

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Конспект лекцій

для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньою (освітньо-
професійною) програмою
«Водопостачання та водовідведення»

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол №_ від
_____ 2021 р.

Запоріжжя

2021

УДК 628.1/.2(075)

Д 560

Раціональне використання водних ресурсів : конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньою (освітньо-професійною) програмою «Водопостачання та водовідведення». Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 102 с.

В конспекті лекцій подано в систематизованому вигляді стислий виклад курсу лекцій дисципліни «Раціональне використання водних ресурсів», санітарно-гігієнічні показники якості водних ресурсів, технологічні показники роботи споруд та обладнання з водопостачання та водовідведення будівель, сучасних технологій подачі та розподілу води, принципів взаємозв'язку окремих елементів систем водопостачання і водовідведення між собою, сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва. Містить ілюстративний (рисунки, схеми) і табличний матеріали.

Для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньою (освітньо-професійною) програмою «Водопостачання та водовідведення».

Рецензенти :

В. А. Банах, доктор технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи та технічної освіти Запорізького національного університету.

Г. І. Благодарна, кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та очистки вод Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова.

Відповідальний за випуск :

А. В. Банах, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри міського будівництва та господарства.

ВСТУП

Зростання населення Землі, виснаження природних ресурсів, негативний вплив людини на оточуюче середовище, дефіцит продуктів харчування в багатьох країнах – ось проблеми, які турбують все людство.

За словами великого російського вченого Вернадського: “Людство, як жива речовина, нерозривно зв’язане з матеріально-енергетичними процесами певної геологічної оболонки Землі – з її біосферою. Воно не може бути від неї незалежним ні на одну хвилину”.

Система “людина – довкілля” стала настільки складною, а всі внутрішні і зовнішні зв’язки такі різноманітні, що локальний не прогнозований вплив на цю систему може призвести до самих непередбачених наслідків.

Отже, необхідне прогнозування стану біосфери при тих чи інших шляхах розвитку світової економіки. Таке прогнозування, на основі використання методів, створених в інженерних та природничих науках, було виконане вченими різних країн.

Результати прогнозування показали, що при існуючих тенденціях використання природних ресурсів і при рості населення необхідний значний ріст виробництва, а це призведе до збільшення впливу людини на оточуюче середовище.

Тому, за тих чи інших шляхів розвитку світової економіки, необхідно мати прогноз біосфери. Необхідно раціонально використовувати природні ресурси і не тільки такі як нафта, вугілля, газ, але й такі, здавалось невичерпні, як повітря і вода.

Особливе місце серед всіх природних ресурсів займають водні. Це пояснюється тим, що з розвитком народного господарства вода все більше і більше залучається в сферу виробництва: в сільське господарство і промисловість, комунально-побутове господарство, розвиток заходів для відпочинку і спорту, створення широкої мережі лікувально-оздоровчих закладів та ін.

Споживання води в народному господарстві перевершує сумарне споживання всіх інших видів ресурсів і продукції.

Наприклад: для видобутку 1т нафти необхідно витратити не менше 10м^3 води, для виробництва 1т сталі – 100м^3 , 1т паперу – 250м^3 , 1т ацетатного шовку – 2600м^3 , лавсана – 4200м^3 , капрону – 5600м^3 .

Розвиток цивілізації пов’язаний з розвитком водогосподарських систем і ростом водоспоживання. В середньому у світі за останніх 100 років водоспоживання в промисловості збільшилось в 20...30 разів.

Ріст водоспоживання викликає і збільшення скиду стічних вод. Для захисту річок від забруднення необхідне десятикратне розчинення навіть очищених стічних вод.

Таким чином, на даному історичному етапі розвитку суспільства нормальне функціонування народного господарства можна здійснити тільки в умовах планомірного управління природними ресурсами.

Лекція 1

ВОДНІ РЕСУРСИ ЗЕМЛІ

План лекції

- 1.1 Розподіл води на Землі
- 1.2 Екологія прісних поверхневих вод
- 1.3 Екологічний підхід до комплексного використання водних ресурсів

1.1 Розподіл води на Землі

Вода займає 70% поверхні земної кулі. Вона міститься в повітрі і на землі, утворює океани, річки і озера. Без води неможливе існування рослин, тварин і людей. Вода знаходиться в постійному русі — її кількість і якість змінюються у часі і просторі. Водні ресурси характеризуються віковими запасами та відновлюваними ресурсами.

До вікових природним запасам (м^3 , км^3) прісних вод суші відносять води, що одночасно знаходяться в озерах, річках, льодовиках, а також у водоносних шарах гірських порід (підземні води). До поновлюваних водних ресурсів ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{рік}$, $\text{км}^3/\text{рік}$) відносять ті води, які щорічно поновлюються в процесі кругообігу води на Землі (рис. 1.3), водообміну між сушею і океаном.

Випаровується під дією сонячної енергії з поверхні Світового океану вода надходить в атмосферу і повертається у вигляді атмосферних опадів. Частина випарувалася води переноситься повітряними течіями на сушу і, випадаючи у вигляді опадів, є основним джерелом формування вод суходолу — річок, озер, підземних вод, льодовиків. Частина атмосферних опадів, що випадають на суші, яка не встигає випаруватися знову повертається в океан через річки. Океан служить гігантським природним випарником і поставником прісної води на сушу. Беручи річковий стік, океан поновлюється кількісно і відновлюється якісно.

При наявності гідрологічних станцій і постів для вимірювання витрат води підраховується річковий стік і визначаються величини поновлюваних водних ресурсів.

Оцінка водних ресурсів за середнього річного стоку отримала широке поширення при плануванні використання води та оцінці водозабезпеченості.

При водогосподарському плануванні слід враховувати, що озерні, річкові, льодовикові, підземні води в процесі круговороту води в природі пов'язані між собою і переходять один до іншого.

Основним і єдиним для всіх видів вод вихідною ланкою кругообігу води в природі є атмосферні опади, які живлять озера, річки, льодовики і підземні води. Разом з цим річки живлять озера, підземні води та льодовики живлять річки

1.2 Екологія прісних поверхневих вод

Вода у відкритих водоймах являє собою природну середовище різноманітних організмів (гідробіонтів) рослинного і тваринного походження. Гідробіонти утворюють біоценози, склад яких обумовлений фізичними, хімічними і біологічними факторами.

Поверхневі води підрозділяють на

- поточні (річки);
- стоячі (озера, водосховища тощо).

Переміщення і перемішування води в озерах визначається головним чином дією вітру. У водосховищах розрізняють зони з гідрологічним режимом, близьким до річкового (верхів'я) та озерного (поблизу греблі).

Швидкість руху води водойми і окремих його ділянок істотно впливає на температурний режим. У швидкоплинних річках температура різних шарів води більш або менш однакова. При уповільненому протягом вода добре прогрівається на мілинах, але має більш низьку температуру на глибині. Температура води в річках швидко змінюється зі зміною сезонів року.

В озерах сезонні коливання температури відчують верхні шари води. Навесні, прогріваючись до температури 4°C, при якій щільність води максимальна, верхні шари опускаються на дно, витісняючи більш теплу воду до поверхні. Підвищення температури верхніх шарів призводить до зменшення її щільності, в результаті чого верхній шар залишається на поверхні. Таким чином, виникає температурне розшарування води по глибині, називається стратифікацією. У зимовий час спостерігається зворотна стратифікація.

Вода збагачується киснем у результаті фотосинтезу та атмосферної реаерації. Кисневий режим у водоймі характеризує багато чинників, що визначають швидкості його розчинення і споживання. Верхні шари води більш насичені киснем, оскільки саме тут відбуваються фотосинтез і атмосферна репарація.

Води відкритих водойм різноманітні за хімічним складом і мікронаселенню. Мікронаселення складається з власного біоценозу і мікроорганізмів, які надійшли у водойму з забрудненнями і пристосувалися до існування в даному водоймищі.

У складних біологічних спільнотах, що формуються у водоймі, розрізняють два основних біоценозу: планктон і бентос.

• **Планктон** — це сукупність організмів, що населяють товщу води. Він представлений рослинними (фітопланктон) і тварин (зоопланктон) формами. Фітопланктон представлений переважно водоростями, масовий розвиток яких починається навесні. Потім з'являються зелені водорості, на зміну яким приходять ціанобактерії. Розвиток їх пов'язане з температурою води і зміною вмісту в ній окремих елементів.

Розміри планктонних організмів різні: ультрапланктон (бактерії), нанопланктон (дрібні водорості і найпростіші) і мікропланктон (більшість водоростей, інфузорії, коловертки, нижчі ракоподібні).

• **Бентос** — сукупність організмів, що мешкають на дні, в товщі донних відкладень або утворюють обростання на камінні, рослинах, палях і т. д.

Розрізняють макробентос (організми розміром більш 1 мм) і мікробентос (організми розміром менше 1 мм). Фітобентос мешкає тільки в водоймах з прозорою водою.

Складовою частиною екологічної системи водойми є вищі водні рослини (макрофіти). До них відносяться рдесник, кушир, елодея, з рослин з плаваючим

листям — горець земноводний і ряска, з надводних — очерет, рогіз, очерет. У заростях вищих рослин надзвичайно різноманітна фауна, представлена численними видами як мікрофлори, так і більш великих організмів.

Особливе значення має забруднення водойми патогенними мікроорганізмами і яйцями гельмінтів, що представляють небезпеку інфекцій через воду. Разом з суспензією патогенні організми і особливо яйця гельмінтів можуть частково осідати на дно. Вскаламутнення відкладень знову призводить до потрапляння їх у водне середовище. Здатність водойми протистояти цьому порушенню, звільнитися від внесених забруднень і відновлювати свої природні властивості і становить сутність самоочищення.

Самоочищення — це складний комплекс взаємопов'язаних хімічних, фізико-хімічних біохімічних процесів. Змішування стічних вод з водою водойми, що призводить до розбавлення стоку, сприяє процесам самоочищення.

Поряд з цим у водоймі протікають хімічні реакції гідролізу, нейтралізації, окислення. Наприклад, гідроліз солей заліза і алюмінію призводить до утворення гідроксидів цих металів, здатних до осадженню.

Нейтралізуюча здатність води водойми при виявленні забруднень речовинами кислого або лужного характеру.

Лужні сполуки природного води — бікарбонати і карбонати — беруть участь у нейтралізації кислот, розчинений у воді кисень здатний окислювати багато органічних сполук.

Окислення органічних речовин ініціює і ультрафіолетове випромінювання. Фотохімічні реакції в поверхневому шарі води збільшують швидкості окислення різних речовин в 2...10 разів.

■ До фізико-хімічних факторів самоочищення відносяться сорбція, коагуляція, розчинення, емульгування речовин. Наприклад, сорбція розчинених і колоїдних речовин зваженими частинками призводить до збільшення їх концентрації і підвищення швидкості хімічного або біохімічного окислення речовин. Осадження зважених частинок теж являє собою фізико-хімічний процес, так як супроводжується явищами агломерації, коагуляції, сорбції.

Процеси осадження тісно пов'язані з життєдіяльністю гідробіонтів. Вони вилучають з води величезні кількості суспензії, Гідробіонти, прискорюючи процеси осадження, сприяють очищенню води від суспензії та транзиту її в донні відкладення. Таким чином забруднення розподіляються між водним шаром і донними відкладеннями.

■ У самоочищення водойми біохімічна діяльність гідробіонтів домінує. Практично всі хімічні і фізико-хімічні процеси самоочищення прискорюються завдяки участі мешканців водойми. Сформовані тут співтовариства живих організмів реагують на вплив хімічних забруднень як одне ціле, як система, здатна впоратися з внесеними ззовні забрудненнями шляхом включення їх у біотичний кругообіг речовин у водоймі.

Здатність водойми до самоочищення не безмежна. Як всякий складний біохімічний процес біологічне самоочищення чутливе до зовнішніх впливів, у тому числі перевантажень, токсичних сполук і т. д.

При високій концентрації органічних речовин, що надходять у водойму, гідробіонти не встигають їх використовувати, внаслідок чого забруднення накопичуються і стан водойми різко погіршується. Токсичні сполуки, які порушують цілісність екологічної системи водойми, також знижують його здатність до самоочищення. Поглинання зоопланктоном бактерій, що утворюють певну ланку харчового ланцюга, стимулює життєдіяльність цієї ланки і тим самим підвищує роль бактерій у біотичному кругообігу.

За способом добування їжі серед зоопланктону розрізняють седиментаторів, фільтраторів і хижаків.

Видаляючи з води колоїди і дрібну зваж, фільтратори і седиментатори одночасно поглинають величезну кількість бактерій і водоростей, сприяючи освітлення води. Самі вони служать їжею хижому зоопланктону і риб.

1.3 Екологічний підхід до комплексного використання водних ресурсів

Основна мета управління водними ресурсами – забезпечення народного господарства водою при обов'язковій умові збереження біосфери.

В сталих екологічних системах завжди спостерігається замкнений цикл використання основних ресурсів. Продукти життєдіяльності одного організму є стравою для іншого. В зв'язку з цим, не проходить катастрофічних забруднень навколишнього середовища і всі основні ресурси, як правило, використовуються комплексно.

В природних системах завдяки відбору створюється така сукупність споживачів і користувачів природними ресурсами, при яких не виникає ні виснаження, ні забруднення його.

Штучні системи, які користуються природними ресурсами, і в першу чергу водою, повинні формуватись так, щоб не створювати ні виснаження, ні забруднення води.

Якщо в штучній системі неможливо зробити так, щоб відходи від одного підприємства служили сировиною для іншого, необхідно ввести в таку систему елементи, які б збирали невикористані відходи і використовували їх в інших системах.

В нашій державі впроваджується інженерно-екологічний напрямок водогосподарської діяльності, який вирішує не тільки задачу водозабезпечення, але й охорону водних та земельних ресурсів.

Найбільш розповсюдженим прикладом реалізації інженерно-екологічного принципу в промисловому водопостачанні є створення водооборотних систем і систем повторного використання очищених стічних вод.

Лекція 2

ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ І ВИСНАЖЕННЯ

План лекції

- 2.1 Основні поняття і показники стану води
- 2.2 Сучасний стан природних вод
- 2.3 Основні джерела забруднення природних вод
- 2.4 Заходи із збереження і відновлення чистоти водойм

2.1 Основні поняття і показники стану води

Водогосподарські об'єкти безпосередньо впливають на навколишнє середовище. Цей вплив проявляється як в період їх будівництва, так і при їх експлуатації. Створення водосховищ впливає, зокрема, на гідросферу – збільшується випаровування, порушуються природні режими водного стоку, змінюється якість води і т.п. При створенні крупних водосховищ виникає додаткове навантаження на земну кору, інтенсифікуються тектонічні процеси, які викликають землетруси. Фільтрація води змінює геологічну структуру порід.

Під охороною води розуміється діяльність людини, яка направлена на збереження, відновлення і покращення стану природних запасів води на Землі.

В Основах водного законодавства сказано, що всі води підлягають охороні від забруднення, засмічення і виснаження, які спричиняють шкоду здоров'ю людей, зменшують рибні запаси, погіршують умови водопостачання і призводять до інших небажаних явищ в результаті зміни фізичних, хімічних і гідробіологічних властивостей води та зниження її властивості самоочищення.

Під **забрудненням** розуміють таку зміну складу і властивості води під прямим чи побічним впливом виробничої діяльності людини чи побутового використання, при якому вода стає непридатною для використання.

Засмічення, це надходження у водойму сторонніх нерозчинних предметів (деревини, шлаку, металобрухту, будівельного сміття), які практично не змінюють якість води.

Виснаження водних ресурсів – зменшення кількості води у водоймі, яке проходить під впливом людської діяльності і яке носить сталий характер.

Ступінь забруднення водних джерел визначається концентрацією у воді шкідливих домішок, яка оцінюється вимогами різних галузей народного господарства. Найбільш жорсткими є вимоги господарсько-питного і культурно-побутового водокористування, в зв'язку з небезпекою для здоров'я населення або погіршенням санітарних умов життя.

Найважливішими показниками якості води є такі.

Гранично-допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у воді, розроблена Міністерством охорони здоров'я. ГДК – основний гігієнічний норматив, закладений в основу сучасного водно-санітарного законодавства. Нормативи ГДК (мг/л) розроблені для всіх можливих речовин.

Наприклад: бензол – 0,5 мг/л; свинець – 0,1 мг/л; ртуть – 0,05 мг/л;
залізо – 0,5 мг/л; бензин – 0,1 мг/л.

Стічні води із ступінню забруднення більшою ніж ці нормативи відводити у водойми забороняється.

Біохімічна потреба у кисні (БПК) вказує на вміст у воді кисню (мг/л), необхідного для окислення забруднюючих, в основному органічних, речовин.

Для побутових стічних вод потреба у кисні досить стабільна і вона залежить від норми водоспоживання на одну людину:

- при 50 л/добу – 600...800 мг/л;
- при 100 л/добу – 300...400 мг/л;
- при 200 л/добу – 150...200 мг/л.

Для промислових стічних вод БПК залежить від характеру виробництва і вона коливається в дуже широкому діапазоні – від 50 до декількох тисяч мг/л.

Вміст у воді розчиненого кисню визначається співвідношенням потреби його і реаерацією (насиченням води киснем). Поповнення кисню у воді проходить, в основному, за рахунок контакту води з атмосферою і залежить від площі поверхні водойми, ступеня насиченості киснем поверхневого шару і інтенсивності перемішування води. Різниця між кількістю кисню при повному і дійсному насиченні – дефіцит кисню.

Органолептичні властивості води характеризують запах, присмак і плаваючі домішки, які негативно впливають на людину. Ці властивості оцінюються в балах від 0 до 5.

В місцях культурно-побутового водокористування вода не повинна мати запах інтенсивністю більше 2 балів.

Аналогічну шкалу використовують і для оцінки присмаку.

Збудники хвороб. В останні десятиріччя значно розширилось число захворювань, пов'язаних з розповсюдженням їх збудників водним шляхом. Інфекційними є стічні води населених пунктів, тваринницьких господарств і ряду виробництв, таких як біофабрики, заводи з випуску шкіри та шерсті і т.п.

Зважені речовини. Побутові і промислові стічні води вміщують значну кількість зважених органічних і мінеральних речовин, які погіршують властивості води. Тому, в правилах з охорони води від забруднення, передбачається, що при скиданні стічних вод у водойму вміст зважених речовин не повинен перебільшувати нормативного (0,25 мг/л – питна вода, 0,75 мг/л – рекреація).

2.2 Сучасний стан природних вод

В сучасних умовах господарської діяльності людини антропогенний вплив на природу став порівняним з природними процесами. Здатність природи до саморегулювання стала порушуватись. Людина, не рахуючись з законами природи, порушує їх сталість, що часто приводить до корінних змін екосистеми.

У важких умовах опинились такі елементи біосфери, як повітряне і водне середовище. Проблема отримання чистого повітря і свіжої води постала більш ніж перед 1/3 населення планети. Експерти ООН підраховали, що із-за відсутності чистої води і умов елементарної гігієни в країнах Азії, Африки і Латинсь-

кої Америки від шлункових захворювань страждає близько 1 млрд. чоловік і вмирає 25 млн.

Проблема охорони природної води найбільш гостро постала в промислово розвинутих країнах. Тут, де розвиток економіки визначається гонкою за прибутком, природоохоронні заходи не отримують належного розвитку. Тому багато водотоків настільки забруднені стічними водами, що вони стали пагубними для рослинного і тваринного світу і небезпечними для здоров'я людини.

Проблема охорони водних ресурсів є гострою і для нашої країни, де здійснення природоохоронних заходів натикається на непоборні труднощі. В особливо важких умовах знаходяться малі річки густонаселених промислових районів, водні ресурси яких не забезпечують всі потреби народного господарства.

Тенденція у зміні якості води різних водних об'єктів неоднакова. Спостерігається як покращення, так і погіршення якості води чи її стабілізація.

В цілому в країні в останні роки спостерігається деяке, правда незначне, покращення якості води у зв'язку з підсиленням уваги до її охорони. Але велике число малих річок в промислово розвинутих районах до цих пір є колекторами стічних вод і по суті справи загублені для використання населенням.

Піддаються забрудненню і найбільш цінні джерела водопостачання населення – підземні води. Основними джерелами забруднення цих вод є акумулятори промислових і побутових стічних вод, поля фільтрації, звалища промислових відходів, закачування забруднених вод в глибокі шари, інфільтрація забруднень з промислових і міських територій, фільтрація із забруднених річок. Найбільш розповсюджені хімічне і бактеріальне забруднення. Проникненню забруднень в підземні горизонти сприяє інтенсивне використання підземних вод.

2.3 Основні джерела забруднення природних вод

Промислові стоки. До найбільшого забруднення природних вод спонукають такі галузі народного господарства: нафтопереробна, хімічна, миловарна, целюлозно-паперова, текстильна, металургійна і інші.

Майже всі промислові стічні води забруднені, в тій чи іншій мірі, нафтопродуктами, які негативно впливають на якість води. Навіть незначний вміст нафти (0,2...0,4 мг/л) надає воді специфічний запах, який не зникає після хлорування і фільтрації.

Велику небезпеку представляють фенольні з'єднання, які знаходяться в стічних водах хімічних підприємств, особливо лісохімічної, анілінофарбової, коксохімічної і інших галузей. Фенольні з'єднання порушують біологічні процеси у воді, додаючи їй неприємний запах.

Стічні води підприємств електрохімічної промисловості, рудо збагачувальних фабрик і підприємств з випуску пестицидів, а також шахтні і рудні, вміщують значну кількість міді і цинку.

Комунальні стоки. Міста і інші населені пункти скидають у воду велику кількість забруднюючих речовин. В складі комунальних стоків, крім фекальних вод, вміщується значна кількість шкідливих з'єднань від використання хімічних речовин в побуті, а також від підприємств громадського харчування, торгівлі і

т.п. Найявність в комунальних стоках хвороботворних мікробів і вірусів, а також яєць гельмінтів, робить їх особливо небезпечними для здоров'я людини. Особливість комунальних стоків – нерівномірність їх надходження, що утруднює роботу міської каналізації.

Населені пункти додатково забруднюють водні об'єкти поверхневим стоком в період дощів чи розтавання снігу з вулиць, дворів і з територій промислових підприємств де вміщується багато нафтопродуктів і інших специфічних забруднювачів.

Хімізація сільського господарства. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва супроводжується швидким нарощуванням темпів застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин від сорняків, шкідників і хвороб. В результаті, в навколишнє середовище надходить багато хімічних речовин, в тому числі пестицидів, деякі з яких стійкі до впливу зовнішніх факторів і вони на протязі тривалого часу зберігають свої властивості. Пестициди накопичуються в ґрунті, а потім змиваються у водойми чи просочуються у водонесні горизонти. При обробці полів авіацією пестициди можуть попадати у водойми безпосередньо.

Особлива небезпека забруднення вод добривами і пестицидами полягає в тому, що стоки з полів неможливо пропустити через очисні споруди. Крім того, великі площі сільськогосподарських угідь є основними річковими водозборами, з яких вода поступає у водні об'єкти.

Дослідженнями встановлено, що із внесених добрив у водойми поступає близько 20 % азоту, 25 % фосфору і 30 % калію. Таким чином, сільське господарство стало основним забруднювачем водних об'єктів біогенними речовинами. Ці речовини сприяють інтенсивному розвитку фітопланктону (цвітіння води), стимулюють ріст небажаних водних організмів, приводять до порушення процесу самоочищення.

Внесений у ґрунт азот перетворюється в легкорозчинні форми, які забруднюють ґрунтові води.

Найбільше забруднення водойм біогенами спостерігається в районах інтенсивного зрошувального землеробства.

Для захисту сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб все ширше використовують хімічні засоби. Зараз сільське господарство є практично єдиним забруднювачем водних об'єктів пестицидами.

Недодержання дозувань і термінів обробки земель приводить до накопичення пестицидів у сільськогосподарській продукції, які надходять до їжі людей і кормів тварин.

Стоки тваринницьких господарств. Тваринницькі ферми, а в останні часи і великі комплекси з промислового виробництва свинини, яловичини і молока на 50...100 тис. поголів'я скота, є суттєвим джерелом забруднення води. Для полегшення водопою ферми розташовують на берегах водойм чи поблизу них. На невеликих річках, нижче ферм, за відсутності природоохоронних заходів, вода стає мутною і набуває неприємного запаху. Спостерігається скорочення рибних запасів.

Складність проблеми охорони води від стоків ферм полягає в труднощі санітарної нейтралізації накопичувачів бруду і утилізації відходів.

Продукти розпаду синьо-зелених. Ці водорості відносяться до групи нижчих, найбільш примітивних рослин. В більшості випадків це одноклітинні організми, які з'єднуються в колонії. У деяких з них клітини за допомогою слизу і виростів з'єднані у вигляді ниток, надаючи зовнішню картину багатоклітинності. Вони розмножуються шляхом поділу клітин. Живуть синьо-зелені не тільки у воді, але й на суші. Це найбільш розповсюджені рослини на Землі. Вони першими заселяють ґрунти і спільно з іншими бактеріями готують їх до засвоєння іншими рослинами.

В сезон масового розмноження синьо-зелених вода здається викрашеною в зелений, синій і інші кольори. Це явище називають “цвітінням” води. При надлишковому розвитку водоростей якість води погіршується. Це призводить до захворювання і гибелі риби. Вода стає непридатною для пиття і рекреації.

Масовий розвиток синьо-зелених наносить значний збиток народному господарству внаслідок порушення водопостачання населених пунктів, виникнення заморів риби, забруднення місць відпочинку.

Синьо-зелені водорості найбільш інтенсивно розвиваються в застійних водоймах, розташованих в зонах з теплим кліматом. Особливо великих масштабів їх розвиток досяг у водосховищах Дніпровського каскаду.

Збитки від “цвітіння” води значні. Особливо відчутно вони проявляються в системах комунального і технічного водопостачання, включаючи ТЕС, а також в рибному господарстві.

“Теплове забруднення”. Сучасні ТЕС і АЕС використовують для охолодження велику кількість води – до 100...200 м³/с, яка потім повертається у водойми в підігрітому стані, змінюючи їх тепловий баланс. В результаті цього збільшується випаровування води і її мінералізація.

Більш інтенсивний ріст водної рослинності приводить до накопичення органічних речовин, а їх подальший розпад, до подальшої мінералізації і зменшення розчиненого кисню. Все це негативно впливає на рослинність і живі організми водойм.

Мольовий сплав лісу. При сплаві колод насипом з них, при ударах в береги, каміння і між собою здирається кора, ламаються сучки, які осідають на дно річок. До 10 % тоне і ділових колод. Затонувши деревина, а також смоли, які виділяються з деревини, повільно розпадаються, поглинають кисень і виділяють фенольні і інші шкідливі речовини, забруднюючи воду. Вирубка густих кущів на березі річок, що мішають лісосплаву, підсилює ерозійні процеси, прискорює замулення річок.

Особливо великих збитків мольовий сплав наносить рибному господарству. При русі колод риба травмується, руйнуються нерестилища, а під впливом забруднення гине ікра і кормові організми.

Рубка лісу на території водозборів порушує температурний і біологічний режим річок. Вони міліють, пересихають і випадають із фонду рибогосподарських угідь. Наслідки лісосплаву проявляються навіть через багато років після його припинення.

Велика складність полягає в очистці річок від затопленої деревини. Тут відчувається дефіцит відповідної техніки.

Радіоактивні відходи. В останні десятиріччя в ряді країн світу з'явилися радіоактивні відходи, які мають велику небезпеку для природних вод. В організмах рослин, риб і тварин проходять процеси біологічної концентрації радіоактивних речовин. Мілкі організми поглинаються більш крупними, де виникає вже небезпечна концентрація. Тому окремі прісноводні риби в декілька тисяч разів радіоактивніші водного середовища, де вони проживають.

Забруднена атмосфера. Сучасна індустрія щорічно викидає в атмосферу Землі більше 53 млн.т окисів азоту, 200 млн.т окису вуглецю, біля 146 млн.т двоокису сірки, 200...250 млн.т пилу, 120 млн.т попелу.

Тверді частинки цих викидів переміщуються повітряними потоками на великі відстані і випадають на поверхню суші і води. Газоподібні викиди також переносяться повітрям і в подальшому випадають у вигляді "кислотних дощів". Все це призводить до забруднення природних водойм і водотоків.

2.4 Заходи із збереження і відновлення чистоти водойм

Сучасний розвиток промисловості, сільського господарства, транспорту, а також ріст міст супроводжується великим скидом забруднених вод. При відсутності належних заходів із зниження забруднення води, природне розбавлення і самоочищення стає недостатньою. Великі концентрації шкідливих домішок перешкоджають самоочищенню води і її забруднення інтенсивно прогресує.

Тому, для збереження чистоти водойм, необхідно:

- забезпечити повну очистку комунально-побутових і промислових стоків;
- вдосконалювати і змінювати технологію промислового виробництва;
- розроблювати і впроваджувати маловодну і безводну технології;
- широко впроваджувати оборотне водопостачання, розширювати повторне використання очищених стічних вод;
- застосовувати раціональні способи і прийоми використання добрив і пестицидів;
- розробляти і здійснювати державні плани водоохоронних заходів в масштабах басейнів річок і водойм з урахуванням перспективного розташування продуктивних сил і засобів виробництва.

Наразі існують такі способи очищення стічних вод: механічна, фізико-хімічна, хімічна і біохімічна.

Механічна очистка служить для відокремлення нерозчинних речовин шляхом проціджування, відстоювання, фільтрування і центрифугування. Застосовують її, як попередню перед іншими способами очистки, або у випадках, коли стічні води, які пройшли через згадані пристрої, використовують з метою виробництва чи, якщо можливо, їх скидають у водойму. Воду, яка пройшла механічну очистку, як правило хлорують.

Хімічні і фізико-хімічні способи застосовують для очистки виробничих стічних вод від колоїдних і розчинних речовин. Для цього, у відповідності з ха-

рактором забруднення, у воду вводять спеціальні реагенти, пропускають повітря чи пару, використовують електроліз та іонообмінні матеріали.

Біохімічна очистка оснований на властивості деяких організмів використовувати для свого розвитку органічні речовини стічних вод. Цей спосіб використовують після того, як стічна вода очищена від мінеральних і нерозчинних органічних речовин. Він дозволяє майже повністю видалити забруднення органічного походження. Біохімічну очистку проводять в природних умовах – на полях зрошення, а також в штучних умовах – в біологічних фільтрах.

Охорона води від забруднення добривами і пестицидами. Забруднення водойм не є обов'язковим супутником інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Більш того, при правильне використання мінеральних добрив покращує структуру ґрунту і підвищує його стійкість до водної і вітрової ерозії.

Для запобігання попадання добрив у водойми необхідно:

- дотримувати відповідність норм кількості добрив потребі рослин;
- встановлювати оптимальні терміни внесення добрив;
- вносити добрива в подрібленому вигляді в період вегетації рослин;
- вносити добрива разом із зрошувальною водою, що зменшує їх дозу.

Для обмеження попадання пестицидів у водні об'єкти необхідно:

- вдосконалювати систему їх застосування;
- застосовувати стрічкову чи крайову обробку замість суцільної;
- ширше застосовувати біологічні методи захисту рослин;
- розробляти менш шкідливі види пестицидів;
- забороняти хімічну обробку за допомогою авіації.

Використання стоків тваринницьких комплексів. Задача боротьби з пагубною дією тваринницьких стоків на водні об'єкти довгий час вважалась важкою із-за великої їх кількості, складності утилізації і вивозу, труднощі забезпечення санітарного стану гноєсховищ. Ця проблема не вирішена і зараз для більшості невеликих і неспеціалізованих господарств.

Захист води від забруднення синьо-зеленими. "Цвітіння" води в результаті інтенсивного розвитку синьо-зелених водоростей явище закономірне. Воно виникає в результаті діяльності людини з формування біоценозів, створення водосховищ і т.п.

До заходів, які регулюють розвиток синьо-зелених можна віднести такі:

- різке зменшення притоку харчових продуктів у водойму за рахунок поверхневих зливів і стічних вод;
- видалення водоростей з подальшим їх використанням в господарських цілях;
- локальне видалення мулових відкладень, які акумулюють значні запаси біогенних елементів;
- підвищення ступеня кисневого насичення природних шарів води за рахунок додаткової аерації.

Лекція 3

ВОДОКОРИСТУВАННЯ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ

План

- 3.1 Види водокористування та види нормативів
- 3.2 Методи оцінки якості вод
- 3.3 Утворення стічних вод та їх склад.

3.1 Види водокористування та види нормативів

Водокористування може бути двох видів – загальне та спеціальне.

Загальне водокористування-Загальне водокористування здійснюється громадянами для задоволення їх потреб (купання, плавання на човнах, любительське 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.

Спеціальне водокористування – це забір води з водних об'єктів із застосуванням споруд або технічних пристроїв, використання води та скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти, включаючи забір води та скидання забруднюючих речовин із зворотними водами із застосуванням каналів.

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

Розрізняють два види використання водних ресурсів: водокористування та водоспоживання.

■ При водокористування вода не вилучається з водойм (річок, озер та ін) і не витрачається, а лише використовується для виконання визначених функцій. Водокористувачами є гідроенергетика, водний транспорт, рибне господарство, лісосплав і т. п.

■ При водоспоживанні вода забирається з водних об'єктів, причому частина її втрачається безповоротно, (наприклад, випаровується), частина витрачається промисловістю і сільським господарством на виробництво продукції та ін Крім того, при водоспоживанні різко погіршується в результаті засмічення і забруднення якість тієї частини води, яка повертається у річки та озера.

У залежності від цілей водокористування джерела водопостачання поділяються на дві категорії.

До **I** категорії належать водні об'єкти, які використовуються в якості джерел централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До **II** категорії відносяться водні об'єкти для культурно-побутових цілей і ті, що знаходяться в межах населених пунктів.

До **111** категорії рибогосподарського призначення

Передбачаються такі види нормативів: гранично допустимі концентрації (ГДК);

-розрізняють ГДК для водних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового водокористування (ГДКв)

-рибогосподарського призначення (ГДКвр);

ГДК речовини у воді водойми господарсько-питного і культурно-побутового водокористування (ГДКв, мг/л) – це концентрація шкідливої речовини у воді, яка не повинна чинити прямого або непрямого впливу на організм людини протягом усього її життя та здоров'я наступних поколінь, і не повинна погіршувати гігієнічні умови водокористування.

ГДК речовини у воді водойми, що використовується для рибогосподарських цілей (ГДКвр, мг/л) – це концентрація шкідливої речовини у воді, яка не повинна мати шкідливого впливу на популяції риб, у першу чергу промислових.

Гранично допустима концентрація речовини у воді встановлюється:

1 для господарсько-питного і культурно-побутового водокористування (ГДКв) з урахуванням трьох показників шкідливості:

- органолептичного;
- загальносанітарного;
- санітарно-токсикологічного.

2 для рибогосподарського водокористування (ГДКвр) з урахуванням п'яти показників шкідливості:

- органолептичного;
- санітарного;
- санітарно-токсикологічного;
- токсикологічного;
- рибогосподарського.

Органолептичний показник шкідливості характеризує здатність речовини змінювати органолептичні властивості води

Загальносанітарний показник визначає вплив речовини на процеси природного самоочищення вод за рахунок біохімічних та хімічних реакцій за участю природної мікрофлори.

Санітарно-токсикологічний показник характеризує шкідливий вплив на організм людини.

Токсикологічний показник показує токсичність речовини для живих організмів, що населяють водний об'єкт.

Рибогосподарський показник шкідливості визначає псування якостей промислових риб.

3.2 Методи оцінки якості вод

Розрізняють диференціальні, комплексні та інтегральні методи оцінки якості вод.

Диференціальний метод оцінки якості продукції – метод оцінки якості продукції, заснований на використанні одиничних показників її якості. Одиничний показник якості продукції – показник якості продукції характеризує одну з її властивостей.

Комплексний метод оцінки якості продукції – метод оцінки якості продукції, заснований на використанні комплексних показників її якості. Комплексний показник якості продукції – показник якості продукції, що характеризує декілька її властивостей.

Інтегральний метод оцінки якості продукції – метод оцінки якості продукції, заснований на використанні суми показників її якості.

Таким чином, критерій якості води може бути заданий різним способом:

1) однією ознакою (показником), – диференціальний метод оцінки якості води, наприклад: мінералізація або бальнеологічно активний компонент води при оцінці мінеральних вод;

2) кількома ознаками (кількома показниками), комплексний метод оцінки якості води. Наприклад, рН, каламутність, загальна жорсткість, залізо, марганець, перманганатна окислюваність, мікробіологічні показники води;

3) формули, що зв'язує вміст компонента у воді з його нормою.

Класифікація вод за інтегральним показником якості

До категорії найбільш часто використовуваних показників для оцінки якості водних об'єктів відносять гідрохімічний індекс забруднення води ИЗВ

Індекс забруднення води, як правило, розраховують за шести-семи показників, які можна вважати гідрохімічними; частина з них (концентрація розчиненого кисню, водневий показник рН, біологічне споживання кисню, БСК5) є обов'язковою.

3.3 Утворення стічних вод та їх склад

Стічні господарсько-побутові води утворюються в результаті фізіологічної, господарської та виробничої діяльності людини. В залежності від походження і характеру домішок розрізняють побутові, виробничі та дощові стічні води.

Основна частина органічних забруднень побутових стічних вод представлена білками, жирами, вуглеводами та напівпродуктів їх розкладання. Неорганічну частину забруднень становлять частинки піску, глини, а також солі, а також біогенні елементи

Нерозчинні речовини представлені зваженими у воді частинками різного ступеня дисперсності, частина яких здатна випадати в осад. Органічні речовини побутової стічної води приблизно порівну розподіляються між розчиненою, колоїдною та осідаючою фракціями.

Забруднення надходить у водне середовище через атмосферу, снігові та дощові стоки з полів та інших сільськогосподарських угідь. Так, концентрація багатьох солей металів в них (Hg, Ni, Си, Zn, Se, Zi тощо) значно вище, ніж у поверхневих водах,. Відзначено також негативний вплив сірчаноокислих виділень, а також вихлопних газів двигунів

Склад очищених стічних вод досить постійний і характеризується ефективністю очищення стічних вод на каналізаційних очисних спорудах. У водні об'єкти випускаються очищені стічні води, що мають наступний зміст забруднень (мг/л): завислі речовини—15; БСК—15;

Виробничі стічні води

Стічні води, що утворюються в результаті використання води в технологічних процесах різних виробництв, називаються виробничими.

Характер забруднень і концентрація їх у виробничих стічних водах надзвичайно різноманітні і залежать як від виду виробництва, так і від прийнятого технологічного режиму.

Для очищення багатьох видів виробничих стічних вод застосовують біологічні методи. Такі стічні води умовно можна розділити на чотири категорії.

До першої категорії відносять стічні води, які нагріваються, але не забруднюються. До другої категорії відносять стічні води, забруднені органічними речовинами без токсичних домішок. Це в основному стічні води підприємств харчової промисловості. Третю категорію складають стічні води, що містять біохімічно окислюються домішки і токсичні з'єднання. (попереднє видалення токсичних сполук) На відміну від побутових стічних вод багато видів виробничих стоків дуже часто не містять азоту і фосфору або одного з цих біогенів, тому для їх біологічної очистки потрібно додавати біогенних елементів.

Лекція 4

МОНІТОРИНГ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМИЩ

План

- 4.1 Загальні поняття
- 4.2 Схема організації моніторингу ПВ
- 4.3 Програми спостережень

4.1 Загальні поняття

Мета, завдання і об'єкти моніторингу вод

Основна мета моніторингу за рівнем забруднення поверхневих вод полягає в одержанні інформації про якість вод, необхідної для здійснення заходів як з охорони, так і раціонального використання водних ресурсів. Терміни моніторингу поверхневих вод у нормативних документах України сформульовані в такий спосіб:

Поверхневі води (ПВ) - води, що постійно або тимчасово перебувають на поверхні Землі.

Водойма - водний об'єкт у поглибленні суши, що характеризується вповільненим рухом води або повною його відсутністю.

Водотік - поверхневий водний об'єкт із безперервним рухом вод. Якість води - це характеристика складу й властивостей води, що визначає придатність її для конкретних видів водокористування.

Джерелами забруднення ПВ в основному є неочищені стічні води, промислові стоки підприємств, фекальні й побутові води житлових будівель, змиви з доріг і мостів, сільгоспугідь і т.п.

Встановлено, що кожний кубометр стічних вод, що попадає в поверхневі водойми, забруднює від 40 до 60 м³ чистої води. Тому, хоча вода має природну властивість самоочищення, в усьому світі на знешкодження стічних вод щорічно витрачається до 30% стоку всіх рік земної кулі.

Стічна вода – вода, що утворилася в результаті господарської й виробничої діяльності, крім шахтної, кар'єрної й дренажної води, а також відведена із забудованої території, на якій вона утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів.

Слід пам'ятати, що відповідно до вимог нормативних документів заміна терміна "стічні води" на термін "стоки" неприпустима.

Основними завданнями моніторингу ПВ є:

1. Спостереження за рівнем забруднення поверхневих вод по фізичних, хімічних і гідробіологічних показниках.
2. Виявлення динаміки зміни концентрацій забруднюючих речовин (ЗР) у контрольованих водоймах і виявлення умов, при яких відбуваються різкі коливання рівня забруднення, для забезпечення прогнозів забруднення ПВ.
3. Вивчення закономірностей у процесах самоочищення поверхневих вод і нагромадження ЗР у донних відкладеннях.
4. Визначення характеру виносу ЗР через гирлові створи рік для визначення балансу цих речовин у водоймах

Основними об'єктами, спостереження за якістю стічних вод яких необхідно й в яких розміщення постів спостереження (ПС) доцільно, є:

а) місця скидання:

- побутових стічних і зливових вод, які скидаються у водні об'єкти (ріки, озера, водоймища);
- стічних вод промисловими підприємствами ;
- підігрітих вод від ТЕС, ГРЕС і АЕС;
- колекторно-дренажних вод, що відводяться зі зрошуваних або осушуваних земель;

б) великі нерестовища й зимовища цінних порід риб;

в) замикаючі створи великих і середніх рік, що впадають у моря й великі прісноводні водойми;

г) створи на ріках, що втікають або впливають за межі економічних районів;

д) замикаючі гідроствори річкових басейнів;

е) гирлові зони забруднених припливів головних рік, озер і водоймищ;

ж) передплотинні ділянки рік, що є важливими для рибного господарства,

з) перетинання ріками Державних кордонів,

к) райони розташування міст і великих селищ.

4.2 Схеми організації моніторингу ПВ

Структурно моніторингові спостереження контрольованого водного об'єкта представляють схему на плані об'єкта з позначеними ПС, створами кожного ПС, певними на кожному створі вертикалями й зазначеними для кожної вертикалі об'єктами. Для кожного ПС необхідно вказати категорію, програми й періодичності проведених там досліджень. Забруднення ПВ здійснюються з використанням:

- а) стаціонарної мережі пунктів спостережень (ПС) за природним составом вод і концентрацією забруднювачів у ПВ;
- б) спеціалізованої мережі пунктів, розташованих на забруднених водних об'єктах, для вирішення науково-дослідних завдань;
- в) тимчасової експедиційної мережі пунктів для спостережень на об'єктах, не охоплених вище зазначеними дослідженнями.

Пункт спостереження за забрудненням поверхневих вод – місце на водоймі або водотоці, у якому проводять комплекс робіт для одержання даних про состав і властивості води, призначених для наступного узагальнення у часі й просторі і подання систематичної інформації зацікавленим організаціям. При наявності в населеному пункті декількох джерел забруднення під пунктом спостереження слід розуміти всю ділянку водойми або водотоку, на якому розташований населений пункт, а не окремі джерела забруднення. Назва ПС дається за назвою якого-небудь постійного орієнтира (населений пункт, електростанція, устя ріки та Наприклад, ПС "Харків"). ПС, у першу чергу, організують на поверхневих водах, що мають велике господарське значення, й на фонових об'єктах.

Розташування ПС визначають

- 1) з урахуванням існуючого використання ПВ;
- 2) на підставі перспективних планів розвитку;
- 3) після проведених попередніх досліджень характеристик:
 - а) водокористувачів, джерел забруднення;
 - б) статистики аварійних скидань ЗР;
 - в) фізико-географічних та ін. параметрів водойми (водотоку) або їхніх ділянок.

Створ – це уявлювана площина поперечного переріза ріки. Існує кілька видів моніторингових створів. От тільки деякі з них: створ контрольний; створ що лімітує; створ фоновий; створ замикаючий; створ повного змішання; створ спостереження. Відповідно до прийнятої термінології: створ спостереження – умовний поперечний переріз водойми або водотоку, в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про показники якості води.

Розміщення створів здійснюють із врахуванням :

- гідрометеорологічних і морфометричних особливостей водойми або водотоку;
- розташування джерел забруднення;
- характеру скидання, кількості, складу й властивостей стічних вод;
- інтересів водокористувачів і т.д.

Застосування декількох створів дозволяє провести порівняння параметрів, отриманих на різних відстанях від місця скидання, а також оцінити "вне-

сок" джерела в забруднення природних вод. У табл.1 відображене розташування створів, залежно від типу водного об'єкта й характеру джерела забруднень.

Вертикаль створу – умовна стрімка лінія на створі, від поверхні води (льоду) до дна водойми або водотоку, розміщення приладів для одержання даних про показники якості води.

Обрій вважається поверхневим, якщо відбір проб проводиться не глибше (0, 2-0,3) м від поверхні води або нижньої крайки льоду.

Категорії пунктів спостереження

За ступенем важливості ПС розділяються на чотири категорії.

До 1-й категорії віднесені ПС, розташовані на середніх і великих водоймах і водотоках, що мають особливо важливе господарське значення, а саме:

- а) у районах міст із населенням понад 1 млн чол.;
- б) у місцях нерестовищ і зимовищ кошовних видів промислових організмів;
- в) у районах повторюваних аварійних скидань забруднених стічних вод;
- г) у районах організованого скидання стічних вод, у результаті якого утворюється висока концентрація ЗР (більше 100 ГДК за одним або декількома показниками).

При обґрунтуванні допускається розташовувати ПН 1-й категорії на малих водоймах і водотоках.

До 2-ї категорії віднесені ПС, розташовані:

- а) у районі промислових міст і селищ, з населенням від 0,5 до 1 млн. жителів;
- б) у місцях масового відпочинку;
- в) на прикордонних створах рік;
- г) на замикаючих створах рік, що впадають у моря й великі прісноводні об'єкти;
- д) у зоні припливів великих рік, озер і водоймищ;
- е) на важливих для рибного господарства передплотинних ділянках рік,
- ж) у місцях скидання промислових стічних вод і колекторно-дренажних вод, що відводяться із сільськогосподарських угідь, у результаті яких спостерігається середнє забруднення води (від 10 до 100 ГДК).

До 3-ї категорії відносяться ПС, розташовані

- а) у районах невеликих міст (менш 0,5 млн. жителів) і сіл;
- б) у районах будинків відпочинку й туристичних баз;
- в) на замикаючих ділянках великих і середніх рік;
- г) в устях забруднених припливів великих рік і водойм;
- д) у районах організованого скиду стічних вод, місцях стоків з сільськогосподарських угідь, у результаті яких спостерігається низьке забруднення (до 10 ГДК).

До 4-ї категорії відносяться ПС, які розташовані на незабруднених, тобто фонових водних об'єктах, а також на водоймах і водотоках, розташованих на території державних заповідників і природних національних парків, що є унікальними природними утвореннями.

4.3 Програми спостережень

Повна програма

Повна програма (обов'язкова програма) передбачає визначення наступних показників (перелік нормується державою)

а) візуальні спостереження – кольоровість (градуси), прозорість (см.),

б) гідрохімічні:

– водневий показник рН (мВ);

– окисно-водневий потенціал еН (мВ);

– концентрація розчинених у воді газів - кисню, диоксида вуглецю (мг/л);

– концентрація зважених часток (мг/л),

– концентрація "головних іонів" - хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів, кальцію, магнію, натрію, калію (мг/л);

в) фізичні – температура (°С), запах (бали).

У разі наявності нижче джерела забруднення декількох створів дослідження наступних показників проводиться тільки в першому після скидання створі:

– концентрація головних іонів (мг/л);

– хімічне споживання кисню (мг/л);

– біохімічне споживання кисню за 5 діб (мг/л);

– концентрація біогенних елементів - іонів амонію, нітритів і нітратів, фосфатів, заліза загального, кремнію (мг/л);

– концентрація нафтопродуктів, летучих фенолів, з'єднань металів (мг/л).

г) гідрологічних:

– витрата води (м/с);

– швидкість плину (м/с);

– рівень води (м).

Візуальні спостереження – спостереження за станом водойми або водотоку шляхом його огляду.

На більшості водотоків спостереження по гідрохімічних і гідрологічних показниках за обов'язковою програмою (повній програмі) проводяться 5-8 разів на рік:

– на підйомі рівня води;

– піку й спаду рівня;

– при найменшій витраті й при проходженні дощового паводка;

– восени перед льодоставом;

– узимку.

Крім гідрохімічних і гідрологічних показників дослідження якості поверхневих вод проводяться також і за біологічними показниками. Періодичність спостережень за біологічними показниками встановлюють залежно від категорії ПС

а) для 1-3 категорії – щомісяця у вегетаційний період;

б) для 4-ї категорії – щокварталу у вегетаційний період.

Скорочені програми

Крім повної програми існує ще три програми -скорочені. Скорочені програми (1-3) відрізняються від повної кількістю контрольованих гідрологічних і гідрохімічних показників, спостереження за якими нормується:

- 1) за 1-ю скороченою програмою – 5 показників,
- 2) за 2-ю скороченою програмою – 8 показників і концентрація 3-х забруднюючих речовин;
- 3) за 3-ю скороченою програмою – 9 показників і концентрація всіх забруднюючих речовин у даному ПН.

Лекція 5

ОСНОВИ ВОДНОГО ЗАКОНОДАВСТВА І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

План лекції

- 5.1 Задачі водного законодавства
- 5.2 Контроль за використанням води
- 5.3 Обов'язки учасників водогосподарського комплексу
- 5.4 Значення гідрологічних прогнозів для експлуатації водогосподарських об'єктів

5.1 Задачі водного законодавства

В Україні раціональному використанню і охороні водних ресурсів приділяється велика увага.

Швидкий розвиток народного господарства і підйом добробуту народу підсилили увагу до комплексного використання і охорони природних вод.

Всі води України складають єдиний державний водний фонд, куди входять поверхневі і підземні води, внутрішні моря і інші водні об'єкти, використання яких можливе при досягнутому рівні розвитку виробничих сил і піддається правовому регулюванню, тобто вони можуть надаватись у використання, вилучені із використання за рішенням компетентних органів і для них встановлюється визначений правовий режим.

В законах держави проведений принцип першочергового задоволення господарсько-питних потреб населення. Це означає, що всі види заходів з використання водних ресурсів не повинні перешкоджати забезпеченню потреб питного водопостачання.

В Основах водного законодавства велику увагу приділено питанням охорони водних ресурсів. Там вказується, що боротьбу із забрудненням і виснаженням природних вод необхідно проводити всіма доступними методами і засобами. Ця боротьба повинна вестись шляхом здійснення попереджувальних заходів з охорони вод, а також шляхом ліквідації існуючих причин забруднення і виснаження. Відповідно цьому, забороняється вводити в експлуатацію підприємства, цехи, агрегати, комунальні і інші об'єкти, якщо вони не забезпечені пристроями боротьби із забрудненням водою і водотоків.

Спеціальна стаття Основ зобов'язує всі організації і підприємства не допускати забруднення і засмічування поверхні водозборів, льодового покриву водойм виробничими, побутовими і іншими відходами. Управлінням водогосподарських систем і організаціям сільського господарства поставлено в обов'язок запобігати забруднення природних вод добривами і ядохімікатами.

З метою усунення існуючих причин забруднення і виснаження водних ресурсів передбачена система юридичних вимог і умов, зв'язаних з використанням і витратою води. Зокрема, всі підприємства, які споживають воду, зобов'язані приймати міри щодо зменшення її витрати і припинення скиду стічних вод шляхом вдосконалення технології виробництва і ряду інших технологічних прийомів. Повинні створюватись технічно досконалі очисні споруди і пристрої, які здатні забезпечити необхідну очистку стічних вод від шкідливих речовин. Скид відпрацьованих вод допускається з дозволу органів, які контролюють якість води за умови, що він не приведе до збільшення вмісту у водному об'єкті забруднюючих речовин вище встановлених допустимих норм. Законом також передбачається, що при узгодженні питань розташування і будівництва підприємств, споруд і інших об'єктів, які впливають на стан водойм, а також при видачі дозволу на спеціальне водокористування, органи з регулювання використання і охорони води зобов'язані керуватись схемами комплексного використання і охорони води і розробленими водогосподарськими балансами.

В Основах водного законодавства визначена відповідальність за порушення правил використання води. При здійсненні подібних дій, винуватці піддаються мірам адміністративної чи кримінальної дії. Крім того, підприємства, заклади і окремі громадяни, у випадку необхідності, зобов'язані відшкодовувати збитки, нанесені порушенням водного законодавства.

В організації раціонального використання і охорони водних ресурсів значна роль відводиться широким верствам населення. Профспілкові, наукові і інші організації, а також різноманітні добровільні товариства спільно з органами державного водного надзору повинні проводити виховну роботу серед населення в дусі бережливого відношення до цінного природного багатства – води.

Неухильне і суворе додержання Основ водного законодавства забезпечить умови для раціонального комплексного використання і охорони природних вод нашої країни.

5.2 Контроль за використанням води

Державний контроль за використанням і охороною води здійснюється спеціальними комісіями, які створюються в місцевих радах. Функції державного надзору і контролю покладені на Держводгосп України, в якому є Державна інспекція з охорони водних джерел і яка об'єднує діяльність басейнових інспекцій. В останні входить багато ділянок з відповідними гідрохімічними лабораторіями. Аналогічні лабораторії є на всіх великих підприємствах, що мають очисні споруди.

Заклади водного контролю виявляють джерела забруднення поверхневих і підземних вод і розробляють заходи з усунення їх шкідливого впливу на водо-

йми, приймають участь в обґрунтуванні розташування різних об'єктів за умови забезпечення охорони води, організують дослідження з очистки промислових і побутових стоків, зміні кількості і концентрації стічних вод в залежності від вдосконалення технологічних процесів. Вони також розробляють і проводять організаційні заходи з охорони води, контролюють проектування і будівництво очисних споруд. Басейнові інспекції наділені широкими правами, аж до права призупиняти роботу підприємств, які не забезпечують очистку і знешкодження стічних вод, а також приймати ряд інших мір.

Для бережливого використання природних вод назріла необхідність вводу плати за воду. Це пов'язано із зростанням дефіциту прісної води із-за обмеженості її запасів в ряді районів і з недостатньо раціональним використанням води окремими підприємствами в умовах її безкоштовного використання.

Складовими елементами тарифу на воду є:

- повна сума амортизаційних відрахувань від вартості основних фондів водогосподарських організацій;
- витрати на експлуатацію гідротехнічних об'єктів;
- плата за основні виробничі фонди;
- накопичення на фінансування капіталовкладень і утворення заохочувальних фондів;
- створення страхових резервів;
- мінімальний розмір відрахувань в бюджет від прибутків.

У випадку, коли ввід плати за воду буде доцільним, необхідно розробляти типові узгодження між керівними водогосподарськими закладами і різними водокористувачами.

Для більш правильного визначення плати за воду доцільно виходити із двоставочного тарифу. При застосуванні цієї системи, наприклад в іригації, можна встановлювати плату за кожний гектар зрошувальної площі і за кожний кубометр води, що поступає на поле, а це враховується різними типами водомірів. Аналогічно можна поступати і з іншими водокористувачами.

Двоставочний тариф забезпечує більш стійке фінансування водогосподарських об'єктів і сприяє більш раціональному і економічному використанню водних ресурсів.

5.3 Обов'язки учасників водогосподарського комплексу

При плануванні використання водних ресурсів необхідно науково обґрунтувати розподіл води між водокористувачами. В якості вихідних матеріалів використовуються дані Державного водного кадастру, водогосподарські баланси, схеми комплексного використання і охорони водних ресурсів.

У водному кадастрі зосереджені дані по об'ємам стоку, характерним рівням і якості води та всі місця водозабору і випуску відпрацьованих вод.

При розробці перспективних водогосподарських заходів передбачається розподіл обов'язків між учасниками ВГК. Всі водокористувачі повинні найбільш раціонально і економічно використовувати природні води, а також здійснювати заходи з відновлення і покращання якості водних ресурсів. Вони не

можуть допускати порушення прав, наданих іншим водокористувачам, а також чинити збитки землі, рослинності, тваринам і корисним копалинам. Від всіх водокористувачів вимагається утримання в налагодженому стані різних гідротехнічних споруд, які регулюють кількість і якість води.

Водні об'єкти надаються в безстрокове або тимчасове використання. Право водокористування припиняється у випадку закінчення встановленого терміну або ліквідації окремих водокористувачів, а також при вилученні водних об'єктів із використання.

Взаємовідносини між окремими учасниками ВГК будуються на основі ув'язки їх інтересів з метою отримання найбільшого економічного ефекту. Регулювання відносин між ними здійснюється керівними органами і водогосподарськими закладами.

В окремих випадках перевага надається найбільш важливим водокористувачам, до числа яких, перш за все, відноситься водопостачання населення. При затяжному маловоддю приходиться обмежувати інтереси гідроенергетики, судноплавства, а іноді і зрошення.

Використання водних ресурсів в різних цілях необхідно проводити з дотриманням таких правил.

Водопостачання. Задоволення потреби питного водопостачання може здійснюватися із водойм і водотоків, якість води в яких відповідає санітарним вимогам. Забір води здійснюється у відповідності із затвердженими проектами і дозволу на спеціальне водокористування. Всі об'єкти, які використовують питну воду, повинні вести облік її витрати і проводити систематичне спостереження за її кількістю в джерелах.

При водопостачанні промислових підприємств повинні дотримуватись технологічні норми і правила водокористування, а також проводитись заходи із скорочення витрати води і припинення скиду відпрацьованих стоків. Це досягається за рахунок застосування оборотного водопостачання, повітряного охолодження, безводних технологій і інших способів.

В районах, які характеризуються достатніми запасами підземних вод, непридатних для пиття і лікування, можливе їх використання для технічного водопостачання. В процесі експлуатації підземних водоносних горизонтів необхідно вести постійні спостереження за їх рівнями і дебітом для недопущення їхнього виснаження.

Зрошення, обводнення і сільськогосподарське водопостачання. Поливи зрошувальних культур повинні здійснюватися у відповідності з поливними графіками і планами водокористування для кожної системи. При цьому особливу увагу необхідно звертати на скорочення втрат на фільтрацію, випаровування і невиробничі скиди з каналів. При заборі води із джерел зрошення і водопостачання повинні виконуватись рибозахисні заходи.

Зрошення стічними побутовими і промисловими водами допускається лише після узгодження з органами санітарної і ветеринарної служб. При екс-

платуації полів зрошення необхідно забезпечувати постійний відвід просочуючих стоків для зменшення підйому рівня ґрунтових вод.

При проектуванні зрошувальних систем в умовах часткового дефіциту водних ресурсів необхідно передбачати можливість тимчасового обмеження поливу окремих культур, що враховується у відповідних планах зрошення.

Енергетика. Використання водотоків і водойм в інтересах енергетики проводиться з урахуванням вимог інших учасників ВГК і воно не повинне викликати різкого погіршення природних умов району, в межах якого здійснюється комплексне освоєння водних ресурсів.

При розробці водогосподарських схем стосовно недостатньо водозабезпечених районів необхідно паралельно з проектуванням ГЕС передбачати і інші джерела електроенергії, які можуть задовольняти потреби основних народногосподарських об'єктів. Тому, в планах необхідно встановлювати місця розташування і основні параметри ГЕС, намічати додаткові джерела електроенергії і шляхи об'єднання енергосистем. Виявляються також споживачі електроенергії, їх розташування і очікувані навантаження, порівнюється виробка енергії на ГЕС і інших енергетичних установках. В результаті цього встановлюється питома вага гідроенергетики в загальному енергетичному балансі району.

Водний транспорт і лісосплав. Всі водотоки і водойми, які мають необхідні умови для судноплавства, є водними шляхами загального користування, за винятком окремих випадків, коли вони використовуються за особливим призначенням. Як говорилося раніше, застосування мольового сплаву повинне обмежуватись.

5.4 Значення гідрологічних прогнозів для експлуатації водогосподарських об'єктів

Головною проблемою сучасної гідрології є розробка методики прогнозування режиму природних вод, що має досить важливе значення для всіх галузей народного господарства. Застосування методів гідрологічних прогнозів сприяє більш раціональному використанню водних ресурсів і дозволяє підвищити ефективність регулювання стоку за рахунок передбачення стану водойм і водотоків в межах від декількох днів до декількох місяців. Це дає можливість отримати суттєвий економічний ефект в залежності від точності прогнозування.

Гідрологічні прогнози бувають довгострокові і короткострокові.

Довгострокові прогнози потрібні для планування виробки електроенергії на ГЕС, регулювання стоку в інтересах зрошення, судноплавства, лісосплаву, рибного господарства і т.п.

Короткострокові – для прийняття ряду оперативних вирішень для того, щоб забезпечити найбільш ефективне використання водних ресурсів чи безпечну експлуатацію споруд і ВГК в цілому.

Система гідрологічного прогнозування в нашій країні отримала велике розповсюдження. Гідрометеорологічною службою щорічно випускається велика кількість прогнозів, з яких найбільш важливими є:

1. Прогнози місячного, квартального і сезонного притоку води.
2. Прогнози зміни стоку річок в районах розвинутого зрошення за вегетативний період і менш короткострокові (місяць, декада).
3. Довгострокові прогнози максимальних рівнів річок під час весняних повеней.
4. Короткострокові прогнози витрати води і зміни рівнів річок в період весняних і літніх повеней, а також короткострокові прогнози притоку води у водосховища на протязі року.
5. Довгострокові і короткострокові прогнози замерзання і розкриття річок, озер і водосховищ.

Встановлено, що прогнозування притоку у водосховища крупних ГЕС дозволяє збільшити виробку електроенергії на 1,5...2 % при одночасному задоволенні потреби інших учасників ВГК.

Дуже важливі гідрологічні прогнози в зрошувальному землеробстві, оскільки половина всієї води, що використовується в народному господарстві витрачається саме на потреби зрошення. Тому визначення режиму стоку річок, на яких встановлюються іригаційні водозабори, дозволяє своєчасно приймати міри з більш ефективного застосування води в сільському господарстві.

Суттєвого значення мають гідрологічні прогнози при боротьбі із шкідливою дією води, в першу чергу з повенями, селевими потоками, льодовими явищами у вигляді заторів. Каталоги критичних і небезпечних рівнів і витрат, які існують для різних річок і басейнів, дозволяють вказувати в гідрологічних прогнозах і попередженнях ступінь небезпеки для об'єктів і населених пунктів. Все це дає можливість своєчасно здійснювати заходи з їх захисту і значному скороченню витрат на відшкодування збитку від різноманітних стихійних явищ.

Для отримання достовірних прогнозів необхідне систематичне проведення широкого кола досліджень в різних напрямках, а саме:

- інтенсивність снігорозтавання;
- динаміка поверхневого стоку і просочування води;
- регулювання стоку природними і перетвореними річковими системами;
- несталий рух води в руслах;
- теплообмінні процеси у водоймах, водотоках, атмосфері і т.п.

Суттєве значення при цих дослідженнях має теоретичне моделювання з застосуванням ЕОМ, а також дослідження, які проводяться в космосі.

Лекція 6

ВОДОГОСПОДАРСЬКІ КОМПЛЕКСИ

План лекції

- 6.1 Поняття про водогосподарський комплекс
- 6.2 Основні учасники водогосподарського комплексу
- 6.3 Класифікація водогосподарських комплексів

6.1 Поняття про водогосподарський комплекс

Організацію управління водогосподарською системою повинен здійснювати водогосподарський комплекс (ВГК), оскільки використання водних ресурсів у великих масштабах пов'язане зі змінами традиційних зв'язків в природі і системі народного господарства. Ці зміни торкають інтереси багатьох галузей народного господарства і поряд з позитивним ефектом виникають негативні наслідки. Мінімізація негативних наслідків можлива в тому випадку, коли розглядати всю водогосподарську систему як єдиний комплекс і проектувати її на основі довгострокових прогнозів вимог різних галузей щодо кількості і якості води, а також зміни реальних природних умов.

В той же час ВГК можна розглядати як сукупність заходів і споруд з раціонального використання водних і інших природних ресурсів, які дозволяють оптимально забезпечити всіх водокористувачів наявним ресурсом води.

Водогосподарський комплекс це – сукупність різних галузей народного господарства, які спільно використовують водні ресурси одного водного басейну.

Формування комплексу, тобто обґрунтований вибір складу і числа його учасників є однією із складних перед проектних задач.

При обґрунтуванні ВГК необхідно враховувати зв'язані між собою його частини: природну, економічну і технічну.

Природна частина обумовлює можливості функціонування і розвитку ВГК, визначає позитивні і негативні сторони його впливу на навколишнє середовище. Вона включає водні ресурси, довкілля і місцеві природні умови.

Економічна частина враховує інтереси всіх галузей і окремих водоспоживачів. Її задачі полягають в максимізації економічного ефекту і мінімізації збитків при недоодержанні води окремими споживачами. Ця частина дозволяє об'єктивно розподілити сумарні капіталовкладення і витрати при створенні комплексу і включає в себе інтереси виробництва, інтереси соціального розвитку і водогосподарський баланс.

Технічна частина – визначає систему взаємопов'язаних технічних вирішень, споруд і заходів, які забезпечують дію ВГК в конкретних місцевих умовах. До складу технічної частини входять: загальні і галузеві споруди; водосховища і водоприймачі; захисні та інші споруди.

Водогосподарський комплекс повинен забезпечити найбільшу економічну ефективність для народного господарства в цілому, а не для якої-небудь

окремої галузі і не допускати шкідливої дії на навколишнє середовище. Споруди учасників ВГК повинні сприяти охороні води від забруднення і виснаження і забезпечити достатньо просту і надійну експлуатацію.

6.2 Основні учасники водогосподарського комплексу

Всі учасники ВГК поділяються на водоспоживачів і водокористувачів.

Водоспоживачі – споживають воду, вилучають її із водойм і водотоків (при цьому частина води вилучається безповоротно). Прикладом водоспоживачів можуть служити: промислове і комунальне водопостачання, сільськогосподарське зрошення і водопостачання.

Водокористувачі – не вилучають воду, а тільки використовують її для різних цілей (гідроенергетика, водний транспорт, лісосплав, рибне господарство, водний туризм, спорт).

Наведемо деякі дані для окремих учасників ВГК.

1. Водопостачання населення, промисловості, теплових і атомних електростанцій. Від сумарної потреби використання води водопостачання в 1995 році склало більше 37 % сумарного водоспоживання, в тому числі:

- населення і комунальне господарство – 6,1 %;
- промисловість - 17,0 %;
- теплоенергетика (ТЕС, АЕС) - 14,2 %.

2. Сільськогосподарські меліорації (зрошення) разом із сільськогосподарським водопостачанням є основним споживачем води:

- сільськогосподарські меліорації - 47,6 %;
- сільськогосподарське водопостачання - 3,6 %.

Із всіх учасників ВГК зрошення характеризується найбільшим безповоротним споживанням води, яке складає більше 70 % його кількості.

3. Гідроенергетика є однією з основних галузей ВГК і найбільшим водокористувачем. ГЕС, як правило, використовують повністю стік маловодних років і більшу частину середніх і багатоводних років. За будь-якого розвитку ТЕС і АЕС енергетичний комплекс не зможе нормально функціонувати без ГЕС, які є майже єдиним джерелом керованої потужності на протязі доби. На півдні України (а також в інших регіонах колишнього СРСР) практично всі гідровузли з ГЕС мають комплексне призначення, забезпечуючи розвиток зрошення і обводнення земель, а також гарантоване водопостачання промисловості і населення.

Наприклад, Південно-Український енергокомплекс має: АЕС (потужністю 4000 МВт), ГЕС (потужністю 1820 МВт), ГЕС-ГАЕС (потужністю 400 МВт) і багато насосних станцій різного призначення.

В нових районах, що освоюються, ГЕС є основою розвитку багатьох галузей народного господарства і підйому економіки всього регіону. На їх базі створюють потужні територіальні промислові комплекси (ТПК). Наприклад, Саяно-Шушенська ГЕС в Росії (потужністю 6,5 млн. кВт) дозволила створити ТПК з більше ніж 100 промисловими підприємствами. Потужні ТПК створені на базі Братської, Усть-Ілімської, Богучанської, Нурекської і інших ГЕС.

Необхідно вказати і на негативні сторони ГЕС. При створенні великих водосховищ змінюється гідрологічний режим водотоків, екологія довкілля, порушуються місця нересту риби, проходить значне затоплення цінних земельних угідь.

4. Водний транспорт. Для нього необхідно забезпечити судноплавні глибини, побудувати шлюзи і суднопідйомники. На Дніпрі забезпечені глибини 3,0...3,2 м від Києва до Херсона. До зарегулювання цієї великої річки глибини склали 1,0...2,5 м.

5. Рибне господарство. Продукція цієї галузі складає суттєву частину харчування населення і тому вона відіграє важливу роль у ВГК. При будівництві гребель і створенні водосховищ виникає задача раціональної організації рибного господарства шляхом влаштування штучних і реконструкції природних нерестилищ, будівництва рибоводів і ін.

Окрім цього переліку водотоки і водойми використовуються в рекреаційних цілях (водний туризм, спорт, зони відпочинку та оздоровлення населення).

Задоволення запитів різних галузей народного господарства ВГК є складною задачею тому, що їх вимоги до водотоку часто знаходяться у протиріччі і їх об'єднання має базуватись на техніко-економічному оптимумі. Так витрати на зрошення, водопостачання і шлюзування суден зменшують стік, необхідний для виробництва електроенергії. Енергетика і боротьба з повенями потребують затримки стоку у водосховищі, а в цей же час рибне господарство потребує пропуск води вниз по річці, особливо навесні.

6.3 Класифікація водогосподарських комплексів

Класифікацію водогосподарських комплексів можна провести за масштабами, за типом споруд, за числом учасників.

Так за масштабами розповсюдження можна виділити: глобальні або міждержавні; державні; зональні; басейнові; ВГК частини басейнів.

До глобальних можна віднести проекти використання водних ресурсів прикордонних річок (Прут, Прип'ять) або річок, які протікають транзитом територією ряду країн (Дунай). В подальшому можна розглядати проекти міждержавного використання природних ресурсів і, зокрема, запаси парів у атмосфері при штучній стимуляції опадів, проекти використання водних ресурсів айсбергів і льодовиків і ін.

До державних можна віднести ВГК, що виникли при реалізації таких проектів, як створення єдиної водогосподарської системи країни. В США, Англії, Франції такі системи або їх частини вже існують. В Україні такої системи поки що немає. Загальною ознакою державного ВГК може служити розгляд водогосподарської проблеми в масштабах всієї країни на основі довгострокових прогнозів економічного розвитку держави з урахуванням загальних політичних і соціальних аспектів.

Зональні ВГК передбачають вирішення водогосподарських проблем в тому чи іншому економічному районі країни. Основною метою такого комплексу є вдосконалення водного господарства і найбільш повне і ефективно викорис-

тання його можливостей для розвитку даного економічного району. Прикладом таких ВГК можуть служити схеми комплексного використання річок країн СНГ – Волги, Дніпра, Дону, Амудар'ї, Іртиша і ін.

Басейнові ВГК найбільш повно розроблені як в меліорації, так і в енергетиці. Практично по всіх басейнам великих річок складені “Схеми комплексного використання і охорони водних та земельних ресурсів” з перспективою на 15...20 років. В басейнових схемах ВГК більш повно враховують природні і соціально-економічні особливості районів, більш точно здійснюється довгостроковий прогноз розвитку народного господарства і більш обґрунтовано визначаються заходи для забезпечення народногосподарської ефективності.

ВГК частини басейнів формуються після розгляду складу учасників ВГК більш високих порядків. Розгляд і формування ВГК частини басейнів проводять на основі проектних вирішень у вигляді уточнення схем використання ділянок річки. Тут більш детально вивчають притоки основної річки на даній ділянці, розглядають можливість їх комплексного використання, враховують можливість вдосконалення природного середовища, усунення ерозійних процесів та інші питання водно-земельного благоустрою і водокористування.

В технічному плані водогосподарські комплекси можна класифікувати за типом споруд і числом учасників. Одно вузлові галузеві ВГК мають енергетичне або іригаційне призначення. Проте сьогодні не комплексні гідровузли практично не створюються і частіше зустрічаються одно вузлові багатогалузеві ВГК. В міру розвитку народного господарства в даному басейні одно вузлові ВГК трансформуються в багато вузлові або каскадні міжгалузеві ВГК. Це найбільш розповсюджений тип ВГК в нашій країні та за її кордоном. Такі комплекси сформовані на каскадах гідровузлів на річках Волзі, Дніпрі, Свірь і ін. Формування такого ВГК закінчується із завершенням будівництва всього каскаду, тому отримання повного ефекту може затягнутися на багато років. Але такі комплекси стимулюють інтенсивний розвиток народного господарства, сприяють раціональному використанню водних ресурсів.

В тому випадку, коли водних ресурсів одного басейну не хватає для формування ВГК, можливе створення між басейнового галузевого, а потім між басейнового багатогалузевого ВГК. Великомасштабність таких заходів торкає, як правило, багато галузей, впливає на зміну природного середовища, економічних і соціальних аспектів.

В зв'язку з тим що ВГК тим чи іншим чином впливає на навколишнє середовище, особливо при водовідведенні, виникає необхідність виділення ще одного типу ВГК – водоохоронного, який повинен функціонувати в системі природоохоронного комплексу. Водоохоронним комплексом називають систему споруд і улаштувань для підтримки потрібної кількості і якості води в заданих створах або пунктах. Водоохоронні комплекси включають об'єкти осушення, водосховища, пойми, забруднені ділянки водних об'єктів і споруд, які запобігають негативному впливу ВГК.

Лекція 7

ОСНОВНІ УЧАСНИКИ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ

План лекції

- 7.1 Види водозабезпечення
- 7.2 Промисловість, як учасник водогосподарського комплексу
- 7.3 Комунально-побутове господарство

7.1 Види водозабезпечення

Людство, в міру свого розвитку, витрачає все більшу кількість води для задоволення різноманітних потреб. Вода необхідна для водопостачання населення і різних промислових об'єктів, зрошення і обводнення земель, розвитку транспорту і риборозведення, охорони здоров'я і водного туризму. Неможливо уявити собі яку-небудь галузь господарства, існування якої було б можливим без використання води.

Минуле сторіччя характеризувалось надзвичайно швидким розвитком виробничих сил, що пов'язане з інтенсивним споживанням води у все зростаючих масштабах. Для прикладу: населення України в період з 1913 по 1968 роки збільшилось в 1,5 разів, а об'єм використаної води виріс більше ніж в 5 разів. Перш за все це пояснюється швидким ростом промисловості і, особливо, водоемких її галузей, а також інтенсивним ростом енергетики. Прогнозується, що в подальшому витрата води буде збільшуватись приблизно в тій же пропорції, тому вже зараз необхідно приймати термінові заходи для недопущення виснаження водних ресурсів.

Як вже говорилося, при вирішенні питань водозабезпечення виділяють дві категорії: водоспоживання і водокористування.

На сучасному етапі спостерігається поступове зникнення межі між цими категоріями. Для прикладу можна назвати гідроенергетику, яку не можна розглядати ізольовано від інших водокористувачів і водоспоживачів. Будівництво більшості гідроелектростанцій пов'язане з утворенням водосховищ, які служать не тільки для виробництва електроенергії, але й для створення нормальних судноплавних умов, а також для водопостачання, зрошення, лісосплаву, риборозведення і інш. Іншим прикладом багатостороннього вирішення проблеми водозабезпечення є прокладка крупних, в основному іригаційних, каналів, які в багатьох випадках можуть застосовуватись для судноплавства і риборозведення. Іноді, при наявності великих ухилів траси таких каналів, створюються невеликі гідроелектростанції.

Тому, маючи на увазі зростаючу комплексність використання водних ресурсів, можливо було б правильніше об'єднати дві вказані вище категорії – водоспоживання і водокористування – в одну, під загальною назвою – водокористування.

Використання води різними підприємствами характеризується значною нерівномірністю. До найбільш постійних водокористувачів відносяться проми-

слові об'єкти, які працюють цілодобово, водопостачання населених пунктів, теплові (в тому числі і атомні) і гідравлічні електростанції.

Меншою постійністю характеризуються такі галузі, як зрошення, водний транспорт і риборозведення. Так при зрошенні, необхідна подача значних об'ємів води на протязі вегетативного періоду; водний транспорт і лісосплав потребують підтримання необхідних глибин на протязі навігації; рибне господарство відчуває потребу в подачі визначеної кількості води в період нересту риби і т.д.

Витрата води деякими галузями народного господарства зазнає значної зміни на протязі сезону чи місяцю, але й на протязі доби. Все це сильно ускладнює питання використання і розподілу води між різними галузями.

В зв'язку з швидким ростом населення і інтенсивним розвитком всіх галузей народного господарства особливого значення набуває розподіл водних ресурсів не тільки за кількістю, але і за якістю.

Для водопостачання населення в першу чергу повинна використовуватись вода найвищої якості, яка міститься в підземних джерелах і в незабруднених водоймах. Вода більш низької якості може використовуватись для потреб промисловості і зрошення. І, насамкінець, для гідроенергетики, судноплавства і лісосплаву забрудненість води не має особливого значення.

Існує ряд положень, в яких сформульовані вимоги окремих галузей народного господарства до якості води, про що буде розказано нижче. А тут оговоримось про те, що вимоги, які ставляться до якості води досить різноманітні і досить різномовні у різних галузей.

Необхідно мати на увазі, що при задоволенні запитів окремих водокористувачів, суттєве значення має зарегульованість того чи іншого вододжерела чи водотоку, що дозволяє забезпечити подачу чи використання визначеної кількості води протягом необхідного періоду часу. Так, зокрема, водопостачання населених пунктів і промисловості повинне бути безперервним, оскільки припинення подачі води хоча б на короткий термін може спричинити значні збитки. Менш неприємні наслідки спостерігаються при деякому частковому недотриманні встановлених термінів подачі води для зрошення земель і ряду інших промислових процесів.

Охарактеризуємо окремих учасників водогосподарських комплексів.

7.2 Промисловість, як учасник водогосподарського комплексу

Вода в промисловості витрачається для виготовлення продукції, задоволення потреби працюючого персоналу і створення резервів для тушіння пожерів. Виробництво промислової продукції пов'язане з охолодженням машин і механізмів, промивкою деталей та виробів.

До числа найбільш водоемких галузей промисловості відносяться хімічна, целюлозно-паперова, чорна і кольорова металургія. За сучасними даними чорна металургія споживає біля 24 %, хімічна промисловість – 16 %, кольорова металургія – 17 %, паливна і нафтохімічна промисловість – 13 %, целюлозно-

паперова промисловість – 11 % загального водозабору на всі промислові потреби.

Питоме водоспоживання, чи витрата води на виготовлення одиниці промислової продукції залежить від потужності підприємства, схеми технологічного процесу і режиму використання води в ньому. В міру укрупнення і інтенсифікації виробництва спостерігається деяке зменшення питомого водоспоживання, але, не дивлячись на це, його розміри лишаються досить значними.

Наведемо деякі орієнтовні цифри питомого водоспоживання:

- синтетичне волокно, т	- 2500...5000 м ³ ;
- синтетичний каучук, т	- 2000...3500 м ³ ;
- нікель, т	- 4000 м ³ ;
- мідь, т	- 500 м ³ ;
- чавун, т	- 160...200 м ³ ;
- папір, т	- 400...800 м ³ ;
- нафта-сирець, т	- 30...40 м ³ ;
- азотні добрива, т	- 600 м ³ ;
- тканини, 1000 м	- 20...50 м ³ .

Системи промислового водопостачання поділяються на прямоточні, оборотні і з послідовним використанням води.

Прямоточна система є найбільш простою. В ній вода насосною станцією перекачується із водотоку до окремих об'єктів промислового комплексу. Після проходження через них, вона поступає в каналізаційні лінії, які ведуть до очисних споруд. Після здійснення необхідної очистки відпрацьовані води можуть скидатися у водотік на деякій відстані від водозабору. Досить часто прямоточні системи водопостачання включають в себе водопровідні лінії, які працюють під різними тисками. Наприклад, низьконапірна лінія може забезпечувати охолодження частини виробничого устаткування, промивку деяких видів продукції і т.п. Високонапірні лінії доцільно використовувати для створення резервів води у водонапірній вежі і забезпечення ряду технологічних процесів.

Прямоточні системи застосовуються при наявності достатніх водних ресурсів. У випадку забезпечення потреби великих промислових підприємств з великою водоємкістю, особливо при значному дефіциті води і можливості її забруднення, застосовуються системи оборотного водопостачання.

Такі системи включають скид відпрацьованої води у водотоки і передбачають повторне її використання для виробництва. Для цього відпрацьовану воду пропускають через охолоджуючі пристрої (водосховища-охолоджувачі, градирні, бризкальні басейни) і направляють знову у виробничий цех. Оскільки, частина води при цьому втрачається безповоротно, її запаси приходиться періодично компенсувати шляхом подачі додаткових об'ємів із водного джерела. Як правило, ці втрати не перебільшують 2...5 %. У багатьох випадках частина відпрацьованої води може бути забрудненою, тому для її повторного використання потрібна попередня очистка.

Системи оборотного водопостачання досить раціональні при розташуванні майданчика промислового об'єкту вище рівня води водотоку. При цьому, в порівнянні з прямоточною системою, витрачається менше електроенергії для

роботи насосної станції. Не менш корисні оборотні системи водопостачання і при значній віддаленості промислових об'єктів від водного джерела, що наглядно можна побачити на прикладі експлуатації великих промислових комплексів, розташованих в маловодних районах України.

Системи водопостачання з послідовним використанням води передбачають її повторне застосування всередині даного підприємства. Тут, після завершення операції в одному цеху, відпрацьована вода поступає в інший, де також забезпечує випуск промислової продукції. Іноді можливе багаторазове використання води в багатьох цехах заводу, після чого вона в забрудненому стані поступає на очисні споруди. В умовах крайнього дефіциту чистої води і загальної обмеженості водних ресурсів, кратність використання води на багатьох промислових підприємствах країн Західної Європи і країн СНГ сягає 10...14.

Досить часто відпрацьована вода застосовується для гідравлічного видалення окалини, шлаку і попелу. В окремих випадках гарячі відпрацьовані води використовуються для роботи енергетичних установок, обігріву жилих приміщень і парників, а теплі води – для зрошення і риборозведення.

Подальший технічний прогрес нерозривно зв'язаний із всебічним розвитком систем оборотного водопостачання і систем з послідовним використанням води. Це дозволяє суттєво зменшити потребу у воді і скоротити об'єм промислових стоків, а це покращує санітарний стан водойм і водотоків.

Як зазначалось вище, споживання води промисловими підприємствами, в порівнянні з іншими водокористувачами, проходить досить рівномірно на протязі доби. Проте можуть спостерігатись незначні коливання у витраті води, що частково пояснюється зміною температури водотоку і деякими змінами в окремих виробничих операціях чи іншими причинами. При цьому коефіцієнт годинної нерівномірності в споживанні води не перевищує 1,1...1,2. Іноді, для отримання попередньо очищеної води, яка має більш постійну температуру, водозабір влаштовують із ряду вертикальних колодязів, або горизонтальних дрен, розташованих вздовж берега річки, озера чи водосховища. Так, зокрема, забезпечується водопостачання промислових підприємств м. Дрезден і деяких інших міст Німеччини.

Крім води, що витрачається на випуск продукції, необхідно забезпечувати потребу у ній працюючого персоналу. Для цього існують норми, у відповідності з якими, на кожного працюючого в звичайному цеху потрібно мати 25, а в гарячому – 35 літрів води в зміну. Крім того, передбачається витрата води на миття із розрахунку 40...60 літрів на кожного, хто користується душем. Додатково враховується необхідність миття приміщень і полив зелених насаджень, розташованих на заводській території.

Розрахункова витрата води, яка потрібна для тушіння пожегів на промислових підприємствах, встановлюється за відповідними нормами в залежності від категорії вогнестійкості споруди, його кубатури і категорії виробництва. При врахуванні цих положень, витрата може коливатись від 5 до 30 л/с. Тривалість пожеги приймається рівною 3 години. Якщо на протязі цього часу запроєктований трубопровід не забезпечує необхідної продуктивності, то передбача-

ються спеціальні басейни, або закриті резервуари необхідного об'єму недоторканих запасів води.

7.4 Комунально-побутове господарство

Доля комунально-побутового водопостачання в загальному водоспоживанні невелика. Водопостачання населення – найважливіша задача будь-якого міста чи села. Відсутність чистої питної води – одна із головних причин різних хвороб. На сьогодні, майже половина населення Землі не має надійних джерел чистої питної води.

В нашій країні принцип пріоритету комунально-побутового водопостачання закріплений в Основах водного законодавства і він полягає в тому, що за любых умов, населення повинне забезпечуватись водою в першу чергу.

У водогосподарській практиці, у відношенні до комунально-побутового водопостачання, приймають самий високий показник забезпеченості (97 % за числом безперебійних років).

Комунально-побутове водопостачання пов'язане з безпосереднім споживанням води населенням (для пиття, в складі харчових продуктів), з використанням води для господарсько-побутових цілей (прання, прибирання, миття), з задоволенням потреби комунально-побутового господарства (пральні, цирульні), з міським транспортом і будівельними організаціями.

Комунально-побутове господарство, як водоспоживач, має ряд особливостей. Це, перш за все, вимогливість до якості води як за фізичними властивостями (температура, прозорість, колір, запах, смак), так і за хімічними показниками (кислотність, жорсткість, величина сухого залишку, вміст свинцю, миш'яку, фтору, міді і інших елементів). Найважливішою вимогою є відсутність у воді патогенних мікробів, за вмістом яких, воду поділяють на декілька типів: бездоганно здорова, здорова, підозріла, сумнівна, нездорова, зовсім непридатна). В 1937 році у колишньому СРСР був розроблений перший в Європі стандарт якості очищеної питної води, який переглядався декілька разів у відповідності з новою уявою про призначення для здоров'я людини чистої води. В останній редакції уточнені нормативи за вмістом у воді ряду мікроелементів.

Найкращу якість мають між пластові артезіанські підземні води, які мають невелике забруднення хімічними елементами і патогенними мікробами. На них мало впливають соціально-побутові (щільність населення, розвиток промисловості, транспорту і т. п.) і природні (кліматичні, сезонні) фактори. На відміну від артезіанських, ґрунтові води, які розташовані неглибоко під землею, підпадають під вплив цих факторів, що викликає погіршення органолептичних властивостей (запах, колір, смак) води. Проте їх якість значно краща ніж якість поверхневих вод, які найменш придатні для питного постачання, оскільки можливість забруднення таких вод велика. Для приведення якості води у відповідність до санітарно-гігієнічних вимог вона підлягає спеціальній обробці (водопідготовці). Воду фільтрують, коагулюють (для переводу в осад твердих залишків), хлорують або фторують, з метою дезінфекцій, збагачують аміаком для покращення смакових якостей.

Наступними особливостями комунально-побутового водопостачання є рівномірність споживання води протягом року і нерівномірність протягом доби. При підвищенні температури повітря споживання води дещо зростає, проте сезонні коливання не перебільшують 15...20 %. В той же час добові коливання значні, оскільки більше 70 % води споживається вдень. Як правило, для врахування цих коливань в розрахунках водоспоживання використовують коефіцієнт добової нерівномірності $K_{\text{доб}}$ (відношення максимальної норми водоспоживання до середньодобової). Коефіцієнт добової нерівномірності не перевищує 1,2, в той час як коефіцієнт годинної нерівномірності сягає 1,8...2,0.

Норми господарсько-питного водопостачання залежать від благоустрою жилого фонду населеного пункту і кліматичних умов, інколи і історичних. Більші норми дійсні для південних районів, менші – для північних.

Загальна витрата Q (л/с) для задоволення господарсько-питних потреб населення визначається за формулою

$$Q = N q K_{\text{доб}} K_{\text{год}} / (86,4 \cdot 10^3), \quad (7.1)$$

де N – чисельність населення;

q – середньодобова норма водоспоживання на одну людину, л/добу;

$K_{\text{доб}}$, $K_{\text{рік}}$ – коефіцієнти добової і годинної нерівномірності;

$86,4 \cdot 10^3$ – число секунд в добі.

Для прогнозування водопостачання комунально-побутового господарства використовують дані про прогноз чисельності населення і питомого водоспоживання. Для прогнозу останнього частіше всього застосовують логічні моделі, вибір яких обумовлений гіпотезою про його стабілізацію на перспективу при досягненні визначеного достатньо високого споживання води. Ріст водоспоживання пов'язаний з розвитком благоустрою сільських населених пунктів.

Одним із головних шляхів економії води в комунально-побутовому господарстві є боротьба з протічками. Тільки в жилих будинках через неполадки санітарно-технічної арматури вони сягають четвертої частини води, що відпускається населенню. Немалі втрати води спостерігаються через пошкодження водопровідних мереж при виконанні земельних робіт. Середні розміри таких втрат складають 20%.

Комунально-побутове водопостачання характеризується відносно невисоким безповоротним споживанням. Тому, більш широке впровадження каналізації дозволить збільшити кількість стічних вод, які можна використовувати повторно (після очистки) для зрошення і промисловості. Це дасть загальну економію води, яку використовують споживачі.

Якщо є небезпека заболочування берегів, то необхідно передбачати осушення цієї території. Для попередження заболочування і замулення і для укріплення берегів можна виконувати озеленення та інші берегозакріплювальні роботи.

В інтересах рекреації наповнювати водосховище бажано не в початковий період повені, оскільки в цей час мутність потоку найбільша. Необхідно, також, забезпечувати достатню проточність водосховища.

Режим рівня води у водосховищі по можливості повинен бути сталим, без різких коливань в період рекреаційного використання, який, як правило, спів-

падає з теплим періодом року. Великого значення мають заходи з розширення рекреаційної ємності водосховищ. Збільшення рекреаційного навантаження вище деякої межі, що залежить від природних особливостей місцевості, приводить до порушення екологічної рівноваги, оскільки відбувається витоптування трави, ерозія ґрунту, зменшення лісових насаджень, забруднення води, гибель риби і т.п. Розширення рекреаційної ємності можливе за рахунок осушення мілини, заболочених ділянок, додаткового створення пляжів, а також розширення мережі доріг, які збільшують можливість використання інших ділянок водосховищ та річок.

На водосховищах комплексних гідровузлів виникають протиріччя між рекреацією і іншими учасниками ВГК.

Основний негативний вплив рекреаційного використання водосховищ полягає в забрудненні при купанні, водному туризмі, від моторних човнів і катерів. Тому забороняється рекреаційне використання водосховищ в зонах, які прилягають до водозаборів господарсько-питного призначення. До таких зон також відносяться акваторії, які використовуються для риборозведення і заповідні ділянки. В свою чергу, на рекреацію негативно впливає промислове та комунально-побутове водопостачання, водний транспорт, які забруднюють водні ресурси при скиді стічних вод, а також гідроенергетика, в інтересах якої здійснюється добове регулювання, що приводить до різких коливань рівня води. Узгодження вимог до водосховищ зі сторони всіх учасників ВГК проводиться з урахуванням досягнення максимального народногосподарського ефекту і задоволення соціальних потреб суспільства.

Лекція 8

ВОДОГОСПОДАРСЬКІ БАЛАНСИ

План лекції

- 8.1 Види водогосподарських балансів
- 8.2 Основні положення складання водогосподарських балансів
- 8.3 Складання водогосподарських балансів
- 8.4 Підсумковий водогосподарський баланс

До недавнього часу воду, як матеріальний ресурс, практично не розглядали і витрачали нерационально, а існуючий облік її наявності, стану і використання незрівняний, порівняно з наявністю і використанням інших матеріальних ресурсів. В той же час, правильна уява про кількість і стан водних ресурсів – важливе перед посилення для їх раціонального використання. Велике значення для такої уяви належить водогосподарському балансу (ВГБ), який передбачає кількісне співставлення експлуатаційних водних ресурсів з потребами у воді населення і народного господарства даної території. Водогосподарський баланс сприяє складанню узгоджених планів використання водних ресурсів, полегшує дослідження очікуваних пропорцій в напрямку їх використання.

Водогосподарський баланс виступає, як одне із джерел вихідної інформації при плануванні і експлуатації об'єктів водного господарства.

Отже, водогосподарський баланс є відображення складної взаємодії водних ресурсів, формування яких зумовлене природними і антропогенними факторами, з потребами у воді людського суспільства, які визначаються економічними, технологічними і соціальними факторами.

Подальший розвиток народного господарства вимагає складання і використання різного виду водогосподарських балансів.

8.1 Види водогосподарських балансів

Розрізняють різні види водогосподарських балансів.

Звітний – відображає вже досягнуте використання водних ресурсів і служить для аналізу росту водоспоживання в окремих районах країни, умов його забезпечення, ефективності роботи існуючих водогосподарських систем і доцільності використання водних ресурсів.

Оперативний – розробляється на нинішній рік для особливо напружених за водоспоживанням річкових басейнів з метою ефективного розподілу очікуваних водних ресурсів між окремими галузями народного господарства чи об'єктами.

Плановий – розробляється у відповідності з державними планами розвитку народного господарства, як їх необхідна складова частина і він включає перелік і об'єм водогосподарських заходів.

Перспективний – складається на перспективу розвитку народного господарства для правильного обліку і оцінки впливу водного фактору на розташування і розвиток продуктивних сил, обґрунтування довгострокових планів науково-дослідницьких і проектно-вишукувальних робіт.

Водогосподарський балансовий метод застосовують для аналізу і планування водних ресурсів, як правило, на трьох рівнях: в цілому по країні (за загальними показниками); по окремим водоспоживачам і водокористувачам (зрошення, водопостачання, і т.п.); по окремим водогосподарським районам.

8.2 Основні положення складання водогосподарських балансів

При складанні ВГБ необхідно вирішувати такі задачі

- провести оцінку поверхневих і підземних вод із кількісної, так із якісної сторони;
- виявити вимоги різних водокористувачів і встановити величину безповоротної втрати води;
- визначити об'єми води, які можуть бути запропоновані водокористувачам в природних умовах, а також при проведенні додаткових заходів з регулювання стоку;
- встановити вільні об'єми стоку, які лишаються в річці, для їх використання за межами даної території.

В процесі складання ВГБ ступінь надійності повного задоволення потреби у воді визначається нормативом розрахункової забезпеченості. Цей критерій є вихідним при складанні балансу.

В зв'язку з тим, що річковий стік має стихійні коливання протягом сезону і років, кожен водогосподарський розрахунок потрібно виконувати з відомим ступенем наближення. При цьому кожен етап використання водних ресурсів в межах даного району повинен розглядатись залежно від середньорічного стоку річки шляхом порівняння різних варіантів.

Велике значення при складанні ВГБ має врахування господарської діяльності людини. Але оцінка цього впливу поки що досить наближена.

Водогосподарський баланс є основоположним при економічній оцінці раціонального використання водних ресурсів і при визначенні плати за воду.

ВГБ складається звичайно для річок, або їх ділянок, в межах яких планується створення водогосподарських комплексів. При цьому по всій довжині річки здійснюється перерозподіл води між окремими водокористувачами. Кожен з них, розташований нижче за течією, використовує стік, перерозподілений верховими водосховищами, а також стік притоку річок, які впадають в основну річку нижче цих водосховищ.

Таким чином, вихідні гідрологічні дані повинні базуватись на загальному для всіх водокористувачів періоді часу і бути представленими у вигляді гідрографів притоку в кожний б'єф водогосподарської системи. Крім того, необхідно ретельно ув'язувати між собою гідрологічні і гідравлічні характеристики ділянки річки, для якої складається ВГБ.

Питання, які пов'язані з регулюванням стоку водосховищами і з об'ємами води, що можуть використовуватись для різних цілей, вирішуються на основі деяких ймовірних методів, які дають можливість врахувати поєднання років різної водності.

У водогосподарському плануванні існує два взаємоув'язаних визначення. Це, так звана, розрахункова забезпеченість – р і гарантована віддача. Під розрахунковою забезпеченістю розуміється ймовірне число років у відсотках від загального числа років всього розрахункового періоду, коли гарантовані водовіддачі забезпечуються повністю.

Розрахункова забезпеченість є одним з головних вихідних параметром при складанні водогосподарського балансу. Чим він вищий, тим більш стійким і надійним буде функціонування тієї чи іншої ділянки водогосподарського комплексу. Від величини розрахункової забезпеченості залежать висота греблі гідровузла, подача насосних станцій, потужність ГЕС, розміри поперечних перерізів великих каналів і т.п. Відповідно росту масштабів водогосподарських заходів збільшується їх вартість. Разом з тим, зниження розрахункової забезпеченості приводить до обмеження подачі води і енергії відповідним підприємствам, а це приводить до росту збитків.

Обґрунтувати розрахункову забезпеченість досить складно. Це пов'язано з великою невизначеністю при економічній оцінці народногосподарського збитку, що пояснюється скороченням подачі води. Вірніше було б розглядати ряд варіантів забезпечення потреби у воді того чи іншого об'єкту і провести їх тех-

ніко-економічне порівняння, що дало б можливість більш повно обґрунтувати розрахункову забезпеченість.

При визначенні розрахункової забезпеченості виходять із практичних даних. Рекомендуються такі розрахункові значення в %:

- питне водопостачання	– 97...99;
- промислове водопостачання	– 95...97;
- зрошення	– 75...80;
- гідроенергетика	– 90...95;
- водний транспорт	– 80...90.

Наведені цифри є наближеними і вони вимагають корегування в кожному окремому випадку.

При розробці ВГБ необхідно оперувати даними про безповоротні втрати води і їх зміну в часі, а також враховувати удосконалення системи промислового і сільськогосподарського виробництва. В зв'язку з цим, особливого значення набуває правильне прогнозування розвитку оборотного і послідовного використання води у промисловості, скорочення зрошувальних норм і здійснення заходів, направлених на всебічну економію води.

ВГБ повинні ув'язуватись з варіантами розташування продуктивних сил. При цьому необхідно враховувати наявність корисних копалин і труднощі при їх розробці, ґрунтові і кліматичні умови для вирощування сільськогосподарських культур, транспортні зв'язки та інші фактори.

У випадку дефіциту води приходиться здійснювати заміну окремих учасників водогосподарського комплексу рівноцінними варіантами.

Для маловодних районів досить важливе значення має фактор найбільш ефективного використання води. В якості критеріїв застосовуються деякі економічні показники у вигляді валового доходу чи валового продукту, які приходяться на одиничний об'єм води.

При вирішенні кола питань, щодо ефективності використання води, необхідно встановлювати не тільки розміри водоспоживання і безповоротних втрат, але й оперувати даними про ступінь впливу різних видів водокористування на якість водних ресурсів.

Іноді, за санітарними вимогами, для відповідного розчинення стічної води необхідно передбачати подачу додаткового об'єму чистої води, що враховується при складанні водогосподарського балансу.

8.3 Складання водогосподарських балансів

Водогосподарські баланси складають і аналізують окремо для підземних і поверхневих вод.

Складання ВГБ для підземних вод полягає в порівнянні забезпечення потреб водоспоживачів на даній ділянці за рахунок підземних вод і ресурсів цих вод, доступних для використання на даному розрахунковому рівні.

Позитивним балансом є

$$P - Q_{\Pi} > 0, \quad (8.1)$$

де P – експлуатаційні запаси, або природні ресурси, підземних вод, які доступні для використання в даному районі;

Q_{Π} – сумарний відбір підземних вод, передбачений на даному розрахунковому рівні.

У випадку негативного балансу підземних вод розглядають можливості компенсації за рахунок збільшення забору поверхневих вод, штучного поповнення і збагачення підземних вод. ВГБ для підземних вод складають для одного року.

При складанні ВГБ на далеку перспективу не потрібно виділяти підземні води в самостійну категорію. Це пов'язане з тим, щоб не переоцінити можливості використання водних ресурсів в даному районі, оскільки підземні води є джерелом живлення річкового стоку, об'єми і витрати якого фіксуються з достатньою точністю.

Водогосподарський баланс для поверхневих вод складають для кожної ділянки і аналізують в річному розмірі для 50 %-ї забезпеченості, а також за рік, місяць і сезон для середньо-засушливих (75 %, 80 %, 85 %) і гостро-засушливих (95 %) років при заданих рівнях розвитку народного господарства.

Рівняння водогосподарського балансу для поверхневих вод за кожен проміжок часу на даній ділянці виглядає так:

$$B = R_B + \Delta R - \psi - T \pm \Delta V, \quad (8.2)$$

де R_B – стік, який поступає на дану ділянку з інших територій;

ΔR – стік, який формується на даній ділянці;

ψ – безповоротне споживання поверхневих вод;

$$\psi = Q_P + \Delta Q_P - q_{\text{повт}}, \quad (8.3)$$

де Q_P – сумарний відбір річкових вод водоспоживачами, які забезпечуються поверхневими водами, а також для подачі на інші території;

ΔQ_P – зменшення річкового стоку за рахунок відбору підземних вод;

$q_{\text{повт}}$ – стічні води, які можуть бути використані повторно;

T – потрібний транзитний попуск в кінцевому створі в інтересах водокористувачів;

ΔV – наповнення (-) чи спрацювання (+) водосховища;

B – підсумок водогосподарського балансу.

Ресурси поверхневих вод враховують у ВГБ в їх природному стані, тобто об'єм річного стоку і його внутрішньо-річний розподіл приймають таким, яким він формується до створення водогосподарського комплексу.

У ВГБ прибуткова частина представлена природними водними ресурсами, використання яких економічно доцільне на даному етапі розвитку продуктивних сил. Витратна частина включає потреби у воді всього комплексу водоспоживачів і водокористувачів. Результат балансу – співвідношення між його прибутковою і витратною частинами.

При складанні ВГБ можливі різні співвідношення між вказаними частинами, а саме: водні ресурси достатні і їх розподіл в часі у всіх точках території забезпечує покриття графіка водоспоживання з урахуванням необхідних транзитних попусків, тобто $B > 0$. В цьому випадку немає дефіциту води в даному регіоні. З метою підвищення економічної ефективності використання водних ресурсів можливий розвиток і розширення галузей народного господарства.

При $B < 0$ абсолютні значення балансу чисельно характеризують дефіцит води на ділянці, який необхідно усунути шляхом проведення заходів з регулювання і перерозподілу стоку.

Якщо за підрахунками баланс від'ємний для року 95 %-ї забезпеченості за поверхневим стоком, то вводяться коефіцієнти на скорочення подачі води менш відповідальним споживачам, тобто у яких розрахункова забезпеченість складає менше 95 %.

В цьому випадку

$$\psi' = C_1 Q_P + \Delta Q_P - C_2 q_{\text{повт}} + T' = C_3 T, \quad (8.4)$$

де C_1, C_2, C_3 – коефіцієнти пониження споживання води (0,8...1,0).

В рік 95 %-ї забезпеченості стоком повинні повністю задовольнятися потреби господарсько-питного водопостачання населення і зберігатись мінімальні санітарні витрати вздовж водотоків. Обмеження споживання води можна вводити для зрошення, річкового транспорту, гідроенергетики, рибного господарства.

При складанні ВГБ використовують результати тривалих натурних спостережень за їх складовими: атмосферними опадами, річковим і підземним стоками, випаровуванням і транспірацією.

8.4 Підсумковий водогосподарський баланс

Розробка і складання ВГБ може виконуватись в двох аспектах. В першому з них розглядаються досить складні економічні райони і річкові басейни на 10...15 річну перспективу їх розвитку. При цьому оцінка водних ресурсів і визначення вимог різноманітних водокористувачів можуть виконуватись з достатньою точністю.

Більш складне складання ВГБ в другому аспекті, тобто за багаторічний період, що включає велике число років, які характеризуються різними об'ємами стоку. Кінцевим етапом при цьому є підсумкові водогосподарські баланси, які відображають найбільш неблагополучні умови водозабезпечення протягом 20...30 і більше років.

Як правило, підсумкові ВГБ складають для маловодного і середньо-маловодного років з відповідними розрахунковими забезпеченостями 95...97 і 75 %. Для можливості більш детальної оцінки режиму маловодного року аналізується його стік по місяцям, а іноді, і по декадам.

При водогосподарському плануванні досить часто розглядаються крупні річкові системи, в межах яких відбуваються досить складні зміни стоку. Одночасно з цим, необхідно зазначити багатогранні форми гідрологічної взаємодії між різними частинами кожного річкового басейну, а також між окремими річковими системами. Із-за цього доцільно за розрахунковий маловодний рік приймати той, який був зафіксований протягом багаторічного циклу гідрологічних спостережень.

Вибрані в якості основних розрахункових, маловодні роки характеризуються самими важкими умовами задоволення споживачів водою. При цьому рахується, що маловодний рік відповідає забезпеченню мінімальних запитів водокористувачів, а в середньо-маловодний рік забезпечується повне задоволення всіх потреб у воді.

Бажано, щоб у підсумковому ВГБ не було дефіциту води, оскільки баланс характеризує нормальні умови водозабезпечення, які не повинні бути нижче межі відповідного сталого режиму.

При багаторічному регулюванні каскадом водосховищ, розташованих на одній річці, всі водогосподарські розрахунки, як правило, проводяться в розрахункових створах від верхів'я басейну до його низу. В зв'язку з цим, в особливо маловодні періоди, запити водокористувачів, які знаходяться в нижній частині басейну, можуть не задовольнятися. Для уникнення цього необхідно обмежувати розміри водоспоживання на вище розташованих ділянках річки і передбачати задоволення потреби у воді в межах всього басейну за заниженими нормами. Необхідність цього диктується тим, що всі водогосподарські системи повинні взаємоув'язуватись і забезпечуватись централізованим управлінням.

Специфічні вимоги деяких водокористувачів (гідроенергетики, водного транспорту, лісосплаву) доцільно розглядати окремо від ВГБ для даного економічного району чи річкового басейну. Це пов'язане з тим, що задоволення потреби водокористувачів не вилучає воду з того чи іншого водотоку. При дефіциті водних ресурсів деякі із перерахованих водокористувачів можуть замінитись приблизно рівноцінними, з економічної точки зору, варіантами.

Необхідно мати на увазі, що до категорії безповоротних втрат відноситься не тільки вода, яка втрачається на випаровування і входить до складу сільськогосподарської і промислової продукції, але й та, що транспортується за межі даного річкового басейну. Ця категорія включає в себе також каналізаційні і зворотні води, місця виходу яких розташовані в нижній частині території, в межах якої складається водогосподарський баланс.

В випадках, коли водні ресурси в достатній мірі значні, порівняно з пропонованою витратою води на перспективу, розробка ВГБ проводиться в скороченому і дещо наближеному вигляді. При цьому, в якості вихідних гідрологічних даних, приймають дані, які відносяться до розрахункового маловодного року з забезпеченістю 95...97 %.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В більшості країн світу питання раціонального використання і охорони природних вод з кожним роком набувають все більшого значення. Це пов'язане не тільки з безперервно зростаючими масштабами водокористування і забрудненням води, але й з прогресуючим дефіцитом водних ресурсів в багатьох густонаселених районах світу. На сучасному етапі водне господарство нашої країни характеризується новими особливостями. До їх числа відноситься створення складних водогосподарських систем і вирішення проблем між басейнового перерозподілу річкового стоку між різними географічними зонами, що пов'язане з порушенням рівноваги багатьох природних факторів.

Помітно зростає вплив господарської діяльності людини на кругообіг води, як за кількісними, так і за якісними показниками. В міру подальшого розвитку економіки спостерігається підсилення цих особливостей. Тому необхідне проведення науково обґрунтованої водогосподарської політики, яка базується на гармонічному сполученні забезпечення потреби у воді різних галузей народного господарства разом з повним задоволенням безперервно зростаючих духовних і фізичних запитів населення. В якості найбільш важливих умов цієї політики можна назвати такі:

1. Корінне покращання водного балансу окремих районів країни шляхом регулювання стоку поверхневих і підземних вод крупними гідровузлами, водосховищами і каналами та застосування штучних методів регулювання стоку.
2. Цілковите скорочення питомого водоспоживання в промисловому і сільськогосподарському виробництві.
3. Різке зменшення, а в перспективі і припинення, забруднення природних вод відпрацьованими стоками за рахунок переходу до безвідходних систем виробництв, добування із стічних вод цінних складових, створення довгих каналізаційних колекторів з випуском очищених вод в глибоководні шари морів і океанів.
4. Створення автоматизованих водогосподарських систем, які дозволять керувати кількістю і якістю води.
5. Вирішення демографічних і соціально-економічних проблем з урахуванням водного фактору.
6. Проведення широкого кола досліджень і розробка комплексу заходів із зменшення впливу негативних наслідків водогосподарського виробництва на навколишнє середовище.
7. Використання економічних стимулів для подальшого вдосконалення і розвитку водогосподарських систем.
8. Створення єдиної водогосподарської системи країни.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / Под. ред. О. Л. Юшманова / – М.: Агропромиздат, 1985.
2. Зарубаев Н. В. Комплексное использование водных ресурсов. – Л. Стройиздат, 1976.
3. Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов / Под. ред. Непорожного П. С. / – М.: Энергоиздат, 1982.
4. Экономика гидротехнического и водохозяйственного строительства / Под. ред. Щавелева Д. С. / – М.: Стройиздат, 1986.
5. Водохранилища гидроэлектростанций СССР А. Б. Авакян, В. А. Шарипов. М. : Энергия, 1977.
