33.

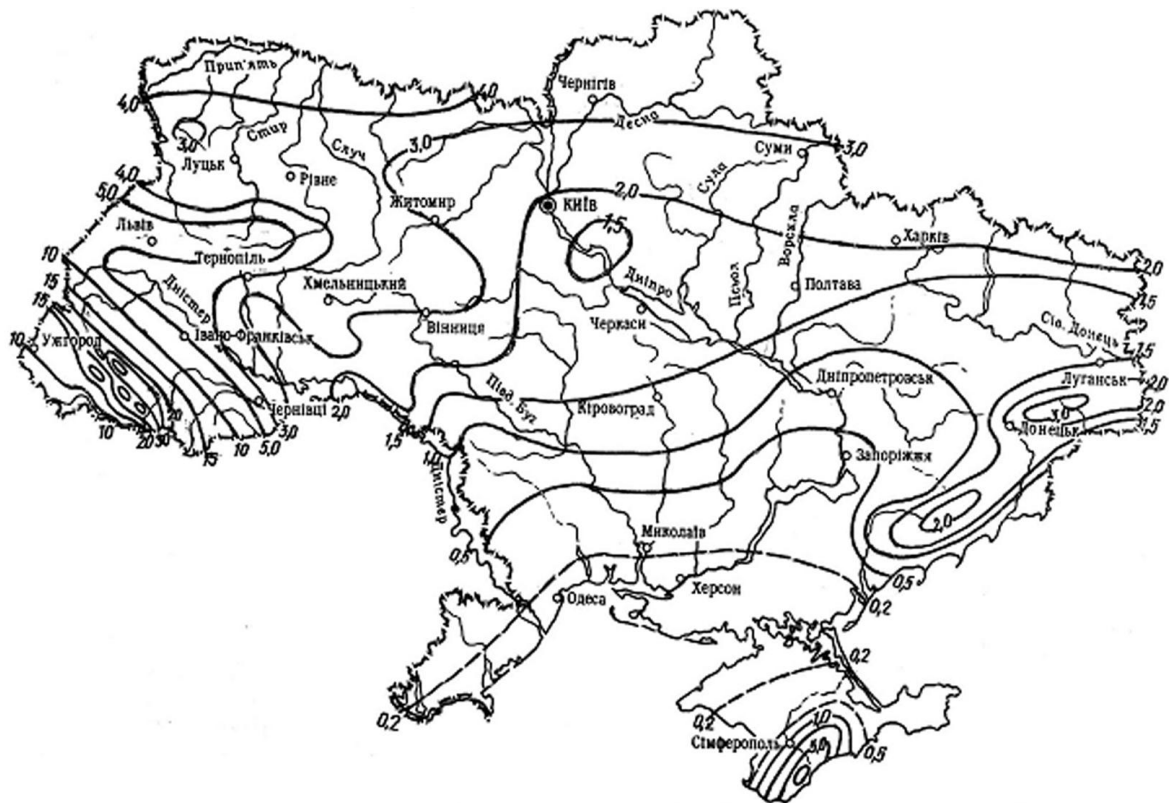
# ДОДАТКИ

Додаток 1

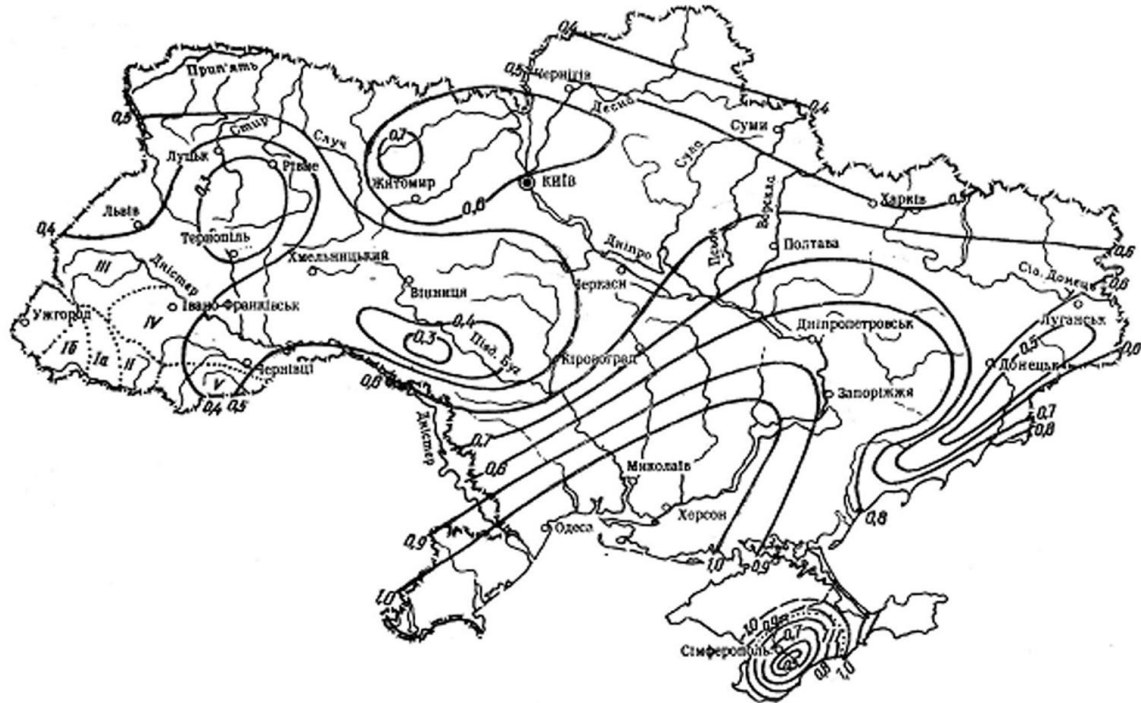




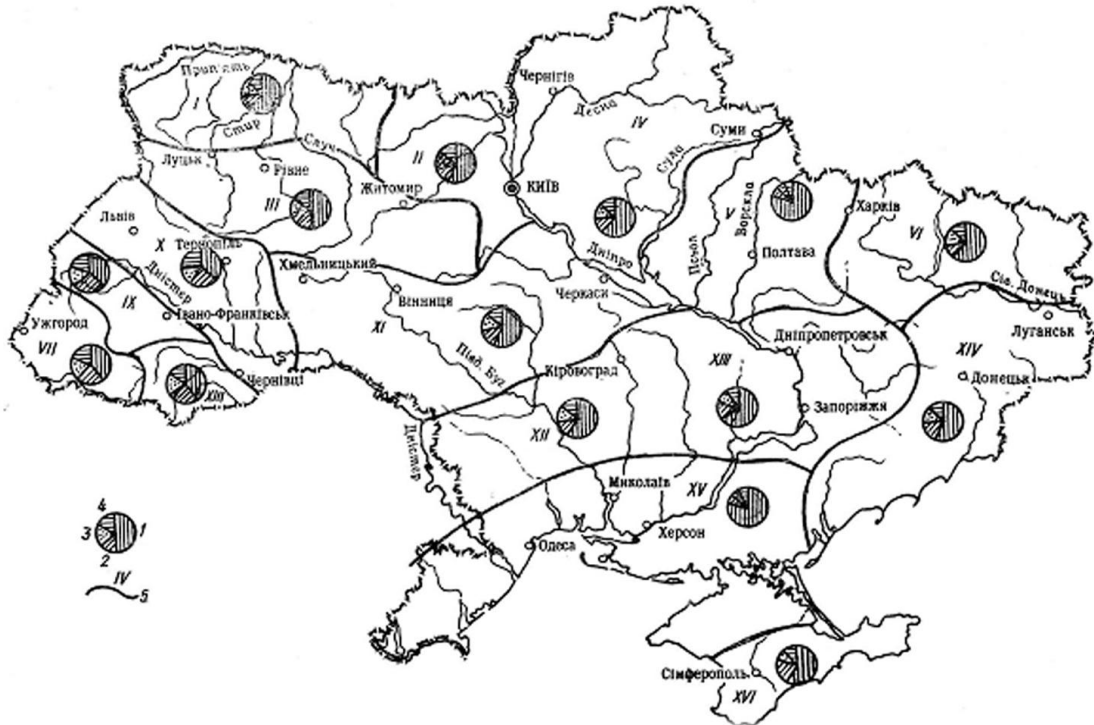
Додаток 3. Середній багаторічний стік річок України, л/с км<sup>2</sup>



Додаток 4. Коефіцієнт річного стоку річок України



Додаток 5. Районування території України за внутрішньорічним розподілом стоку  
1 – весна; 2 – літо; 3 – осінь; 4 – зима; 5 – номери і межі районів



Типові схеми розподілу (%) річного стоку річок України за місяцями в характерні за водністю роки  
(1- багатоводний, 2 – середній, 3 – маловодний, 4 – дуже маловодний [Яцик, 1997])

Водність року	За місяцями											
	I	II	III	IV	V	VI	VI I	VI II	IX	X	XI	XI I
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Річки північної частини України												
<i>Район I</i>												
1	7,8	4,1	32,4	12,1	4,5	4,8	2,5	1,3	1,8	3,6	7,9	17,2
2	5,5	3,4	41,9	15,2	6,8	3,6	1,7	1,1	1,3	2,2	3,9	13,4
3	3,1	2,3	48,4	21,3	9,0	2,0	0,9	0,6	1,3	1,7	3,4	6,0
4	1,3	0,9	52,7	25,0	11,6	1,5	0,8	0,5	0,7	0,9	1,7	2,4
<i>Район II</i>												



1	4, 9	12 ,6	42 ,8	9, 8	3, 8	8, 4	3, 2	2, 1	2, 0	2, 7	4, 8	2, 9
2	3, 2	8, 3	41 ,3	14 ,4	6, 1	4, 8	3, 2	2, 4	2, 7	3, 5	5, 7	4, 4
3	5, 3	4, 4	38 ,6	16 ,2	7, 7	5, 1	3, 2	3, 8	2, 8	3, 7	5, 4	3, 8
4	4, 2	4, 5	34 ,0	16 ,6	9, 4	5, 8	3, 7	4, 4	3, 0	4, 0	5, 4	5, 0

*Район III*

1	5, 0	13 ,6	32 ,4	9, 9	4, 9	4, 2	6, 9	3, 4	3, 3	4, 1	6, 4	5, 9
2	6, 1	10 ,7	32 ,2	13 ,0	6, 2	4, 4	3, 0	3, 8	4, 2	5, 2	6, 3	4, 9
3	5, 7	7, 0	32 ,0	14 ,4	7, 9	3, 9	3, 0	3, 1	4, 6	5, 2	6, 6	6, 6
4	4, 6	5, 7	34 ,3	17 ,4	9, 6	3, 6	2, 5	2, 5	4, 4	4, 8	5, 5	5, 1

Продовження додатку 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

<i>Район IV</i>												
1	3, 4	6, 6	13 ,6	46 ,5	4, 0	3, 4	1, 9	1, 6	2, 6	4, 3	4, 3	7, 8
2	3, 4	4, 1	48 ,5	16 ,1	5, 3	3, 5	1, 9	1, 6	2, 1	3, 1	4, 8	5, 6
3	3, 4	3, 5	42 ,3	21 ,1	8, 2	3, 1	2, 0	1, 6	2, 0	2, 9	4, 8	5, 1
4	3, 3	3, 3	40 ,8	22 ,3	9, 5	3, 0	2, 0	1, 6	2, 1	3, 0	4, 7	4, 4
<i>Район V</i>												
1	9, 7	2, 8	59 ,2	11 ,9	2, 9	2, 6	2, 2	1, 0	0, 7	1, 3	2, 3	3, 4
2	2, 1	2, 0	56 ,8	15 ,6	4, 2	2, 8	1, 5	0, 9	1, 4	2, 2	3, 8	6, 7
3	2, 4	1, 6	48 ,9	20 ,9	9, 0	2, 4	1, 6	0, 9	1, 5	2, 4	3, 8	4, 6
4	1, 5	1, 3	44 ,9	25 ,7	12 ,1	2, 2	1, 6	1, 0	1, 4	2, 2	3, 2	2, 9
<i>Район VI</i>												

1	3, 1	15 ,8	48 ,0	11 ,1	3, 2	3, 2	3, 1	2, 1	1, 5	2, 2	2, 6	4, 1
2	4, 5	5, 8	40 ,9	16 ,3	6, 6	4, 2	2, 6	2, 1	2, 6	3, 2	4, 3	6, 9
3	4, 8	4, 2	33 ,6	19 ,8	9, 4	4, 2	2, 8	2, 2	2, 8	3, 8	5, 1	7, 3
4	3, 8	4, 1	33 ,9	19 ,1	8, 2	5, 1	3, 6	3, 1	3, 9	4, 1	4, 3	6, 8
<i>Район VII</i>												
1	6, 7	10 ,4	11 ,2	17 ,4	7, 0	6, 8	7, 4	3, 6	2, 7	4, 2	7, 9	14 ,7
2	4, 9	11 ,8	12 ,3	19 ,2	6, 9	7, 2	6, 9	3, 7	3, 4	4, 7	8, 5	10 ,5
3	4, 1	8, 5	15 ,1	19 ,2	7, 9	10 ,1	6, 2	4, 1	3, 0	3, 9	8, 6	9, 3
4	2, 2	3, 4	17 ,8	23 ,3	9, 9	10 ,8	5, 8	4, 2	3, 4	3, 8	9, 2	6, 2

## Продовження додатку 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Район VIII</i>												
1	6, 4	2, 8	6, 8	19, 5	12, 1	11, 5	8, 0	5, 9	4, 9	5, 0	8, 0	9, 1
2	4, 0	3, 7	7, 6	20, 8	13, 6	10, 7	7, 6	5, 2	4, 6	5, 6	9, 0	7, 6
3	3, 6	3, 2	8, 8	22, 8	14, 2	10, 7	7, 4	5, 8	4, 5	5, 3	7, 8	5, 9
4	2, 6	2, 5	9, 5	25, 5	15, 5	10, 6	7, 1	6, 0	4, 6	5, 0	7, 0	4, 1
<i>Район IX</i>												
1	3, 7	8, 0	7, 9	17, 9	8, 2	17, 0	10, 3	5, 8	5, 9	3, 4	4, 4	7, 5
2	3, 6	7, 0	11, 6	19, 9	7, 0	9, 9	10, 5	5, 6	7, 2	4, 4	7, 3	6, 0
3	3, 2	4, 2	13, 6	21, 2	8, 5	12, 7	8, 4	5, 2	4, 2	5, 3	6, 7	6, 8
4	2, 3	3, 24	24	16	11	11	6, 4	4, 4	4, 4	4, 4	5, 5	4, 4

	5	2	,8	,9	,6	,0	9	6	3	7	0	5
<i>Район X</i>												
1	5, 3	9, 9	23 ,4	8, 7	5, 9	8, 6	8, 0	6, 3	5, 8	5, 7	6, 6	5, 8
2	5, 3	9, 8	20 ,6	10 ,5	8, 3	7, 9	7, 4	5, 5	6, 1	6, 2	6, 2	6, 2
3	5, 8	7, 7	18 ,0	12 ,3	9, 5	7, 9	6, 3	5, 8	7, 0	6, 5	6, 5	6, 7
4	6, 0	7, 4	17 ,9	12 ,2	9, 9	7, 7	5, 9	5, 8	7, 3	6, 8	6, 4	6, 7
<i>Район XI</i>												
1	4, 6	11 ,4	34 ,5	10 ,5	4, 5	5, 2	8, 1	3, 5	3, 6	4, 2	5, 1	4, 8
2	4, 6	9, 4	32 ,6	12 ,7	6, 3	6, 6	4, 1	3, 2	3, 9	5, 1	5, 7	5, 8
3	5, 5	8, 5	29 ,4	16 ,0	8, 8	5, 4	3, 4	3, 2	4, 0	4, 7	6, 3	4, 8
4	5, 0	8, 0	28 ,4	17 ,8	9, 8	4, 7	2, 9	2, 7	4, 6	5, 2	6, 0	4, 9

## Продовження додатку 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Річки південної частини України												
<i>Район XII</i>												
1	6, 5	5, 9	5, 3	38 ,9	12 ,8	4, 7	5, 9	4, 2	3, 1	3, 2	3, 8	5, 7
2	6, 7	5, 5	8, 8	34 ,5	15 ,9	5, 5	5, 3	3, 1	2, 2	2, 8	4, 2	5, 5
3	6, 4	7, 1	10 ,5	27 ,9	20 ,5	6, 2	4, 3	2, 7	2, 4	2, 9	3, 9	6, 1
4	6, 1	6, 3	11 ,1	31 ,2	17 ,9	5, 1	3, 8	2, 6	3, 0	2, 8	3, 9	6, 2
<i>Район XIII</i>												
1	3, 6	5, 7	14 ,7	52 ,7	3, 7	3, 0	3, 3	3, 7	2, 4	1, 7	2, 2	3, 3
2	5, 2	4, 8	7, 4	44 ,9	16 ,3	4, 9	2, 5	2, 2	2, 8	2, 3	2, 2	4, 3
3	4, 8	4, 2	11 ,5	38 ,2	20 ,3	4, 5	2, 8	1, 9	2, 1	2, 6	3, 1	4, 0

4	5, 7	5, 6	10 ,5	35 ,4	19 ,0	5, 2	2, 9	1, 8	2, 0	3, 2	3, 7	5, 0
<i>Район XIV</i>												
1	5, 5	7, 6	6, 4	32 ,6	14 ,8	7, 7	6, 2	4, 3	2, 9	3, 2	4, 1	4, 7
2	4, 5	7, 6	11 ,0	28 ,8	16 ,7	8, 0	5, 4	4, 4	2, 4	2, 4	3, 7	5, 1
3	5, 4	6, 8	11 ,3	28 ,9	18 ,5	7, 3	5, 3	4, 1	2, 2	2, 0	3, 5	4, 7
4	5, 7	7, 9	11 ,3	28 ,7	18 ,7	6, 7	4, 1	3, 6	1, 7	2, 3	3, 9	5, 4
<i>Район XV</i>												
1	2, 9	4, 9	22 ,2	49 ,2	5, 3	4, 9	4, 0	2, 9	0, 0	0, 0	0, 0	3, 7
2	2, 9	6, 9	20 ,3	51 ,5	6, 8	6, 6	3, 1	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	1, 9
3	0, 0	5, 6	24 ,9	48 ,9	12 ,6	8, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0

## Продовження додатку 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Район XVI</i>												
1	7, 8	12, 8	9, 0	22, 0	13, 7	12, 1	9, 9	3, 9	2, 0	0, 0	2, 2	4, 6
2	7, 5	9, 8	9, 6	15, 4	28, 4	13, 1	6, 4	3, 4	0, 0	0, 0	2, 1	4, 3
3	9, 1	8, 1	11, 4	29, 9	18, 5	9, 7	4, 9	2, 6	0, 0	0, 0	0, 0	5, 8
4	7, 0	7, 8	13, 4	32, 0	21, 9	7, 8	3, 8	2, 0	0, 0	0, 0	0, 0	4, 3



Розподіл річкового стоку у регіональному розрізі (за даними “Загальнодержавної програми розвитку водного господарства” 2002р.)

Регіони	Приплив, куб. км		Місцевий стік, куб. км		Загальні ресурси, куб. км		Питомі середні місцеві ресурси, тис.куб.м	
	середньоводний рік	дуже маловодний рік	середньоводний рік	дуже маловодний рік	середньоводний рік	дуже маловодний рік	на 1 кв. км	на 1 жителя-
1	2	3	4	5	6	7	8	9
У цілому по Україні	157,4	121,7	52,4	29,7	209,8	151,4	86,8	1,04
Автономна Респуб.Крим			0,91	0,43	0,91	0,43	33,7	0,36
Області: Вінницька	8,48	4,29	2,47	1,16	11	5,96	93,2	1,34
Волинська	1,87	1,04	2,18	0,94	4,05	1,91	107,9	2,04
Дніпропетровська	52,1	32	0,87	0,14	53	32,5	27,3	0,23
Донецька	3,15	1,47	1,02	0,24	4,4	1,7	38,5	0,2
Житомирська	0,56	0,23	3,15	1,05	3,71	1,28	105,4	2,17
Закарпатська	5,37	2,86	7,92	4,47	13,3	7,29	618,7	6,13
Запорізька	52,4	32,7	0,62	0,13	53	33,1	22,8	0,3

## Продовження додатку 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Івано-Франківська	4,81	2,6	4,59	2,17	9,4	4,77	330,2	3,14
Київська	44,4	26,7	2,04	0,76	46,4	28,8	70,6	0,45
Кіровоградська	49,2	30,5	0,95	0,27	50,2	31,3	11	0,22
Луганська	3,63	1,42	1,46	0,45	5,09	2	54,7	0,54
Львівська	0,63	0,24	4,92	2,66	5,55	3	225,7	1,8
Миколаївська	3,43	1,4	0,57	0,16	4	1,71	23,2	0,43
Одеська	135,2	102,7	0,35	0,076	135,6	102,8	10,5	0,14
Полтавська	49,5	30,4	1,94	0,76	51,5	31,6	67,4	1,14
Рівненська	4,67	2,71	2,33	1,27	7	3,56	115,9	1,96
Сумська	3,34	1,73	2,45	1,15	5,79	2,71	102,9	1,88
Тернопільська	5,45	2,7	1,81	1,05	7,26	4,1	131,2	1,55
Харківська	1,75	0,86	1,66	0,71	3,41	1,5	52,9	0,55
Херсонська	54,3	32	0,14	0,02	54,4	32	4,9	0,11
Хмельницька	7,68	4,26	2,14	1,06	9,82	5,35	103,9	1,44
Черкаська	46,4	28,5	1,01	0,41	47,4	29,1	48,3	0,68
Чернівецька	8,88	4,92	1,23	0,49	10,1	5,6	151,8	1,31
Чернігівська	26,12	17,35	3,45	1,95	29,57	19,42	108,2	2,61

Водні ресурси річок у басейновому розрізі розрізі (за даними “Загальнодержавної програми розвитку водного господарства” 2002р.)

Басейни річок	Площа водозбору кв.км	Водні ресурси, куб. Кілометрів				
		норма	50 %	75 %	90 %	95 %
Дніпро - гирло	504000	53,9	51,7	43,5		35
Сіверський Донець - м. Лисичанськ	52400	3,53	3,28	2,41	1,79	1,48
Сіверський Донець - с. Кружилівка	73200	5,08	4,67	3,41	2,51	2,08
Річки Приазов'я	28000	1,13	1	0,61	0,43	0,3
Річки Криму	27000	0,91	0,86	0,65	0,5	0,43
Південний Буг - с. Олександрівка	46200	2,89	2,74	2,07	1,56	1,33
Річки (протоки) в гирлі Південного Бугу (Інгул, Мертвод, Чичикля, Гнилий Єланець)	13000	0,34	0,28	0,18	0,13	0,1
Дністер - с. Бендери	66100	10,7	10,4	8,64	7,17	6,56
Річки в межиріччі Дунай	30000	0,281	0,24	0,18		0,05
Дністер - Південний Буг Прут - с. Леово	23400	2,68	2,58	2,06	1,67	1,45
Західний Буг - м.Сокаль	6250	0,9	0,86	0,65	0,52	0,43
Тиса - смт Вилोक	9180	6,72	6,56	5,36	4,5	3,94
Уж - м. Ужгород	1970	0,96	0,93	0,75	0,6	0,53
Латориця - м. Чоп	2870	1,17	1,12	0,9	0,74	0,65
<b>Усього</b>		<b>87,66</b>	<b>85,1</b>	<b>71,7</b>	<b>61,4</b>	<b>55,9</b>

## Зміст

Передмова.....	3
1. Водні ресурси.....	5
1.1. Що таке вода?.....	5
1.2. Загальні відомості та основні поняття.....	11
1.3. Колообіг води у природі.....	19
1.4. Рівняння водного балансу.....	22
1.5. Водні ресурси України та їх використання.....	22
1.5.1. Ресурси річкового стоку і підземних вод.....	22
1.5.2. Основні напрями водокористування.....	35
1.5.3. Забір свіжої води.....	42
1.5.4. Споживання води в промисловості.....	45
1.5.5. Використання води у сільському господарстві.....	48
1.5.6. Споживання води в комунальному господарстві.....	52
1.5.7. Стан водних ресурсів.....	52
Література до розділу 1.....	69
2. Водне господарство України.....	71
2.1. Загальні відомості.....	71
2.2. Водогосподарські комплекси (ВГК).....	73
2.2.1. Поняття про водогосподарський комплекс водоспоживачів та водокористувачів.....	73
2.2.2. Умови, які визначають склад учасників ВГК.....	80
2.2.3. Вимоги учасників ВГК до водних об'єктів.....	82
2.2.4. Вимоги до ВГК.....	84
Література до розділу 2.....	86
3. Характеристика учасників ВГК.....	86
3.1. Промисловість.....	87
3.2. Комунальне господарство як учасник ВГК.....	102
3.3. Охорона здоров'я та людей як учасників ВГК.....	115
3.4. Енергетика як учасник ВГК.....	135
3.4.1. Характеристика енергосистем.....	135
3.4.2. Гідроенергетика.....	138
3.4.3. Основні поняття про енергетичне використання річок.....	139
3.4.4. Гідроакумулюючі електростанції.....	145
3.4.5. Припливні електростанції.....	146
3.4.6. Теплова і атомна електроенергетика.....	147
3.4.7. Водогосподарські розрахунки.....	148

3.5. Водний транспорт.....	155
3.5.1. Поняття про водні шляхи.....	155
3.5.2. Розрахунок потреби у воді при шлюзуванні.....	157
3.6. Лісосплав.....	160
3.6.1. Типи лісосплавів.....	161
3.6.2. Розрахунок потреби води при лісосплаві.....	161
3.7. Рибне господарство як учасник ВГК.....	164
3.7.1. Сучасний стан рибного господарства.....	164
3.7.2. Типи рибоводних ставкових господарств.....	166
3.7.3. Характеристика ставків різних категорій.....	167
3.7.4. Схеми розташування рибоводних господарств.....	172
3.7.5. Взаємна ув'язка розташування і ухилів системи водопостачання з рівнем води у водосховищі.....	173
3.7.6. Водогосподарські розрахунки в галузі рибного господарства.....	175
3.8. Сільське господарство як учасник ВГК.....	186
3.8.1. Водопостачання в сільському господарстві.....	186
3.8.2. Джерела води для зрошення і обводнення.....	188
3.8.3. Оцінка якості поливної води.....	194
3.8.4. Види стічних вод, які використовуються для зрошення.....	198
3.8.5. Землеробські поля зрошення.....	204
3.8.6. Режим зволоження і техніка поливу на ЗПЗ.....	206
3.8.7. Осушення як учасник ВГК.....	213
Література до розділу 3.....	215
4. Регулювання водних ресурсів.....	217
4.1. Види регулювання стоку.....	217
4.2. Основні параметри і морфометричні показники водосховищ.....	217
4.3. Регулювання стоку водосховищами.....	221
4.4. Регулювання місцевого стоку.....	222
4.5. Комплексний гідровузол і вимоги до нього учасників ВГК.....	228
Література до розділу 4.....	233
5. Види водогосподарських балансів та схем комплексного використання і охорони вод.....	234
5.1. Види водогосподарських балансів.....	234
5.2. Схеми комплексного використання та охорони вод.....	236
Література до розділу 5.....	242
6. Боротьба зі шкідливою дією води.....	242
6.1. Розвиток водних ерозійних процесів.....	242
6.2. Фактори, які впливають на характер та інтенсивність водної	

ерозії.....	244
6.3. Протиерозійні земельні фонди (зони).....	246
6.4. Заходи по запобіганню і зменшенню розвитку водної ерозії..	249
6.5. Боротьба з селевими потоками, зсувами і руйнуванням берегів.....	262
6.6. Захист від повені.....	263
6.7. Розрахунок дамб обвалування.....	264
Література до розділу 6	268
7. Охорона водних ресурсів.....	268
7.1. Домішки і оцінка якості природних вод.....	268
7.2. Показники забруднення води.....	275
7.3. Вимоги до якості води.....	283
7.4. Основні джерела забруднення природних вод.....	286
7.5. Вплив забруднень на якість води у водоймах і водотоках.....	289
7.6. Самоочищення природних вод.....	290
7.7. Умови скидання стічних вод у водні об'єкти.....	293
7.8. Заходи щодо охорони водних ресурсів від забруднення.....	301
Література до розділу 7	315
8. Вплив водогосподарських заходів на навколишнє природне середовище.....	315
8.1. Вплив зрошення на природні екосистеми.....	315
8.2. Вплив осушення на водний режим і стік річок.....	323
8.3. Вплив зрошення стічними водами на навколишнє природне середовище.....	324
8.4. Наслідки створення водосховищ.....	327
Література до розділу 8	332
9. Критерії та параметри цінності гідрологічних охоронних територій та об'єктів.....	333
Література до розділу 9	342
10. Світовий досвід управління використанням, охороною та відтворення водних ресурсів і рекомендації з удосконалення такого управління в Україні.....	343
10.1. Басейн річки як геосистема.....	329
10.2. Досвід впровадження басейнових систем управління за кордоном.....	347
10.3. Концепція впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами, їх якістю, використанням та відтворенням.....	355
10.4. Основні органи управління водними ресурсами річкового	

басейну.....	365
10.5. Механізм фінансування діяльності органів управління водними ресурсами річкового басейну.....	372
10.6. Інтегроване Управління Водними ресурсами.....	381
Література до розділу 10	386
Додатки.....	389