

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**Є. Г. Пономаренко, Т. В. Дмитренко**

**ДОСЛІДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ**  
**І ОХОРОНИ ВОД**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 1 курсу денної і 1-2 курсів заочної форм навчання  
другого (магістерського) рівня  
спеціальності 101 – Екологія)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

**Пономаренко Є. Г.** Дослідження в галузі використання і охорони вод : конспект лекцій для студентів 1 курсу денної і 1-2 курсів заочної форм навчання другого (магістерського) рівня спеціальності 101 – Екологія) / Є. Г. Пономаренко, Т. В. Дмитренко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 61 с.

Автори:

канд. техн. наук., доц. Є. Г. Пономаренко,  
канд. техн. наук., доц. Т. В. Дмитренко

Рецензент

**Ф. В. Стольберг**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної екології міст (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст, протокол № 1 від 28.08.2018.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Модуль 1 Екологічні проблеми водойм та морів.....	5
ЗМ 1.1 Екологічні проблеми водойм.....	5
Тема 1.1.1 Особливості процесів формування якості води в водоймах.....	5
Тема 1.1.2 Антропогенне евтрофування.....	6
Тема 1.1.3 Прогнозування екологічного стану водойм.....	8
Тема 1.1.4 Технології захисту та відновлення водойм.....	12
ЗМ 1.2 Екологічні проблеми прибережних зон морів.....	14
Тема 1.2.1 Регламентація водокористування в прибережних зонах морів.....	14
Тема 1.2.2 Особливості оцінювання та процесів формування якості води в прибережних зонах морів.....	15
Тема 1.2.3 Оцінка впливу антропогенного навантаження на якість води в прибережних зонах морів.....	16
Модуль 2 Дослідження в галузі раціонального використання та захисту водних об'єктів.....	22
ЗМ 2.1 Сучасні проблеми раціонального використання вод.....	22
Тема 2.1.1 Поверхневі та підземні джерела питного водопостачання населення.....	22
Тема 2.1.2 Регулювання водного стоку.....	27
Тема 2.1.3 Раціональне використання вод у господарській діяльності.....	31
Тема 2.1.4 Адміністративні інструменти водокористування.....	37
ЗМ 2.2 Сучасні методи захисту водних об'єктів.....	38
Тема 2.2.1 Охорона вод у комунальному господарстві і промисловості.....	38
Тема 2.2.2 Охорона вод у сільському господарстві.....	43
Тема 2.2.3 Охорона морського середовища.....	48
Список рекомендованих джерел.....	60

## ВСТУП

Це видання є конспектом лекцій, що викладаються студентам факультету інженерних мереж та екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова за спеціальністю 101 – Екологія.

Згідно з навчальним планом, курс «Дослідження в галузі використання і охорони вод» вивчається протягом 2 семестрів і складається з 2 модулів:

Модуль 1 Екологічні проблеми водойм та морів.

Модуль 2 Дослідження в галузі раціонального використання та захисту водних об'єктів.

«Дослідження в галузі використання і охорони вод» як навчальна дисципліна дає знання щодо сучасних проблем використання та охорони водних ресурсів та можливих шляхів розв'язання цих проблем. У конспекті лекцій пропонується стислий зміст лекційного курсу з дисципліни, що означений у програмі й робочій програмі навчальної дисципліни, та рекомендується відповідна література.

# Модуль 1 ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОЙМ ТА МОРІВ

## ЗМ 1.1 Екологічні проблеми водойм

### Тема 1.1.1 Особливості процесів формування якості води в водоймах

#### *Відмінні ознаки водойм і водотоків*

##### *Можливість виникнення у водоймах вертикальної стратифікації*

Наявність вертикальної стратифікації водойм (поділ по шарах по вертикалі) пов'язане з вертикальним температурним профілем. Тому для водойм температура води є одним з найбільш важливих показників стану водойми. У ріках від температури води залежить в основному швидкість процесів трансформації речовин.

##### *Мінливості процесів по вертикалі*

У водоймах розподіл температури по вертикалі визначає можливість обміну енергією і речовиною між різними по глибині шарами води. Вода виявляється розділеною на два суттєво різні горизонтальні шари. Особливо сильно це проявляється в літній період.

##### *Освітленість*

За законом Бера інтенсивність проникаючої у водойму сонячної енергії експоненціально зменшується із глибиною. Тому тільки в приповерхньому шарі водойми (евфотній зоні) існують умови освітленості достатні для фотосинтезу. Нижньою границею евфотної зони служить евфотний горизонт, що відповідає глибині, на якій інтенсивність сонячної радіації становить 5% (1%) від її інтенсивності на поверхні води. Первинна продукція виробляється тільки в евфотній зоні. У водотоках евфотний горизонт, як правило, збігається із дном.

##### *Турбулентність*

Процеси турбулентної дифузії у вертикальному і горизонтальному напрямку відбуваються по різному. Горизонтальна дифузія відбувається набагато швидше, чим вертикальна. Звичайно горизонтальні градієнти згладжуються протягом доби. Мінливість по вертикалі має річний масштаб.

## *Гідродинаміка*

У водоймах істотну роль набувають вітрові навантаження, що породжують специфічні види течії. Руйнування термоклина в стратифікованих водоймах породжує вертикальне конвективне перемішування.

### ***Відмінні риси озер і водоймищ***

Водоймища завжди мають стік. Озера бувають стічні й безстічні.

Водоймища звичайно мають багатоцільове використання, наприклад, для водопостачання, регулювання річкового стоку, потреб зрошення, енергетики, рекреаційне і рибогосподарське використання. Озера звичайно використовуються тільки в рекреаційних і рибогосподарських цілях, іноді як джерело водопостачання.

Для водоймищ характерно відносно різка і сильна зміна рівня води, що викликається зміною витрати за рахунок водозаборів або водоскидів (особливо при використанні водоймища в енергетичних цілях, для зрошення або регулювання річкового стоку). В озерах спостерігається повільна і плавна зміна рівня води.

Швидкості течії у водоймищах суттєво більше, чим в озерах.

### **Тема 1.1.2 Антропогенне евтрофування**

Евтрофування, під яким розуміють гіперпродукцію органічної речовини у водному об'єкті під дією зовнішніх (алохтонних) і внутрішньоводоймних (автохтонних) факторів, є однією із серйозних екологічних проблем, з якою зустрічаються майже всі розвинені країни. Евтрофірованню піддані практично будь-які водні об'єкти, однак найбільше яскраво воно проявляється у водоймах. Евтрофування водойм є природним процесом, його розвиток оцінюється геологічним масштабом часу. У результаті антропогенного надходження біогенних речовин у водні об'єкти відбувається різке прискорення евтрофування. Результатом цього процесу, що називається антропогенним евтрофуванням, є зменшення часового масштабу евтрофування від тисяч років до десятиліть.

Особливо інтенсивно процеси евтрофування протікають на урбанізованих територіях, що зробило їх одним з найбільш характерних ознак, властивих міським водним об'єктам.

Трофність водного об'єкта відповідає рівню надходження органічної речовини або рівню її продукування в одиницю часу і, таким чином, є вираженням спільної дії органічної речовини, що утворилася при фотосинтезі, і такої, що надійшла зовні. За рівнем трофності виділяють два крайні типи водних об'єктів – оліготрофні і евтрофні. Основні відмінності цих двох типів водних об'єктів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні відмінності типів водних об'єктів

Характеристика	Оліготрофне	Евтрофне
Фізико-хімічні характеристики		
Концентрація розчиненого кисню в гіполімніоні	Висока	Низька
Концентрація біогенних елементів	Низька	Висока
Концентрація завислих речовин	Низька	Висока
Проникнення світла	Гарне	Погане
Глибина	Велика	Невелика
Біологічні характеристики		
Продуктивність	Низька	Висока
Різноманітність видів гідробіонтів	Невелике	Велике
Фітопланктон:		
Біомаса	Невелика	Велика
Добові міграції	Інтенсивні	Обмежені
Цвітіння	Рідке	Часте
Характерні групи	Діатомові, зелені водорості	Зелені, синьозелені водорості

Основним механізмом природнього процесу евтрофування є замулювання водойм. Антропогенне евтрофування відбувається внаслідок надходження у воду надлишкової кількості біогенних елементів, як результат господарської діяльності. Високий зміст біогенів стимулює автотрофну гіперпродукцію органічної речовини. Результатом цього процесу є цвітіння води внаслідок надмірного розвитку альгофлори. Серед надходячих у воду біогенних елементів найбільший вплив на процеси евтрофування надають азот і фосфор, оскільки їх вміст і співвідношення регулює швидкість первинного продукування. Інші біогенні елементи, як правило, містяться у воді в достатніх кількостях і не надають впливу на процеси евтрофування.

Для озер лімітуючим елементом найбільше часто є фосфор, а для водотоків – азот.

Віднесення водного об'єкта до певного рівня трофності здійснюється по надходженню органічної речовини. Оскільки зазначений параметр на практиці контролювати складно, у якості індикаторів трофічного рівня використовують інші характеристики водної екосистеми, що тісно пов'язані із трофічним станом водойми. Ці характеристики називають індикаторними. Найбільше часто в сучасній практиці в якості індикаторів використовують величини надходження біогенних речовин, концентрації біогенних речовин у водному об'єкті, швидкість виснаження кисню в гіполімніоні, прозорість води, біомасу фітопланктону. Фітопланктон є основним первинним продуцентом у більшості водних екосистем. Тому екологічний стан більшості водойм визначається фітопланктоном і залежить від ряду фізичних, хімічних і біологічних факторів середовища проживання.

### **Тема 1.1.3 Прогнозування екологічного стану водойм**

#### ***Особливості формування зони забруднення у водоймах***

1. Слабка стокова течія або її повна відсутність у непротічних водоймах сповільнює видалення стічних вод від місця випуску. Тому зона забруднення формується повільно.



2. Епізодичні вітрові течії відносять забруднені води в будь-який бік, зона забруднення розмивається. Якщо у водоймі переважають різноспрямовані вітрові течії, то зона забруднення близька за своєю формою до кола.

3. За рахунок істотної переваги маси, води що розбавляє, над стічною, у місці випуску стічних вод ступінь забруднення спочатку різко знижується. Але потім це забруднення поширюється повільніше, чим у ріках і розміри зони забруднення звичайно дуже великі.

4. Зона забруднення може бути стійкою в часі і просторі або нестійкою, тобто міняти свої розміри і переміщатися на певній ділянці водойми. Стійкі зони забруднення, як правило, утворюються від постійних скидань стічних вод у водойми зі стійкими односпрямованими течіями. У ріках зона забруднення завжди стійка.

5. Завдяки вертикальній неоднорідності водойм важлива роль приділяється вибору розміщення випусків стічних вод по вертикалі.

6. Обмежене використання розсіюючих випусків. Вони є ефективними тільки при досить високих швидкостях течії і вираженій стоковій течії. Інакше відбувається нагромадження речовини в районі випуску і розсіючий випуск, не є ефективним.

## **Розрахунки змішування стічних вод з водою водойм**

### ***Метод Руфеля***

Метод розроблений для оцінки розбавлення стічних вод в озерах і на ділянках водоймищ озерного типу, тобто на тих ділянках, де рух води обумовлений не стоковою, а вітровою течією. Його застосовують при наявності стійких вітрових течій:

- при випуску стічних вод у берега в напрямку руху води в забрудненому струмені уздовж берега (при напрямку вітру паралельно бережу);
- при випуску стічних вод через випуск, віднесений від берега вглиб водоймища, у напрямку руху води від випуску до берега (при напрямку вітру перпендикулярно берегу).

Вітровий вплив приводить до формування дрейфових течій. Дрейфова течія приводить до формування ухилу водної поверхні. У свою чергу ухил водної поверхні обумовлює появу складової сили ваги, яка діє в напрямку ухилу, тобто проти вітру. Ця сила діє на водні маси по всій глибині і приводить до формування в глибинних шарах водойми течії, спрямованої проти вітру. Таку течію називають *компенсаційною течією*. Компенсаційна течія послабляє дрейфову. В результаті тривалого впливу вітру одного напрямку створюється сталий рух води.. При цьому у поверхневому шарі, що складає близько 0,4 глибини, течія має однаковий з вітром напрямок. Нижче цієї глибини знаходиться шари води, що мають зворотне вітру напрямком течії.

У розрахунках по методу Руфеля розглядаються два випадки:

- випуск у мілководну частину або у верхню третину глибини водойми,
- випуск у нижню третину глибини водойми.

Випуск стічних вод у середню третину глибини не рекомендується, оскільки швидкість течії в ній близько до нуля, що може створити область стійкого забруднення водойми.

Обмеження застосування методу:

- глибина зони змішання не повинна перевищувати 10 м,
- при випуску в мілководну частину або у верхню третину глибини водойми відстань від випуску до контрольного створу уздовж берега не повинне перевищувати 20 км,
- при випуску в нижню третину глибини водойми відстань від виходу стічних вод до берега напроти випускного оголовка не повинне перевищувати 0,5 км.

Розрахунки кратності початкового розбавлення:

- при випуску стічних вод у мілководдя або у верхню третину глибини:

$$n_n = \frac{q + 0.00215vH^2}{q + 0.000215vH^2};$$

- при випуску стічних вод у нижню третину глибини:

$$n_n = \frac{q + 0.000158vH^2}{q + 0.000079vH^2},$$

де  $q$  – витрата стічних вод, м<sup>3</sup>/з;

$v$  – швидкість вітру над водою в місці випуску стічних вод, м/с;

$H$  – середня глибина водойми поблизу випуску, м.

Розрахунки кратності основного розбавлення:

– при випуску стічних вод у мілководдя або у верхню третину глибини:

$$n_o = 1 + 0,412 \left( \frac{l}{\square x} \right)^{0,627 + 0,0002 \frac{l}{\square x}},$$

$$\square x = 6,53H^{1,167}$$

де  $l$  – відстань від випуску до контрольного створу, м;

– при випуску стічних вод у нижню третину глибини:

$$n_o = 1,86 + 2,32 \left( \frac{l}{\square x} \right)^{0,41 + 0,0064 \frac{l}{\square x}},$$

$$\square x = 4,41H^{1,167}$$

### ***Метод Лапшева***

Метод Н. Н. Лапшева можна застосовувати до розсіючих і зосереджених випусків при швидкості витікання стічних вод більш 2 м/с. Припускається, що випуск перебуває на деякій віддаленні від берега, а глибина в місці устрою випуску більш 30 діаметрів випускного отвору.

Найменше розведення, що спостерігається на відстані  $L$  від місця випуску стічних вод в озеро або водоймище, визначають за формулою:

$$n = A \left( \frac{0,2L}{d_0} \right)^{P \cdot S},$$

де  $A$  – параметр, що визначає зміну розбавлення при застосуванні розсіюючого випуску, (при зосередженому випуску  $A=1$ );

$$A = 0.74 \left( \frac{L}{l_1} + 2,1 \right)^{-0.4},$$

$P$  – параметр, що залежить від ступеня проточності водойми і навантаження стічних вод на нього. Якщо течії визначаються вітром або відома швидкість стокової течії у водоймі, то величину  $P$  можна визначити за формулою:

$$P = \frac{V_n}{0,000015V_0 + V_n};$$

$S$  – параметр, визначається відносною глибиною водойми;

$$S = 0.875 + \frac{0.325H}{360 + \left( \frac{V_n}{V_0} \right) 10^5}$$

Параметр  $S$  завжди  $\leq 1$ . Якщо ж з розрахунку його значення більше 1, то  $S = 1$ .

#### **Тема 1.1.4 Технології захисту та відновлення водойм**

##### ***Технології захисту і відновлення для водотоків***

В основі цих технологій лежить цілеспрямована зміна гідрологічних умов або безпосередній вплив на біотичну частину водної екосистеми. Основними технічними рішеннями є зміна швидкості течії, форми поперечного перерізу русла, матеріалу кріплення берегових укосів і розробка спеціальних біоінженерних споруд.

Швидкість течії є одним з головних екологічних факторів у водотоках. Вона впливає на всі біотичні компоненти водної екосистеми – планктон, бентос, перифітон, макрофіти. Цей вплив має прямий і непрямий характер.

Прямий проявляється в безпосередньому механічному впливі течії на гідробіонтів.

Непрямий вплив здійснюється через зміну фізичних і хімічних умов у водотоку, наприклад, швидкості процесу атмосферної реаерації, умов перемішування, мутності потоку. Швидкість потоку є комплексним управляючим фактором.

### ***Технології для захисту і відновлення водойм***

У водоймах характер внутриводоймних процесів багато в чому визначається ступенем і характером екологічної стратифікації. Найважливішою проблемою водойм є евтрофування, тому більшість захисних технологій спрямовані на протидію цьому процесу. Такі технології називаються технологіями деєвтрофування. Метою деєвтрофування є зниження рівня трофності водних об'єктів.

Видалення донних відкладань.

Вміст біогенних елементів у донних відкладаннях звичайно збільшується від нижніх шарів до верхніх. Тому видалення верхніх шарів цих відкладань приводить до оголення шарів, збіднених біогенними елементами і, отже, до зниження переносу їх у водну товщу.

Екранування донних відкладань.

Створює фізичний бар'єр на границі розділу “вода – донні відкладання”. У якості екрану можуть використовуватися пластикові плівки, пісок, глина.

Відвід води з гіполімніона.

У результаті з водойми вилучаються збагачені біогенами води. Ця технологія ефективна в глибоких водоймах з великим періодом водообміну.

Хімічна обробка.

Заснована на використанні речовин, що сприяють осадженню біогенних елементів або перетворенню їх у менш доступну для мікроорганізмів форму. Найбільш ефективним і екологічно безпечним є використання в цих цілях сульфату алюмінію.

Зміна умов середовища проживання.

В основі цих технологій звичайно лежить затемнення, що приводить до зниження первинної продукції органічної речовини. Існують різні технології затемнення – використання спеціальних барвників, що вибірково пропускають сонячне світло, світлонепроникних плаваючих покриттів, посадка високих дерев по берегах.

## **ЗМ 1.2 Екологічні проблеми прибережних зон морів**

### **Тема 1.2.1 Регламентация водокористування в прибережних зонах морів**

Заборонено скидання із суден у внутрішні морські води та територіальне море України: вантажів, які перевозяться навалом, насипом чи у зрідженому стані; твердих забруднюючих речовин (відходів); вод, які містять забруднюючі речовини, у концентраціях, що перевищують нормативи гранично допустимих концентрацій основних забруднюючих речовин.

Перед заходом суден у внутрішні морські води та територіальне море України всі запірні пристрої, призначені для скидання забруднюючих речовин, у тому числі вод, що їх містять, повинні бути закриті адміністрацією судна. Під час постановки судна в морському порту всі зазначені пристрої опломбовуються у порядку, визначеному законодавством.

Забруднюючі речовини, в тому числі води, що їх містять, та сміття, повинні накопичуватися на суднах у спеціальних місткостях. Під час перебування у внутрішніх морських водах та територіальному морі України судна можуть здавати в установленому порядку забруднюючі речовини, в тому числі води, що їх містять, та сміття, тільки на судна-збирачі, плавучі приймальні споруди, а під час перебування судна у порту - на берегові приймальні споруди.

У разі будь-якого скидання із суден у внутрішні морські води та територіальне море України забруднюючих речовин, в тому числі вод, що їх містять, та сміття, або їх втрат, а також у разі виникнення загрози такого скидання або втрати капітан судна зобов'язаний терміново повідомити про це

капітана найближчого морського порту, вжити заходів до максимального зменшення скидання або втрати та до ліквідації забруднення. Для ліквідації наслідків аварійного скидання дозволяється використання хімічних і біологічних препаратів, які пройшли державну санітарно-гігієнічну експертизу, а документація з їх упровадження – державну екологічну експертизу та мають позитивний висновок щодо їх використання.

У разі проведення робіт, пов'язаних з будівництвом гідротехнічних споруд, поглибленням дна для судноплавства, видобуванням корисних копалин, прокладанням кабелів, трубопроводів, інших комунікацій, а також проведенням бурових та геологорозвідувальних робіт, повинні передбачатися заходи щодо запобігання забрудненню внутрішніх морських вод і територіального моря стічними водами, забруднюючими речовинами, включаючи радіоактивні, відходами та сміттям.

У прибережній захисній смузі морів, морських заток і лиманів та на островах у внутрішніх морських водах забороняється: будівництво промислових об'єктів; застосування стійких та сильнодіючих пестицидів; влаштування полігонів побутових та промислових відходів і накопичувачів стічних вод; влаштування вигребів для накопичення господарсько-побутових стічних вод обсягом понад 1 м<sup>3</sup> на добу; влаштування полів фільтрації та будівництво інших споруд для приймання і знезаражування рідких відходів.

Водокористувачі зобов'язані проводити моніторинг стану морського середовища в районі свого водокористування.

### **Тема 1.2.2 Особливості оцінювання та процесів формування якості води в прибережних зонах морів**

Скидати зворотні води у внутрішні морські води й територіальне море України забороняється:

- якщо води неочищені;
- води містять речовини, щодо яких не встановлено ГДК, збудники інфекційних захворювань, перевищують гранично допустимі скиди (далі

ГДС) токсичних речовин, а також за обсягом скидання забруднюючих речовин гранично допустимі нормативи;

- їх надходження до водного об'єкта призводить до збільшення вмісту забруднюючих речовин понад встановлені нормативи ГДК в контрольних точках або перевищення сформованих фонових значень;
- територія (акваторія) віднесена до природно-заповідного фонду, курортної, лікувально-оздоровчої, рекреаційної території, а
- також має наукове та історико-культурне значення.

Скидання стічних вод у внутрішні морські води та територіальне море України допускається лише за умови наявності нормативів ГДК речовин у водних об'єктах та встановлених нормативів ГДС забруднюючих речовин.

Контрольні точки для кожного водокористувача встановлюються проектом ГДС.

Нормативи ГДК для морів по низці показників відрізняються від аналогічних нормативів для прісних поверхневих вод. Значення ГДК для морської води наведені в «Правилах охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення».

### **Тема 1.2.3 Оцінка впливу антропогенного навантаження на якість води в прибережних зонах морів**

Розрахунки показників якості води в контрольному створі можуть бути виконані на основі формули:

$$C = C_{\phi} + \frac{C_{\text{ст}} - C_{\phi}}{n},$$

де  $C_{\phi}$  – фонові концентрації показника (на відстані більше 5 км від одиночного випуска), г/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{ст}}$  – концентрація речовини в стічній воді, г/м<sup>3</sup>;

$n$  – кратність розбавлення стічних вод.

Для розрахунку кратності початкового розбавлення зворотних вод



спочатку визначається швидкість  $v_3$  (м/с) витікання зворотної води у море із затопленого випуску зворотних вод або із випуску з вільною поверхнею води (канава, лоток і т. ін.).

Якщо випуск затоплений, то

$$v_3 = \frac{4q}{\pi d_o^2 N_o},$$

де  $q$  – секундна витрата зворотних вод, м<sup>3</sup>/с;

$d_o$  – діаметр випускного отвору оголовка випуску, м;

$N_o$  – кількість випускних отворів оголовка випуску (для зосередженого випуску  $N_o = 1$ , а для розсіювального –  $N_o > 1$ ).

Для випуску із вільною поверхнею води величина  $v_3$  приймається за даними її вимірювань при заданій витраті  $q$  зворотних вод та розраховується еквівалентний діаметр  $d_o$  випускного отвору:

$$d_o = \sqrt{\frac{4q}{\pi v_3}}.$$

Значення числа Фруда  $Fr$ , необхідне для розрахунку кратності початкового розбавлення, визначається за формулою:

$$Fr = v_3 \sqrt{\frac{\rho_m}{gd_o |\rho_m - \rho_3|}},$$

де  $\rho_m$  – середня (за глибиною моря) густина морської води у зоні розбавлення зворотних вод, т/м<sup>3</sup>;

$\rho_3$  – густина зворотної води, т/м<sup>3</sup>;

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – прискорення вільного падіння.

Якщо виконуються умови

$$\rho_3 < \rho_m, \quad Fr \leq \frac{1,12 H_\epsilon}{d_o},$$

де  $H_\epsilon$  – відстань від випуску зворотних вод до поверхні моря, м (для випуску із вільною поверхнею води  $H_\epsilon = 0$ ), то кратність початкового розбавлення  $n_n$  розраховується за формулою:

$$n_n = 0,54 Fr \left( \frac{0,38 H_\epsilon}{d_o Fr} + 0,66 \right)^{1,67}.$$

Якщо виконуються умови

$$\rho_3 > \rho_m, \quad Fr \leq \frac{0,434 H_\epsilon}{d_o (\sin \varphi)^{1,5}},$$

де  $\varphi$  – кут між напрямком витікання води із випуску зворотних вод і довільною горизонтальною площиною, то кратність початкового розбавлення  $n_n$  розраховується за формулою:

$$n_n = 0,524 Fr (\sin \varphi)^{1/2} (1 - 0,06316 \sin^2 \varphi - 0,1583 \sin^4 \varphi).$$

Якщо не виконуються наведені вище умови, то кратність початкового розбавлення  $n_n$  розраховується так.

У випадку якщо  $v_3 \leq 2$  м/с або  $v_3 < 4 u_m$ , де  $u_m$  – характерна мінімальна швидкість течії морської води у зоні розбавлення зворотних вод, м/с, то  $n_n = 1$ .

Якщо  $v_3 > 2$  м/с і  $v_3 \geq 4 u_m$ ,

$$n_n = \frac{0,425 v_3}{0,051 + u_m} f,$$

де  $f$  – коефіцієнт стиснення струменю.

$$f = 1,825 \frac{H}{d} - 0,781 \left( \frac{H}{d} \right)^2 - 0,0038,$$

де  $H$  – глибина моря, м;

$d$  – діаметр струменю на межі зони початкового розбавлення, м.

$$d = v_3 d_0 \sqrt{\frac{38,6 \left( 1 - \frac{u_m}{v_3} \right)}{0,051 + u_m}}$$

Приймається, що  $n_n = 1$ .

Кратність основного розбавлення розраховується за формулою:

$$n_o = \frac{\Phi(z_1)}{\gamma_0 z_2} \xi,$$

$$z_1 = \frac{l + x_0}{x_*}, \quad z_2 = \frac{q n_n}{u_m H^2} \sqrt{\frac{D_e}{D_2}}, \quad x_* = \frac{u_m H^2}{4\pi D_e}, \quad x_0 = \begin{cases} z_2^2 x_* - l_n, & \text{якщо } z_2 \geq 1 \\ z_2 x_* - l_n, & \text{якщо } z_2 < 1 \end{cases},$$

$$\Phi(z_1) = \begin{cases} z_1, & \text{якщо } z_1 \leq 1 \\ \sqrt{z_1}, & \text{якщо } z_1 > 1 \end{cases}, \quad \xi = \exp\left[ \frac{k(l + x_0)}{86400 u_m} \right], \quad \gamma_0 = 1 + \exp\left[ -\frac{u_m l_0^2}{D_2(l + x_0)} \right],$$

де  $l_0$  – відстань від випуску зворотних вод до найближчого берега, м;

$D_e$ ,  $D_2$  – відповідно коефіцієнти вертикальної та горизонтальної турбулентної дифузії, м<sup>2</sup>/с;

$k$  – коефіцієнт неконсервативності розглядуваної речовини, 1/добу;

$x_0$  – параметр спряження початкової ділянки розбавлення с основною ділянкою, м;

$u_m$  – швидкість морської течії, що відповідає несприятливій гідрологічній ситуації, м/с;

$x_*$  – параметр спряження ділянки двомірної дифузії з ділянкою тримірної дифузії, м;

$l_n$  – довжина початкової ділянки розбавлення, м;

$\gamma_0$  – параметр, що враховує вплив берегу на кратність основного розбавлення;

Для консервативних речовин  $k = 0$ , а для неконсервативних – величина  $k$  розраховується за формулами [4]:

$$k = \alpha k_{20} k_T,$$

$$\alpha = \begin{cases} 5, & \text{якщо } u_m \geq 0,2 \text{ м/с} \\ 5 - 4 \exp[-u_m(7 + 80 u_m)], & \text{якщо } u_m < 0,2 \text{ м/с} \end{cases}, k_T = 0,0451 T + 0,101,$$

де  $k_{20}$  – коефіцієнт неконсервативності речовини у нерухомій морській воді при температурі  $20^0 \text{ C}$ , 1/добу;

$T$  – температура морської води,  $^0\text{C}$ .

Якщо течія морської води не спрямована уздовж берега, то  $\gamma_0 = 1$ .

Коефіцієнт вертикальної турбулентної дифузії  $D_e$  зазвичай приймають рівним  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Коефіцієнт горизонтальної турбулентної дифузії  $D_e$  визначається за формулою

$$D_e = 0,032 + 21,8 u_m^2.$$

Величина  $l_n$  визначається так:

– якщо виконуються умови  $\rho_3 < \rho_m$ ,  $Fr \leq \frac{1,12 H_e}{d_o}$ , то  $l_n = H_e$ ;

– якщо виконуються умови  $\rho_3 > \rho_m$ ,  $Fr \leq \frac{0,434 H_e}{d_o (\sin \varphi)^{1,5}}$ , то

$$l_n = 5,36 \cos \varphi \sqrt{\sin \varphi} Fr d_o;$$

– якщо не виконуються наведені вище умови, то величина  $l_n$  розраховується за формулою:

$$l_n = \frac{d - d_o}{0,48 \left(1 - 3,12 \frac{u_m}{v_3}\right)}$$

Загальна кратність розбавлення  $n = n_n \cdot n_o$ .

## **Модуль 2 ДОСЛІДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА ЗАХИСТУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ**

### **ЗМ 2.1 Сучасні проблеми раціонального використання вод**

#### **Тема 2.1.1 Поверхневі та підземні джерела питного водопостачання населення**

Потреба у прісній воді постійно зростає, а кількість доступних до використання водних ресурсів зменшується внаслідок забруднення поверхневих вод та виснаження підземних вод. Спостерігається стале зростання водного дефіциту, що відбивається на життєвих умовах населення, розвитку промисловості, сільського та рибного господарства. Кількісно зростаюче людство швидко наближається до ресурсної межі використання прісних вод, а в деяких регіонах ця межа вже давно досягнута і, навіть, перевищена. З метою віддалення часу вичерпання ресурсів прісних вод здійснюється комплекс заходів з раціонального водокористування.

Основним споживачем якісної прісної води є населення. Фізіологічна потреба у питній воді становить до 3 л на одну особу за добу.

Споживання води для побутових потреб залежить від благоустрою житлового фонду.

У 70–80 рр. минулого сторіччя споживання води громадянами у деяких містах сягало до 500 л/добу і більше. Починаючи з кінця ХХ сторіччя, у зв'язку з обмеженістю водних ресурсів, питоме споживання питної води поступово зменшується і зараз у деяких європейських країнах (Франція, Велика Британія) обмежено до 180 л/добу.

Нажаль, при централізованому водопостачанні значні обсяги води втрачаються через витоки та аварії на водогонах. Ці витрати зазвичай відносять до питомого водоспоживання населення.

## ***Вимоги до джерел питного водопостачання. Зони санітарної охорони джерел водопостачання***

Стан та якість поверхневих вод, що використовуються як джерела централізованого водопостачання, повинні відповідати санітарно-гігієнічним нормативам. Охорона джерел питного водопостачання від забруднення та виснаження повинна мати запобіжний характер. З цією метою влаштовуються зони санітарної охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання. В межах цих зон встановлюється особливий режим господарської діяльності, спрямований на уникнення забруднення та виснаження природних вод.

Зони санітарної охорони джерел водопостачання складаються з трьох поясів.

*Перший пояс (суворого режиму)* включає територію розміщення водозабору. На водотоках межа першого поясу встановлюється на відстані від водозабору уверх проти течії – не менше 200 м, униз за течією – не менше 100 м, по берегу – не менше 100 м від урізу води, до протилежного берега – не менше 100 м за акваторією, а при ширині річки менше 100 м – вся акваторія і 50 м від урізу води по протилежному берегу. На водоймах – у радіусі 100 м від водозабору по акваторії і берегу. Межа першого поясу визначається на акваторії попереджувальними буйками, на суходолі – попереджувальними табличками з відповідним написом.

На водозаборах підземних вод перший пояс охоплює свердловину і водозабірні споруди. Радіус першого поясу становить 15-50 м залежно від захищеності горизонтів підземних вод. Територія першого поясу водозабору підземних вод огорожується парканом. Вхід до неї сторонніх осіб заборонено.

У межах першого поясу забороняється проживання людей, у тому числі працюючих на водозаборі, скидання стічних вод, купання, вилов риби, водопій худоби та інші види водокористування, що впливають на якість води. Забороняється перебування сторонніх осіб, розміщення житлових і громадських будівель, причалів плаваючих засобів, будь-яке будівництво, за

винятком такого, що потрібне для експлуатації водопроводу.

*Другий і третій пояси (обмеження і спостереження)* включають територію, що повинна забезпечити охорону джерел централізованого питного водопостачання від мікробного та хімічного забруднення.

Межа другого поясу встановлюється на водотоках уверх проти течії на відстані добігання води не менше 3 діб до водозабору, униз за течією – 250 м; бічні межі 500-1000 м залежно від рельєфу; на водоймах – у радіусі не менше 3 км від водозабору.

На водозаборах підземних вод зовнішня межа другого поясу встановлюється на відстані від водозабору розрахунковим шляхом, виходячи з умов втрати життєздатності патогенними мікроорганізмами, що для ґрунтових вод складає 400 діб, для міжпластових вод 100–200 діб.

У межах другого поясу забороняється розміщення кладовищ, худобомогильників, полів асенізації та фільтрації, систем зрошування стічними водами, гноєсховищ, полігонів твердих відходів, біологічних ставків та мулових майданчиків, тваринницьких та птахівничих підприємств, влаштування літніх таборів для худоби та випасання її не ближче ніж 300 м від берега водного об'єкту, осушення та розорювання земель, садівництво та городництво.

Межа третього поясу на водотоках і водоймах за акваторією збігається з межею другого поясу, а по суходолу становить 3–5 км від урізу води.

Для водозаборів підземних вод межа третього поясу визначається розрахунковим шляхом, виходячи з терміну проникнення хімічного забруднення до водозабору за період його експлуатації, але не менш ніж за 25 років.

У межах зони санітарної охорони джерел водопостачання забороняється застосування пестицидів і мінеральних добрив, вирубка дерев, скид стічних вод, що не відповідають санітарним нормам і правилам, розміщення складів пально-мастильних матеріалів, пестицидів і мінеральних добрив, накопичувачів промислових стічних вод, нафтопроводів, шламосховищ, звалищ твердих



побутових та промислових відходів, розробка надр, видобування піску та гравію, днопоглиблювальні роботи.

У зоні санітарної охорони джерел водопостачання здійснюється постійний моніторинг за станом довкілля. Водогони, що проходять незабудованою територією, також мають санітарно-захисну смугу, ширина якої становить 10-50 м в залежності від діаметра труби і вологості ґрунтів. На забудованих територіях ширина санітарно-захисної зони встановлюється згідно з особливостями забудови.

У межах санітарно-захисної зони водогонів не повинні знаходитися джерела забруднення ґрунтів та ґрунтових вод. Забороняється прокладка водогонів по звалищах відходів, полях фільтрації та зрошення, кладовищам, скотомогильникам, територіями підприємств.

Вода перед тим, як потрапити з джерел до мережі централізованого господарсько-питного водопостачання, проходить необхідну водопідготовку і отримує склад та властивості відповідно Державним правилам і нормам «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». Склад питної води контролюється за мікробіологічними, хімічними та органолептичними показниками, а також за радіаційною безпекою.

У питній воді не повинні виявлятися кишкові палички фекальних коліформ, коліфаги, патогенні мікроорганізми, гельмінти. Нормується вміст таких речовин, як барій – 0,1 мг/л, арсен – 0,01 мг/л, селен – 0,01 мг/л, свинець – 0,01 мг/л, нікель – 0,1 мг/л, фтор – 1,5 мг/л, мідь – 1,0 мг/л, марганець – 0,1 мг/л, залізо – 0,3 мг/л. Для деяких показників встановлено певний граничнодопустимий інтервал залежно від конкретних умов, що склалися: загальна мінералізація 1 000–1 500 мг/л, сульфати 250–500 мг/л, хлориди 250 – 350 мг/л, алюміній 0,2–0,5 мг/л. Нормується вміст речовин, які можуть утворитися під час хлорування води: хлорфеноли – 0,0003 мг/л, хлороформ – 0,06 мг/л, дібромхлорметан – 0,01 мг/л, тетрахлорвуглець – 0,002 мг/л.

Радіаційна безпека питної води визначається гранично допустимими рівнями альфа-випромінювань – 0,1 Бк/л, бета-випромінювань – 1,0 Бк/л.

Контроль за якістю питної води, станом і якістю води джерел питного водопостачання здійснюється санітарно-епідеміологічною службою.

### ***Централізоване та децентралізоване питне водопостачання***

Комунальне господарство, яке забезпечує водою питної якості населення та промисловість, є одним з основних споживачів водних ресурсів і в той же час одним з потенційних забруднювачів природних вод, бо здійснює водовідведення стічних і більшості інших зворотних вод населених пунктів у водні об'єкти.

Централізоване водопостачання полягає у заборі води з водних об'єктів – джерел водопостачання, обробки її відповідно вимогам нормативів якості питної води і подачі води споживачам – населенню, промисловим підприємствам та іншим установам. Централізоване питне водопостачання має пріоритетність перед іншими видами спеціального водокористування.

Джерелами централізованого водопостачання можуть бути як поверхневі, так і підземні води. Для міст, які потребують значної кількості води, одночасно використовують поверхневі і підземні джерела.

Якість води, що подається до осель мережею централізованого водопостачання, нажаль, не завжди відповідає нормативним вимогам якості питної води. Це може бути пов'язано з надмірним забрудненням води джерела водопостачання, технічним зносом устаткування водопідготовки та водогінної мережі, аваріями тощо.

Потреба людини у воді для пиття з урахуванням приготування їжі не перевищує 3-4 л/добу. Таку кількість води високої якості можна забезпечити за допомогою децентралізованого водопостачання. Існують і впроваджуються такі види децентралізованого водопостачання:

- водопостачання з колодязів;
- забір води з артезіанських джерел, що знаходяться в межах або поблизу населеного пункту;

- доставка води спецавтотранспортом до житлових масивів;
- розбудова мережі б'юветів, високоякісна вода до яких надходить з глибоких, надійно ізольованих горизонтів;
- продаж питної води у герметичних пляшках, що наповнюються у заводських умовах.

Децентралізоване водопостачання безперечно сприятиме загальному оздоровленню населення і використанню високоякісної підземної води переважно для питних потреб.

### **Тема 2.1.2 Регулювання водного стоку**

#### ***Принципи регулювання річкового стоку***

Споживання води у світі за останні 100 років зросло майже у 15 разів. Основним джерелом постачання прісної води є річковий стік. Утворення та надходження річкового стоку протягом року дуже нерівномірно. Основна маса води (до 70%) проходить річковим руслом у період весняних та дощових повеней, який триває сумарно 2-3 місяці. Таким чином більша частина річкового стоку недоступна для використання і «даремно» потрапляє у море.

Стік річок України у багатоводні роки в 4-5 разів більше, ніж у маловодні.

Для задоволення зростаючих обсягів споживання води доцільно забезпечити можливість використання всього об'єму річкового стоку рівномірно протягом року. З цією метою здійснюється акумуляція річкового стоку шляхом будівництва гребель на водотоках і утворення водосховищ. Водосховища забезпечують багаторічне, річне або сезонне регулювання річкового стоку. Багаторічне регулювання дозволяє накопичувати річковий стік у водосховищах у багатоводні роки, віддаючи його для споживання у маловодні роки. Річне та сезонне регулювання забезпечує перерозподіл річкового стоку в середині року, накопичуючи його у водосховищах у період повеней і віддаючи в меженний період. При створенні каскаду водосховищ зростає ефективність використання зарегульованого річкового стоку і підвищується його

гарантований відбір для споживання.

### ***Переваги та негативні наслідки регулювання***

Регулювання річкового стоку за допомогою водосховищ дає можливість збільшити споживання прісної води в декілька разів для потреб комунально-побутового і технічного водопостачання, зрошення сільськогосподарських угідь та для обводнення засушливих територій. Акумульована в водосховищах вода шляхом міжбасейнового перерозподілу стоку подається у зневоднені райони, віддалені від крупних водних об'єктів.

При створенні на водосховищах гідроенергетичних установок водні ресурси, акумульовані у водосховищах, використовуються для виробництва електроенергії за рахунок застосування екологічно чистих відновлювальних природних ресурсів.

Каскадом водосховищ за допомогою шлюзів забезпечується суцільний судноплавний шлях. На базі водосховищ набуває розвиток рекреація, рибне господарство, поширюється біорізноманіття.

Перехоплення у водосховищах паводкових витрат є гарантією захисту територій від повеней. У маловодні роки нижній б'єф отримує гарантовану витрату води завдяки санітарно-екологічному попуску води крізь греблю. Гідроенергетичний вузол з водосховищем згодом стає яскравою формою місцевого ландшафту та сприяє поліпшенню мікроклімату.

В той же час будівництво та експлуатація водосховищ завдає багато шкоди довкіллю та суспільству. Перш за все це стосується відчуження земель і вилучення їх з сільськогосподарського використання.

До земельного відводу для створення гідроенергетичного об'єкту відноситься площа затоплення водосховищем, площа під будівництво греблі з енергоагрегатами і шлюзом, зона підтоплення водосховищем, площі для переносу із зон затоплення та підтоплення населених пунктів, залізниць, автошляхів, ліній електропередач тощо. Внаслідок затоплення втрачаються архітектурні, археологічні та історичні пам'ятки.

Створення водосховищ на рівнинних річках пов'язано з суттєво більшими

затопленнями, ніж на гірських. Так, для накопичення  $1 \text{ км}^3$  води у водосховище, розташоване на рівнині, під затоплення іде приблизно  $320\text{--}350 \text{ км}^2$ , а в гірських умовах лише  $80\text{--}100 \text{ км}^2$ .

Суттєвою проблемою є переселення населення із земельного відводу і будівництво житла, створення інфраструктури та інших умов життєзабезпечення на новому місці.

Переформування та обрушення берегів водосховищ призводить до їх замулення та утворення мілководдя. Мілководдя, які виникають також внаслідок підтоплення території навколо водосховищ, сприяють розплодженню комарів. Замулення водосховищ відбувається також внаслідок накопичення так званого стоку намулів (твердого стоку).

Створення греблі лишає можливості міграції на нерест анадромних риб.

Уповільнення швидкості течії води при зарегулювання водотоків погіршує самоочищення природних вод, викликає влітку «цвітіння» води, сприяє евтрофуванню водоймищ. Одночасно у водосховищі відбувається накопичення стічних вод, що до нього скидаються. Все це призводить до погіршення якості води у водосховищі та ускладнення умов мешкання гідро-біонтів.

Накопичення великої маси води у водосховищі викликає при певних тектонічних умовах землетруси до 2-3 балів.

### ***Міжбасейновий перерозподіл річкового стоку***

Перерозподіл річкового стоку здійснюється шляхом постачання води з одного річкового басейну до інших, де внаслідок посушливого клімату або господарської діяльності утворився дефіцит водних ресурсів.

В Україні існують на разі два регіони, де внаслідок тривалого видобутку корисних копалин утворився стійкий дефіцит водних ресурсів. Це Донбас і Криворіжжя. Під час будівництва шахт і особливо при відкритому видобутку корисних копалин за допомогою кар'єрів нищаться підземні та поверхневі водні об'єкти. В той же час промисловість, яка розвивається на базі видобутку корисних копалин, потребує значні обсяги води.

Постійно страждає від посухи степова зона південних областей України. Місцеві водні ресурси цих регіонів не в змозі забезпечити питне та технічне водоспоживання, а також зрошення сільськогосподарських угідь.

Постачання води в такі регіони здійснюється з більш багатих на воду районів за допомогою каналів і потужних водогонів.

Першим каналом для водопостачання, збудованим в Україні, був канал Сіверський Донець – Донбас.

Оскільки витрати води р. Сіверський Донець знижуються у межінь до 5–7 м<sup>3</sup>/с, для живлення каналу було збудовано Червонооскільське водосховище на річ. Оскіл об'ємом 474 млн м<sup>3</sup>. З цього водосховища вода у необхідній кількості скидається в р. Оскіл – притоку р. Сіверський Донець і далі потрапляє до водозабору каналу, який розташований на р. Сіверський Донець, біля селища Райгородок Слав'янського району Донецької області вище гирла р. Казений Торець. В місці водозабору р. Сіверський Донець перекрита греблею, що забезпечує підйом рівня води на 5 м. Канал довжиною 132 км подає воду з р. Сіверський Донець у верхів'я р. Кальміус, де збудовано Верхнекальміуське водосховище. З каналу здійснюється водопостачання міст Донеччини: Слав'янська, Краматорська, Артемівська, Горловки та інш. Максимальна пропускна здатність каналу – 43 м<sup>3</sup>/с.

Головний Каховський магістральний канал, збудований у 1980 р., бере початок з Каховського водосховища, з якого вода насосною станцією продуктивністю 530 м<sup>3</sup>/с подається на висоту 25 м у приймальний басейн каналу. Канал довжиною 130 км подає воду в Каховську зрошувальну систему.

Канал Дніпро-Кривий Ріг, збудований у 1961 р. і реконструйований у 1979 р., бере початок з Каховського водосховища. Канал пропускною здатністю 44 м<sup>3</sup>/с, довжиною 41,3 км живить наливне Південне водосховище, Карачунівське водосховище на р. Інгулець і Кресівське водосховище на р. Саксагань. З цих водосховищ здійснюється водопостачання м. Кривий Ріг, Криворізького залізничного басейну та зрошення сільськогосподарських угідь.

Канал Дніпро-Інгулець, збудований у 1982 р., бере початок з

Кременчуцького водосховища і подає воду до Іскрівського водосховища на р. Інгулець. Канал призначений для водопостачання Кіровоградського та Криворізького промрайонів, а також для зрошення сільськогосподарських угідь Кіровоградської та Дніпропетровської областей. Канал має продуктивність  $51 \text{ м}^3/\text{с}$  і довжину 86,8 км.

Північно-Кримський канал, будівництво якого завершено у 1985 р., має пропускну здатність  $294 \text{ м}^3/\text{с}$  з можливістю підвищення її до  $450 \text{ м}^3/\text{с}$ . Загальна довжина каналу – 400,4 км. З каналу здійснюється водопостачання міст Сімферополя і Севастополя, Керченського промрайону, багатьох населених пунктів Херсонської області і Криму, зрошення сільськогосподарських угідь Херсонщини і Степового Криму.

Канал Дніпро–Донбас загальною довжиною 434 км і пропускну здатністю  $120 \text{ м}^3/\text{с}$  з можливістю підвищення її до  $240 \text{ м}^3/\text{с}$  забезпечує водопостачання Харківської і Донецької областей, а також зрошення сільськогосподарських угідь. Канал бере початок з Дніпродзержинського водосховища, утворює по трасі Орельківське та Краснопавлівське і закінчується Карловським водосховищем на р. Вовча поблизу м. Донецька.

Виконані проектні розробки будівництва каналу Дунай-Дніпро. Канал призначений для обводнення посушливих районів Одеської та Миколаївської областей. Однак основною перепорою будівництва каналу є незадовільна якість дунайської води.

Для водопостачання міст та населених пунктів збудовані потужні водогони, такі як Перший і Другий Донецький, водогін Краснопавлівка-м. Харків та інші.

### **Тема 2.1.3 Раціональне використання вод у господарській діяльності.**

#### ***Використання води у комунальному господарстві***

Комунальне господарство є основним постачальником питної води для населення і промислових підприємств. Раціональне використання водних ресурсів у цій галузі полягає в уникненні зайвих витрат води внаслідок аварій

на водогонах і витоків з водопровідних систем, що може бути забезпечено своєчасним поточним та капітальним ремонтом водопроводів. Економному втрачання води сприяє встановлення водопровідних лічильників як у побуті, так і на виробництві. Комунальна галузь також витрачає воду на полив зелених насаджень, вулиць та інших міських територій. До комунального водопостачання відносяться витрати води на пожежогасіння.

В індустріально розвинених країнах промисловість споживає в декілька разів більше води, ніж населення. В Україні для технологічних цілей споживається майже в 2,5 рази більше води, ніж для господарсько-побутових потреб.

### *Технічне водопостачання*

Вода, що використовується в технологічних процесах виробництва, має назву технічної або технологічної. У промисловості воду використовують:

- як сировину, що входить до складу готової продукції;
- для охолодження (тепло відведення) машин та механізмів, що нагріваються під час роботи;
- для охолодження полу продуктів та готової продукції;
- для розчину і промивання сировини, полу продуктів та готової продукції;
- для виробництва водяної пари;
- для миття обладнання, тари, приміщень тощо;
- для утворення і транспортування пульпи;
- для пожежогасіння.

Особливістю водоспоживання у промисловості є те, що переважна більшість технологічних процесів не пред'являє особливих вимог до якості води, таких, як, наприклад, питне водопостачання, що дає змогу для технологічних потреб багато разів використовувати ту ж саме воду, не скидаючи її до каналізаційної мережі або у водні об'єкти, тим паче, що вимоги до складу води, що скидається, зазвичай більш жорсткі, ніж до складу технологічної води.

Завдяки багаторазовому використанню води у промисловості значно



(у 8–10 разів) зменшуються обсяги води, що вилучається з водних об'єктів. Відповідно знижується кількість стічних вод. Таке водокористування має назву оборотне.

Крім оборотних систем водоспоживання, які дають можливість багато разів використовувати воду на одному й тому ж підприємстві, існують ще так звані системи повторного або послідовного водоспоживання, коли стічна вода одного підприємства стає технологічною на іншому.

При багаторазовому (оборотному) використанні в технологічній воді відбувається накопичування розчинних, завислих та емульсованих домішок або підвищення температури. Для підтримки сталого стану і властивостей технологічної води в системі оборотного водоспоживання розташовуються відповідні очисні споруди та охолоджувальне устаткування у вигляді градирень або бризкальних басейнів. У процесі охолодження до 3% води випаровується або розприскується. Одночасно зростає мінералізація та жорсткість води, що призводить до відкладання солей (карбонатів кальцію та магнію) на стінках теплообмінної та водогінної апаратури.

На теплових електростанціях та інших підприємствах, які мають значні обсяги технологічної води, що потребує охолодження, споруджуються ставки-охолоджувачі, де гаряча вода поступає у верхів'я споруди, а забирається вже охолодженою біля греблі.

Для нормалізування мінералізації та жорсткості технологічної води в оборотній системі частину її періодично замінюють свіжою водою. Цей процес має назву продувний цикл, обсяг якого складає 6-10 % від загальної ємкості оборотної системи водоспоживання.

Крім того існує загроза замулювання та обростання перетину труб, внаслідок надмірного вмісту у воді завислих речовин та мікроорганізмів. Для уникнення цього негативного наслідку оборотну воду слід пропускати крізь фільтри.

Вимоги до складу оборотної води, що використовується для охолодження агрегатів:

- завислі речовини – до 30 мг/л;
- карбонатна жорсткість – до 7 мг-екв/л;
- гіпс ( $\text{CaSO}_4$ ) – до 2000 мг/л;
- сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ) – до 0,5 мг/л.

Для повторного використання технологічної води, що мала контакт із сировиною або готовою продукцією, її піддають очищенню відповідно до вимог технологічного процесу.

Чимало технологічних процесів, наприклад, виробництво теплової енергії, ліків та інших особливо чистих речовин, електроніка та багато інших потребують воду значно вищої якості, ніж питна вода. На цих виробництвах здійснюється відповідна водопідготовка з застосуванням фізико-хімічних методів обробки води.

Існують підприємства, де скиду стічних вод немає. Системи водоспоживання, де вода використовується у виробництві без скиду стічних вод в каналізаційну мережу міста або у водний об'єкт мають назву замкнуті системи водоспоживання. В таких системах водоспоживання функціонує обладнання для обробки та очищення води, що вже використана на виробництві, з метою підтримки необхідної для даного технологічного процесу якості води. Свіжа вода з джерел водопостачання використовується лише для поповнення системи.

Функціонують також замкнуті системи водного господарства територіально-промислового комплексу або району, де для поповнення систем технічного водопостачання використовуються поверхневий стік і стічні води, що пройшли відповідну очистку. Надлишок стічних вод використовується на рілних полях зрошення, для поливу лісових насаджень, а також для поповнення запасів підземних вод.

Замкнуті системи водопостачання мають як водоохоронні, так і економічні переваги завдяки зменшенню плати за забір води і відсутність плати за скид стічних вод.

Для великих промислових міст, розташованих на малих річках, які через

маловодність не забезпечують необхідні промисловим підприємствам обсяги води, перспективними є замкнуті територіальні системи водопостачання з використанням міських річок. Стічні води, що пройшли очищення на міських очисних спорудах, проходять додаткову глибоку очистку на спорудах доочищення (піщані фільтри, біоставки, біофільтри) і подаються у верхів'я міських річок, збільшуючи їх водність. Забір води для технічного водопостачання підприємств здійснюється безпосередньо з річок.

Впровадження такої системи водопостачання передбачає попереднє очищення міських річок від донних відкладень, укріплення берегів облицюванням залізобетонними плитами або бутом.

### ***Норми водоспоживання у промисловості***

Практично щодня промислове виробництво не може уникнути використання води чи як сировини, чи для охолодження устаткування, для миття сировини або готової продукції і в багатьох інших технологічних процесах. Питома витрата води на отримання одиниці готової продукції на окремих підприємствах може суттєво відрізнятися залежно від технічного рівня того чи іншого виробництва.

Для підприємств встановлюються індивідуальні норми водоспоживання на одиницю продукції. На підприємствах здійснюються заходи щодо зниження питомих норм водоспоживання шляхом впровадження повітряного охолодження агрегатів, ліквідації витоків рідини, заміни водних процесів безводними тощо.

У технічному водопостачанні існує два нормативних рівня водоспоживання, а саме:

- поточні технологічні нормативи використання води - для існуючого рівня технологій;
- перспективні технологічні нормативи використання води – з урахуванням досягнень на рівні передових світових технологій.

Індивідуальні норми водовідведення на одиницю продукції, що встановлюються для кожного окремого підприємства, залежать від існуючої

системи технічного водопостачання: прямої, оборотної або повторно-послідовної, і можуть відрізнятися в залежності від цього у декілька разів, а іноді на 1-2 порядки.

Зменшенню обсягів споживання води і відповідно скиду стічних вод сприяють економічні важелі щодо поступового, але систематичного збільшення платні за забір води та водовідведення з одночасним підвищенням вимог до ступеню очищення стічних вод, що скидаються.

### ***Паспорт водного господарства підприємства***

Для діючих підприємств підставою для видачі дозволів на скидання стічних вод від виробничих процесів у систему каналізації міст й інших населених пунктів є паспорт водного господарства.

Паспорт водного господарства розробляється за встановленою формою самим підприємством й узгоджується у водопровідно-каналізаційному управлінні, де уточнюються місця випусків у системи каналізації побутових стічних вод населених пунктів, норми скидань і сполуки стічних вод, що скидаються в каналізацію до та після очисних споруд на випусках.

Паспорт водного господарства підприємства є основним документом обліку. В одному з розділів паспорта в спеціально розроблених таблицях приводяться кількісні показники водоспоживача: джерело водопостачання, об'єм використаної води для виробничих потреб, включаючи об'єм свіжої води на підживлення систем оборотного водопостачання, об'єм води, що витрачається на господарські, побутові й комунальні потреби, об'єм води, що втрачається в результаті фільтрації, випару, витоку, аварії.

Крім того, є таблиця, що містить характеристику джерел стічних вод підприємства, що скидаються безпосередньо у водоприймачі, та оцінку їхнього впливу. У таблиці, з оцінки ефективності очисних споруд, вказується найменування очисних споруд і метод очищення, пропускна здатність, перелік нормованих речовин і їхня середня концентрація на вході й виході з очисних споруд.

До таблиць додається балансова схема водоспоживання та

водовідведення із зазначенням годинних витрат води на кожній ділянці.

Для кожного підприємства, організації або установи, що здійснюють водокористування, складається укрупнена балансова схема водопостачання й водовідведення із вказівкою та нумерацією місць виміру, забору (прийому), втрат і скидання води, а також пунктів передачі її іншим споживачам.

Укрупнена балансова схема має бути складена таким чином, щоб забезпечити повне уявлення про кількість і якість споживаних вод та вод, що скидаються.

У випадку зміни умов роботи каналізаційних систем населених пунктів або недотримання промисловим підприємством умов по витраті вод і масі забруднювачів, дозвіл на скидання виробничих стічних вод може бути анульовано.

Термін дії водного паспорта підприємства – п'ять років. Після закінчення цього строку відповідні органи продовжують термін дії паспорта, якщо встановлені в ньому нормативи щодо гранично-допустимих концентрацій на даному підприємстві не перевищувалися.

#### **Тема 2.1.4 Адміністративні інструменти водокористування**

Основними складовими при організації водокористування у населених пунктах є нормативно-правова база, технологічні аспекти й інформаційне забезпечення для контролю та керування процесами водоспоживання і водовідведення. Законодавча база регулювання в галузі охорони та раціонального використання водних ресурсів закладена у Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» та Водному Кодексі України.

Згідно Водного Кодексу України, нормативи в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів складаються з:

- 1) нормативів екологічної безпеки водокористування;
- 2) екологічних нормативів якості води водних об'єктів;
- 3) нормативів гранично-допустимого скидання забруднюючих речовин;
- 4) галузевих технологічних нормативів утворення речовин, що скидаються у

водні об'єкти;

5) технологічних нормативів використання води.

Основні напрямки удосконалення законодавчої діяльності у галузі водокористування такі:

1. Визначення пріоритетності забруднюючих речовин з метою нормування їх надходження в навколишнє природне середовище.
2. Регламентація складу і властивостей стічних вод, які направляються у системи водовідведення.
3. Нормування складу стічних вод, які скидаються у водні об'єкти.
4. Нормування якісного стану поверхневих вод.

Основними функціями сучасного водовідведення побутових, виробничих та поверхневих стічних вод населених пунктів є:

- 1) приймання стічних вод у місцях їх утворення;
- 2) транспортування стічних вод до очисних споруд;
- 3) очищення стічних вод та утилізація корисних речовин, які перебувають у них;
- 4) скид очищених стічних вод у водойми.

Ключовим елементом прийняття управлінських рішень при організації водокористування в населених пунктах є інформаційне забезпечення цього процесу.

При прийнятті управлінських рішень враховуються:

- сучасних стан водних об'єктів;
- інформація щодо антропогенного навантаження на водотоки і водойми;
- технологічний стан мереж водовідведення та очисних споруд населеного пункту.

## **ЗМ 2.2 Сучасні методи захисту водних об'єктів**

### **Тема 2.2.1 Охорона вод у комунальному господарстві і промисловості**

Основним технічним заходом захисту водних об'єктів від забруднення є

очищення стічних та інших зворотних вод від шкідливих домішок, які потрапили у воду в процесі її утворення.

Домішки представлені в стічних водах у вигляді:

- крупних включень, що знаходяться у водному потоці;
- завислих часток розміром від 0,1 мкм та більше, які утворюють суспензії (завислі речовини);
- нерозчинних у воді крапельок іншої рідини, які утворюють емульсії;
- колоїдних систем з частками розміром від 1 мкм до 1 нм;
- розчинених у воді речовин в молекулярній або іонній формі;
- мікроорганізмів, іноді хвороботворних.

Очищення стічних вод полягає в усуненні домішок, наявність яких перешкоджає подальшому їх використанню або скиду у водні об'єкти.

Домішки, що містяться в стічних водах, часто є цінною сировиною, яка після вилучення утилізується.

Методи очищення стічних вод розподіляються на механічні, біологічні та фізико-хімічні.

Вибір методу і визначення ступеню очистки залежить від забрудненості води певними шкідливими домішками, подальшого використання очищеної води, наприклад, для технічного водопостачання, зрошування сільськогосподарських угідь, миття вулиць, поповнення запасів підземних вод, або скиду у певний водний об'єкт.

Склад води, який треба досягнути при очищенні, визначається напрямком її подальшого використання, а при скиді до водного об'єкту – нормативами ГДС.

Вилучення з води, що очищається, деяких видів домішок, таких як мінеральні солі, високомолекулярні органічні сполуки, іони металів, обходиться порівняно дорого. При цьому, чим вище ступінь очищення стічних вод (процент вилучення домішок), тим дорожче стає очистка.

Механічні методи очистки вод забезпечують вилучення крупних включень на 100 %, завислих речовин на 50-60 %, плаваючих та емульгованих

домішок на 60–70 %.

Біологічні методи очистки вод забезпечують деструкцію (біохімічне окислення) розчинених органічних сполук природного походження на 80-90 %, сполук азоту та фосфору на 60–70 %, завдяки життєдіяльності угруповань мікроорганізмів.

Фізико-хімічні методи призначені головним чином для очищення виробничих стічних вод з метою вилучення або деструкції штучно синтезованих високомолекулярних органічних сполук, які не підлягають біохімічному окисленню, іонів металів, мінеральних солей, кислот та лугів, глибокого очищення вод від завислих речовин. Фізико-хімічна очистка призначена для зберігання цілості і утримання каналізаційних мереж та споруд біологічної очистки в експлуатаційному стані.

Споруди механічної очистки завжди передують спорудам біологічної очистки, а при необхідності – спорудам фізико-хімічної очистки.

Фізико-хімічна очистка виробничих стічних вод організується на підприємствах, де ці води утворюються.

Очистка стічних вод на виробництві організується, як правило, з метою використання очищених вод для потреб технічного водопостачання.

Якщо споруди біологічної очистки не забезпечують очищення стічних вод згідно з нормативами ГДС або з вимогами «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», влаштовується додаткова, більш глибока очистка (доочистка), яка надає очищеним стічним водам склад та властивості, притаманні природним водам. До споруд глибокої очистки відносяться біологічні ставки, які являють собою розташовані каскадом невеличкі загати глибиною 1–3 м. Біологічні ставки мають не менше двох паралельних секцій з трьома і більше ступенями каскаду. Співвідношення довжини ставка до його ширини не менш 20. Біологічні ставки слід будувати на нефільтруючих або слабо-фільтруючих ґрунтах чи здійснювати протифільтраційні заходи.

Підвищенню глибини очистки стічних вод і зниженню вмісту в них



сполук азоту і фосфору сприяє вища водяна рослинність, яка розростається в біологічних ставках. Таким же чином вища водяна рослинність, що розростається вздовж берегів та по перетину водотоків, сприяє самоочищенню природних вод, тобто доочищенню стічних вод, що скидаються. Такі угруповання водяної рослинності отримали назви берегові та руслові біоплато.

Для перехоплення нафтопродуктів та інших плаваючих домішок влаштовують наплавні біоплато, які являють собою сітку, зплетену з пластмасового жгута, у вічці якої занурені водорості з плаваючою корневою системою. Сітки закріплюються у береги каналу, по якому скидаються стічні води. Ширина наплавного біоплато зазвичай 1,5-2,0 м. Встановлюють одне чи паралельно декілька наплавних біоплато.

Вживати в їжу рибу, що розводиться в біологічних ставках, можна лише при відповідному дозволі органів санепідемагляду. В останні роки набувають поширення для доочистки стічних вод біоплато.

У залежності від необхідної ступені додаткової очистки стічних вод можливо застосування як усього комплексу біоплато, так і окремо поверхневих біоплато, в тому числі природних болотистих ділянок, що включаються до складу очисних споруд.

### ***Загальноміські очисні споруди***

Системою водовідведення міські стічні води подаються на загальноміські очисні споруди. Якщо дозволяє продуктивність цих споруд, сюди цілком або частково надходить поверхневий стік з міської території.

До складу загальноміських очисних споруд входять споруди механічної очистки, споруди біологічної очистки з ділянкою обробки мулових осадів та, при необхідності, споруди глибокої доочистки стічних вод.

Загальноміські очисні споруди розташовуються за околицею міста і мають санітарно-захисну зону від 150 до 500 м залежно від продуктивності. При розташуванні загальноміських споруд слід передбачати вільну територію для їх подальшого розвитку одночасно або випереджаючи розвиток міста.

Умови скиду стічних вод у водний об'єкт здійснюються згідно з

нормативами ГДС.

Скид стічних вод у міську каналізацію відбувається згідно з «Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України» (2002 р.). Згідно з цими Правилами, скид виробничих стічних вод у каналізаційну мережу здійснюється за таких умов:

- захист каналізаційної мережі від замулення та руйнування.
- забезпечення стабільного перебігу біологічної очистки на загальноміських очисних спорудах.
- можливості дотримання нормативів ГДС при скиді до водного об'єкту стічних вод, що пройшли очистку на загальноміських очисних спорудах.
- обмеження вмісту важких металів у висушених мулових осадках при їх використанні як органічного добрива.

З метою збереження цілісності, пропускнув спроможності та безпеки каналізаційних споруд забороняється скид до систем водовідведення стічних вод, що містять:

- кислоти та лужні речовини, і речовини, що мають рН нижче 6,5 або вище 9,0;
- горючі та вибухонебезпечні газоподібні речовини;
- сипучі матеріали, що замулюють та засорюють каналізаційні колектори, а також жири, смоли, дріжджі тощо.

Для гарантії досягнення встановлених нормативів ГДС при скиді стічних вод після очищення їх на загальноміських очисних спорудах заборонено скид до каналізаційних мереж стічних вод, що містять:

- концентровані регенераційні, маточні та кубові розчини;
- радіоактивні, токсичні штучно синтезовані органічні сполуки, які не піддаються біологічному розкладу;
- речовини, для яких не встановлені ГДК для води водних об'єктів.

Заборонено скид до каналізації також стічних вод, що містять надмірні концентрації металів. Рекомендовані обмеження концентрацій іонів металів та

деяких інших елементів в стічних водах (мг/л): алюміній – 5; залізо (загальне) – 2,5; кадмій – 0,01; кобальт – 1; мідь – 0,5; арсен – 0,1; нікель – 0,5; ртуть – 0,005; свинець – 0,1; титан – 0,1; хром (тривалентний) – 2,5; хром (шестивалентний) – 0,1; цинк – 1,0.

«Правилами...» рекомендована методика розрахунків допустимих концентрацій (ДК) речовин, які містяться у виробничих стічних водах, що підлягають скиду до каналізаційної мережі.

Проте в кожному місті (населеному пункті) стан загальноміських очисних споруд, кількість та склад виробничих стічних вод дуже відрізняються і мають свої особливості, в тому числі щодо умов скиду очищених стічних вод до водного об'єкту.

Тому місцеві Водоканали (чи інші установи, що експлуатують міську мережу водовідведення і загальноміські очисні споруди) встановлюють власні умови прийому виробничих стічних вод до міської каналізації. Ці умови, затверджені місцевими органами влади, є обов'язковими для виконання усіма абонентами каналізаційної мережі.

Місцеві умови водовідведення мають вигляд таблиць, де вказані граничні концентрації (ГК) речовин, які не повинні перевищуватися у стічних водах, що підлягають скиду в каналізацію.

Плата за прийом стічних вод до міської каналізаційної мережі встановлюється і здійснюється за місцевими умовами водовідведення. Ця плата становить основну складову бюджету Водоканалів.

### **Тема 2.2.2 Охорона вод у сільському господарстві**

Вода у сільській місцевості використовується для питних і комунально-побутових потреб населення, пиття худоби, для зрошення сільськогосподарських угідь, садіб тощо. В тваринницьких комплексах, де одночасно перебуває декілька тисяч свиней чи великої рогатої худоби, вода, крім пиття тварин, застосовується для видалення відходів тваринництва і додержання необхідного санітарно-гігієнічного стану приміщень.

Сільське населення України задовольняє потреби у питній воді головним чином завдяки місцевому водопостачанню з криниць, джерел або артезіанських свердловин. Поверхневі води, внаслідок забруднення, як джерела питного водопостачання, майже не використовуються. Лише 3 % сільських населених пунктів (2005 р.) має централізоване водопостачання, яке завдяки процесам водопідготовки забезпечує необхідну якість питної води.

В деякі населені пункти питна вода постійно доставляється автотранспортом. Це стосується населених пунктів, розташованих у південних районах, де підземні води надмірно мінералізовані, в районах, де тривалий час здійснюється видобуток корисних копалин (Донбас, Криворіжжя та інші), внаслідок чого доступні для використання підземні водоносні горизонти майже повністю виснажені, в районах радіоактивного ураження.

Якість води для пиття худоби повинна бути такою ж, як і для питного водопостачання.

Джерелами забруднення поверхневих водних об'єктів у сільській місцевості є:

- поверхневий стік із сільськогосподарських угідь, з яким у водні об'єкти потрапляють продукти ерозії ґрунтів (завислі речовини), залишки добрив і отрутохімікатів;
- надлишки зрошувальних вод, що містять такі ж забруднювачі, як і поверхневий стік;
- розташовані на водозборі гноєсховища, склади отрутохімікатів, мінеральних добрив та пально-мастильних матеріалів, літні табори худоби;
- скид неочищених побутових стічних вод та стічних вод окремо розташованих підприємств з переробки сільгосппродукції;
- стік фільтрату зі звалищ побутових відходів.

Захист водних об'єктів від забруднення у сільській місцевості забезпечується, головним чином, двома засобами: створенням прибережних водоохоронних зон і очисткою стічних вод із застосуванням найпростіших очисних споруд типу біоплато. Такі ж самі споруди забезпечують очищення

фільтрату, що надходить зі звалищ побутових відходів.

### ***Прибережні водоохоронні зони***

Водоохоронна зона – це спеціально впорядкована територія вздовж берегів водотоків і водойм, яка призначена для охорони вод від забруднення та засмічення поверхневим стоком, що надходить з площі водозбору.

Визначення водоохоронних зон в межах міст та населених пунктів і в сільській місцевості суттєво відрізняється. На урбанізованих територіях водоохоронні зони встановлюються з урахуванням конкретних умов, що склалися під час містоутворення, і позначаються на генпланах міст та населених пунктів. За межами населених пунктів розміри водоохоронних зон та їх облаштування визначаються за спеціально розробленими проектами.

На незабудованих територіях водоохоронна зона охоплює площу активного збігу поверхневого стоку, тобто ту частину водозбору, де стає помітною водна ерозія, яка виникає внаслідок певної швидкості поверхневого стоку. Верхня межа прибережної водоохоронної зони пролягає по умовній лінії, з якої починається водна ерозія ґрунту. Це залежить від кута схилу поверхні, типу ґрунтів, наявності рослинності. Нижньою межею вважається уріз води.

В ярах та балках для перехоплення поверхневого стоку споруджуються греблі. У створених таким чином ставках поверхневий стік позбавляється завислих речовин, відбувається деструкція присутніх в ньому пестицидів та мінеральних добрив. До наступної весни ці ставки поступово спорожнюються. Вода з них протягом вегетаційного періоду може використовуватися для зрошення.

Ділянки площ, які особливо схильні до ерозії, захищаються нагірними канавами, що перехоплюють поверхневий стік і відводять його до збудованих ставків. Відкриті ділянки засаджуються деревно-чагарниковою та трав'янистою рослинністю з добре розвинутою кореневою системою. Ця рослинність являє собою своєрідний фільтр, який уповільнює швидкість поверхневого стоку та очищає його.

Водоохоронна зона зменшує обсяги дощових і поталих вод, які

потрапляють у поверхневі водні об'єкти, сприяє переводу поверхневого стоку у підземні водоносні горизонти, що поповнює як підземні, так і поверхневі води, які, як правило, гідравлічно пов'язані між собою.

Водоохоронна зона є природоохоронною територією господарської діяльності, що регулюється у напрямку охорони водних об'єктів.

У межах водоохоронних зон забороняється:

- влаштування звалищ відходів та сміття;
- розміщення автозаправних станцій та складів пально-мастильних матеріалів;
- розміщення гноєсховищ, літніх таборів худоби;
- влаштування кладовищ та скотомогильників;
- скидання неочищених стічних вод у балки, кар'єри, пониззя місцевості;
- створення полів фільтрації, полів асенізації, накопичувачів рідких відходів;
- складування та використання отрутохімікатів та мінеральних добрив.

У межах водоохоронних зон безпосередньо вздовж урізу води по обидва береги річок та водойм виділяються прибережні захисні смуги, де встановлюються додаткові обмеження господарської діяльності.

Ширина прибережних захисних смуг встановлюється такою:

- для малих річок і струмків, а також ставків площею менше 3 га – 25 м;
- для середніх річок, водосховищ на них, водойм площею понад 3 га – 50 м;
- для великих річок, водосховищ на них та озер – 100 м.

Якщо крутизна схилів перевищує 3°, мінімальна ширина прибережної смуги подвоюється.

У прибережних захисних смугах уздовж річок, навколо водойм та на островах забороняється:

- садівництво та городництво;
- розорювання земель, крім підготовки ґрунту для залуження і залісення;
- миття та обслуговування транспортних засобів і техніки.

У зоні санітарної охорони моря встановлюється прибережна захисна смуга, ширина якої уздовж узбережжя морів, заток і лиманів становить не менш 2 км від урізу води. Територія цієї смуги може використовуватися лише для будівництва лікувально-оздоровчих закладів з централізованим водопостачанням і каналізацією. У межах прибережної захисної смуги морського узбережжя забороняється створення споруд для приймання і знезаражування рідких відходів за винятком невеликих вигребів для накопичення господарсько-побутових стічних вод обсягом до 1 м<sup>3</sup>/добу. Тут також діють усі заборони та обмеження, встановлені для прибережних водоохоронних зон водотоків та водойм.

Верхні межі водоохоронних зон та прибережних захисних смуг повинні бути визначені на місцевості спеціальними щитами з вказівками про обмеження господарської діяльності.

Вздовж штучних водотоків – каналів, навколо гребель та інших гідротехнічних та гідрометричних споруд встановлюються смуги відведення. Вони призначені для експлуатації та захисту інженерних споруд від пошкодження й руйнування, а також для охорони вод від забруднення. В межах смуг відведення створюються водоохоронні лісонасадження, берегоукріплюючі та протиерозійні споруди, виробничі приміщення. Розміри смуг відведення та режим користування ними встановлюється проектом.

На водних об'єктах, де здійснюється судноплавство, для його обслуговування встановлюються смуги водних шляхів. Тут розміщуються пристані, причали та інші споруди, а також знаки, що регулюють судноплавство.

Таким чином, водоохоронні зони та встановлений в них режим обмеження господарської діяльності стають надійним бар'єром на шляху забруднення водних об'єктів.

### ***Охорона вод при зрошенні сільськогосподарських угідь***

Охорона природних вод при зрошуванні полягає в наступному:

– дотримання витрат води на зрошення окремих сільськогосподарських

- культур згідно зі зрошувальними нормами;
- облаштування належним чином зрошувальних ділянок прибережними водоохоронними зонами і дотримання встановлених законодавством вимог щодо здійснення господарської діяльності в межах цих зон, а саме:
  - заборона використання пестицидів;
  - ліквідація кладовищ, скотомогильників, звалищ відходів, полів фільтрації, складів поливо-мастильних матеріалів та інших можливих джерел забруднення вод;
  - заборона скидання неочищених стічних вод за рельєфом місцевості.

### ***Охорона вод на тваринницьких комплексах***

Рідкі відходи, що утворилися на тваринницьких комплексах, практично не піддаються очищенню до нормативних вимог, тому скид їх до поверхневих водних об'єктів недопустимий. Такі відходи накопичуються у відстійниках, із наступним використанням для зрошення кормових угідь при відповідному розбавленні атмосферними водами, що накопичуються у спеціально облаштованих ставках.

### **Тема 2.2.3 Охорона морського середовища**

Приблизно 3/4 поверхні планети становить морське середовище, де декілька мільйонів літ тому зародилося життя, яке згодом вийшло на суходол. Майже 1/3 кисню надходить до земної атмосфери завдяки життєдіяльності морського планктону. Біля 1/4 білкової продукції, що потребує людство, дає морське середовище. До 1/3 розвіданих покладів вуглеводневої сировини знаходиться на континентальному шельфі. Тут знайдені також великі поклади залізної руди, марганцю, титану, золота, алмазів та інших корисних копалин. Морська вода – це розчин практично усіх хімічних елементів, а такі речовини як дейтерій та тритій, з якими пов'язується енергетичне майбутнє людства, можна отримати тільки з моря. Світовий океан є транспортним шляхом, який з'єднує материки та окремі країни.

Морський простір не має фізичних кордонів. Особливістю морського



середовища є те, що забруднення, які надходять до нього з різних джерел, вільно розповсюджуються по акваторії. Хоча значна кількість завислих домішок осідає на дно неподалеку від джерела їхнього надходження, плаваючі, а іноді і розчинені небезпечні речовини, досягають прибережних вод та узбережжя країн, далеких від джерела забруднення.

### ***Правовий розподіл морської акваторії***

Конвенція ООН з морського права, що прийнята 10 грудня 1982 року, і до якої приєдналася Україна з 3 червня 1999 року, визначає розподіл морського середовища на внутрішні води держави, територіальне море (12 морських миль), виключну економічну зону (200 морських миль з урахуванням кордонів) та континентальний шельф (200 морських миль з урахуванням кордонів шельфу між державами з протилежними або сумісними узбережжями, а також в залежності від морфології морського дна, але не більш 350 морських миль). Положення Конвенції регулюють делімітацію територіального моря, виключної економічної зони та континентального шельфу. Внутрішні води і територіальне море знаходяться під юрисдикцією певної держави. Іноземним судам надаються коридори для заходу в порти цієї держави і для проходу до відкритого моря.

Суверенна держава встановлює правила і норми дій у внутрішніх водах та у територіальному морі, зокрема іноземні судна без дозволу прибережної держави не мають права вести будь-які дослідницькі та гідрографічні роботи, рибальство, чинити навмисне забруднення морського середовища.

Для припинення дій суден-порушників можуть застосовуватися кораблі берегової охорони, діяльність яких поширюється на прилеглу зону шириною до 24 миль.

У винятковій економічній зоні прибережна держава має суверенні права щодо:

- розвідки, розробки та використання мінеральних та біологічних ресурсів моря й морського дна;
- створення і використання штучних островів, установок і споруд;

- наукових досліджень;
- захисту і збереження морського середовища.

Ця діяльність не повинна перешкоджати іншим державам правомірне використання морського середовища, а саме: судноплавство, прокладку підводних кабелів та трубопроводів, деякі інші види діяльності, погоджені з прибережною державою.

Прибережна держава приймає необхідні заходи для збереження та відновлення біологічних ресурсів виключної економічної зони шляхом регулювання обсягів вилову живих ресурсів, захисту морського середовища від забруднення, здійснення моніторингу в цих сферах.

Морські живі ресурси поділяються на: далеко мігруючі види, наприклад, вугрі, морські ссавці (кити, дельфіни та ін.), анадромні види – такі, що мігрують на нерест з моря до річок та катадромні, що, навпаки, йдуть на нерест з річок до моря, «сидячі» види, життя яких пов'язано переважно з перебуванням на морському дні.

Прибережні держави здійснюють свої суверенні права на виключну економічну зону шляхом огляду, інспекції, арешту і судового розгляду суден і екіпажу, що порушують ці права.

За межами виключної економічної зони простягається відкрите море. Відкрите море відкрите для всіх держав. Ніяка держава не має права претендувати на підпорядкування будь-якої частини відкритого моря своєму суверенітету.

Свобода відкритого моря означає свободу рибальства, судноплавства, польотів, прокладання підводних кабелів і трубопроводів, наукових досліджень, будівництва штучних островів і інших установок. Ця діяльність ні в якому разі не повинна зачіпати інтереси інших держав.

Рибальство у відкритому морі здійснюється на підставі міжнародних угод щодо квот та сезонів вилову риби та інших живих ресурсів, а також тимчасових заборон на вилов окремих видів живності з метою забезпечення їх відтворення.

Дно відкритого моря, всі тверді, рідкі і газоподібні мінеральні ресурси в

надрах морського дна є загальною спадщиною людства. Мінеральні ресурси, що видобуті з морського дна як корисні копалини, стають власністю тих, хто їх видобув. Видобуток корисних копалин та інша господарська діяльність у відкритому морі здійснюється таким чином, щоб не зачепити суверенних інтересів прибережних держав внаслідок забруднення та завдання шкоди флорі і фауні морського середовища або виснаження в певній мірі запасів корисних копалин, родовища яких простягаються на континентальний шельф, що знаходиться під юрисдикцією цих держав. Якщо таке має місце, господарська діяльність у відкритому морі може здійснюватися на підставі відповідних угод між зацікавленими сторонами. Цими угодами зокрема регулюється гранична кількість видобутку корисних копалин особливо поліметалічних конкрецій, до складу яких входять нікель, мідь, кобальт, марганець та ін., таким чином, щоб уникнути падіння цін на світовому ринку та інших небажаних наслідків для світової економіки, а також в інтересах держав, що розвиваються.

Археологічні і історичні об'єкти, знайдені на морському дні у відкритому морі, зберігаються або використовуються на благо всього людства, притому перевага надається країнам культурного, історичного чи археологічного походження.

На представницьких міжнародних конференціях, які збираються, як правило, через 15 років після початку освоєння певних районів дна відкритого моря, з'ясовуються результати цієї господарської діяльності щодо досягнення первісних цілей господарювання, включаючи те, чи принесло воно користь усьому людству, здоровому розвитку світової економіки з особливим урахуванням інтересів і потреб держав, що розвиваються. В разі необхідності вносяться відповідні корективи до господарської діяльності, що здійснюється у відкритому морі та на шельфі.

Всі держави зобов'язуються захищати і зберігати морське середовище від забруднення з будь-якого джерела, що знаходиться на суші, в атмосфері чи в морі, включаючи скиди в річки шкідливих речовин, скиди з суден, від установок, що використовуються під час розвідки та розробки надр морського

дна, буріння, драгування, виймання ґрунту, видалення відходів, будівництва, експлуатації та технічного обслуговування установок, трубопроводів й інших пристроїв, пов'язаних з такою діяльністю. Особлива увага приділяється відверненню аварій і ліквідації їх наслідків. Це стосується як суден, так і плавучих та стаціонарних платформ, штучних островів тощо. Вживаються окремі заходи для захисту і збереження рідкісних або уразливих екосистем, а також природного середовища, видів риб та інших форм морських організмів, запаси яких виснажені. Шкода чи небезпека забруднення не повинна переноситися з одного району до іншого або перетворювати один вид забруднення на інший.

В усіх випадках забруднення чи неминучій небезпеці шкоди морському середовищу держава, якій це стало відомо, негайно повідомляє інші держави, що можуть зазнати такої шкоди, а також компетентні міжнародні організації. В цей же час вступають в дію розроблені заздалегідь плани надзвичайних заходів з припинення і локалізації забруднення та ліквідації наслідків аварії чи подібного інциденту. Плани заходів на випадок інцидентів передбачають узгоджені дії держав морського району та взаємодопомогу в ліквідації аварії та її наслідків, здійснення моніторингу за станом морського середовища. Здійснюється також постійний нагляд за будь-якою діяльністю з метою визначити, чи може така діяльність призвести до забруднення морського середовища.

Держави співробітничать у проведенні наукових досліджень щодо оцінки характеру і ступеня забруднення морського середовища, схильності до нього, шляхів його розповсюдження, ризику забруднення і засобів боротьби з ним, розробки норм, стандартів і процедур для відвернення, скорочення і збереження під контролем забруднення морського середовища. Здійснюються всебічні заходи щодо скорочення в максимально можливому ступені викиду токсичних, шкідливих або отруйних речовин, особливо стійких, у морське середовище. Ці заходи стосуються існуючих і можливих джерел забруднення, що знаходяться на суші, що пов'язані з діяльністю на морському дні, з

похованням відходів, а також що утворюються на судах. Прибережні держави, враховуючи особливий стан морського середовища в певному районі, мають право встановлювати більш жорсткі норми та підвищені вимоги до судноплавства у територіальному морі та виключній економічній зоні, ніж загальноприйняті. Це робиться за погодженням компетентних міжнародних організацій і впродовж часу, достатнього для технічного виконання нових норм і вимог, але не менше 2,0–2,5 років.

Якщо доведено, що стан або обладнання судна, яке перебуває в порту будь-якої держави, не відповідає міжнародним нормам і стандартам і тим самим створює загрозу заподіяння шкоди морському середовищу, вихід такому судну у море забороняється. Воно може лише перейти на найближчу підходящу судноремонтну верф для усунення встановлених порушень.

### ***Охорона моря при судноплавстві***

Морське середовище, що частково розподілене державними кордонами, визначеними лише на географічних картах, є загальним надбанням людства. Тому раціональне використання біологічних та мінеральних ресурсів морського середовища і захист його від забруднення є загальносвітовою проблемою, успішне вирішення якої можливо тільки спільними взаємо-узгодженими діями всіх країн як прибережних, так і континентальних.

Діяльність країн щодо використання та збереження морського середовища регулюються нормами міжнародного права – міжнародними конвенціями-угодами, які укладає між собою певна кількість країн, які турбуються тими чи іншими проблемами, що виникають. До цих угод мають можливість приєднатися інші країни. Як правило, ці угоди складені таким чином, що країни, які їх уклали та приєдналися до них, мають певні переваги, ніж ті країни, що не стали учасниками цих конвенцій.

Однією з перших міжнародних угод щодо захисту морського середовища від забруднення є «Конвенція про запобігання забруднення моря скидами відходів і інших матеріалів», що укладена в 1972 р. у Лондоні. Укладання цієї Конвенції було пов'язано з суттєвим погіршенням стану морського середовища

в 60-ті роки ХХ сторіччя внаслідок значного збільшення морських пасажирських та вантажних перевезень, особливо нафти і нафтопродуктів. Значно зросла кількість рибальських суден.

На різке погіршення стану морського середовища за порівняно короткий час з 1947 по 1969 роки одним з перших гучно звернув увагу видатний норвезький мореплавець Тур Хейердал. Якщо у 1947 році під час першої подорожі на плоту «Кон-Тікі» він і його п'ятеро супутників милувалися величчю та бездоганною чистотою Тихого океану, то під час другої подорожі на парусному човні «Ра» в 1969 році океан здавався йому помийницею, поверхня якої майже суспіль вкрита плівкою та грудками нафти, на воді плавали шматки рибальських сіток та поплавців, пробки, пляшки та інше сміття. Голос Хейердала було почуто. П'ятдесят морських держав у 1972 році зібралися в Лондоні і уклали Конвенцію, яка визнала, що здатність моря асимілювати і знезаражувати скиди, а також відновлювати біологічні ресурси небезмежна. Негайно припинити погіршення стану морського середовища і його живих ресурсів можливо лише спільними зусиллями усіх держав світу.

Згідно з Конвенцією, було заборонено скид будь-яких відходів або інших шкідливих матеріалів в будь-якій формі чи стані. Але для деяких речовин і випадків зроблені винятки.

До речовин, скид яких не дозволяється ні в якому разі, відносяться: хлорорганічні сполуки; ртуть та її сполуки; кадмій та його сполуки; стійкі пластмаси та інші синтетичні матеріали, як, наприклад, рибальські сіті і троси; сира нафта, нафтове та дизельне пальне, мастила та інші суміші, що містять ці речовини; радіоактивні відходи та речовини з високим рівнем радіації за оцінкою компетентних організацій, а також матеріали в будь-якій формі, що призначені для ведення біологічної та хімічної війни.

Дозволяється скид у море речовин, які швидко знезаражуються завдяки фізичним, хімічним чи біологічним процесам у морі, не впливають на смак їстівних морських організмів, не загрожують здоров'ю людини або свійських тварин. Скид у море таких речовин здійснюється на підставі спеціального

дозволу, що видається компетентними органами прибережної держави.

Під час підготовки та оформлення дозволу на скид речовин і матеріалів у морське середовище враховуються такі чинники:

- загальна кількість і середні показники складу скиду, наприклад, за рік;
- його стан: твердий, рідкий, газоподібний або у вигляді шламу;
- його властивості: фізичні (наприклад, розчинність та щільність), хімічні та біологічні (наприклад, споживання кисню, поживні речовини), біологічні (наприклад, наявність вірусів, бактерій, дріжджових мікробів, паразитів);
- токсичність;
- сталість: фізична, хімічна та біологічна, здатність до взаємодії з розчиненими у морській воді сполуками;
- накопичення та біотрансформація в морських рослинах і тваринах, в тому числі вірогідність впливу на споживчі якості морепродуктів, таких як: смак, забарвлення тощо;
- координати скиду, глибина, відстань до берега;
- вплив на зони відпочинку, зони розплодження, вирощування і вилову риби та інших морепродуктів;
- первісне розчинення, в тому числі при застосуванні розсіюючих випусків;
- вплив течій, припливів та вітру на горизонтальне та вертикальне змішування;
- склад морської води (рН, солоність, розчинений кисень, БСК, ХСК, органічний та мінеральний азот, в тому числі аміак, інші живильні речовини, завислі речовини, температура тощо);
- характеристика дна (топографія, геологія, геохімія, біологічна продуктивність);
- наявність та вплив поховань рідких та твердих відходів, які були зроблені раніше.

Заява на дозвіл скиду, оформлена належним чином і погоджена компетентним національним органом, заздалегідь надсилається до міжнародної

організації, яка уповноважена здійснювати контроль за виконанням положень Конвенції, та до інших прибережних держав, на інтереси яких може вплинути скид, що відбувається.

Прибережна держава індивідуально або в співдружності з іншими державами та міжнародними організаціями здійснює контроль за станом морського середовища, обмінюючись між собою відповідною інформацією.

Виконуючи вимоги Лондонської Конвенції, всі морські держави протягом певного часу здійснили обладнання своїх суден ємкостями для збору і накопичення забруднених вод та сміття, що утворюються під час рейсу. В портах прибуття ці забруднення передаються з суден за певну плату на берегові очисні та переробні споруди. Це стосується, головним чином, вод, забруднених нафтою.

Морські судна, які мають обладнання згідно з вимогами Лондонської Конвенції, отримують відповідний сертифікат. Захід у міжнародні порти суден, які не мають такого сертифікату, обмежений або зовсім заборонений.

Скид забруднених вод з суден у море, згідно з Конвенцією, можливо здійснити тільки в аварійних випадках, коли існує реальна загроза плавучості судна. Такий скид має назву – ненавмисний. Усякі інші скиди відносяться до навмисних. На судна, що здійснюють навмисні скиди, накладаються штрафи від декількох тисяч до декількох десятків тисяч американських доларів.

Спостереження за станом морського середовища у відкритому морі здійснюються з літаків та суден. Капітани повітряних та морських суден у разі виявлення на поверхні моря нафтових плям зобов'язані негайно повідомити міжнародний орган за наглядом дотримання Лондонської конвенції та відповідні органи найближчих країн, узбережжю яких може загрожувати нафтове забруднення. У разі неповідомлення про інцидент, що стався у морі, на капітанів суден також можуть бути накладені штрафи до 1 тис. доларів. Капітан судна, що здійснило ненавмисний або навмисний скид забруднень у море, повинен сприяти розслідуванню інциденту, що стався. У разі перешкоджання такому розслідуванню на нього також накладаються штрафні санкції.



Спостереження за станом моря в портах здійснює спеціальна служба, у розпорядженні якої знаходяться судна-санітари, що збирають з морської поверхні нафту та сміття.

При затриманні суден-порушників вимог Конвенції приймають участь військові судна державної прикордонної охорони.

Деякі судна мають на борту очисне устаткування, що забезпечує очистку та скид вод у море без будь-яких негативних наслідків. Так, великі океанські судна очищають стічні води машинних відділень за допомогою центрифуг, що видаляють з л'яльних вод нафту, а вода з незначною концентрацією нафти скидається у відкритому морі.

Новітні танкери великої тоннажності будуються з подвійною обшивкою. Простір між обшивками заповнюється «чистим» баластом, тобто забортною водою.

Положення Лондонської конвенції неодноразово доповнювалися та розширювалися з метою вдосконалення та підвищення дієвості сумісних дій країн світу по захисту та збереженню морського середовища. Суворе дотримання вимог Лондонської конвенції, до якої приєдналися майже всі країни, що мають флот, за короткий час дало обнадійливі результати по усуненню та припиненню забруднення морського середовища нафтою, іншими шкідливими речовинами та сміттям. Таким чином була ліквідована загроза гибелі морського планктону як продуцента кисню для земної атмосфери.

### ***Видобуток корисних копалин на континентальному шельфі***

Заходи з охорони морського середовища при видобутку корисних копалин на континентальному шельфі регламентуються міжнародними угодами та стандартами, які є обов'язковими для усіх прибережних країн. Цими документами забороняється скид у море будь-яких відходів та матеріалів під час будівництва, облаштування та експлуатації свердловин та інших місць видобутку корисних копалин. Усі відходи та зайві матеріали доставляються на берег. При облаштуванні місць видобутку забезпечується їх герметичність та відокремлення від морського середовища. Поблизу місць видобутку корисних

копалин морська вода не повинна мати нафтових плям і бути каламутною.

### ***Захисна смуга морського узбережжя***

З метою захисту прибережної частини моря, яка використовується головним чином для рекреації, по берегу встановлена прибережна водоохоронна зона завширшки 2 км. В межах цієї зони дозволяється розміщувати виключно об'єкти рекреаційної інфраструктури. Забороняється розміщення складів пально-мастильних матеріалів, інших токсичних речовин, будівництво сміттєзвалищ. Скид очищених стічних вод у море здійснюється за допомогою глибоководних випусків, що прокладаються через захисну смугу.

### ***Захист біологічних ресурсів моря***

Забруднення поверхні моря нафтовою плівкою перешкоджає відтворенню рибних запасів, бо в житті кожної рибини є мить, коли вона перетворюється з малька у дорослу особину. У цю мить вона підпливає до поверхні моря і робить єдиний у житті подих ротом, наповнюючи повітрям плавальний міхур. Наявність нафтової плівки перешкоджає цьому і мальок гине.

З метою захисту біологічних ресурсів моря прийнято чимало міжнародних угод. Ці угоди стосуються квотування вилову риби та морепродуктів, заборони полювання на китів та дельфінів, обмеження здобичі морських котиків та деяких інших морських тварин; про плантації з вирощування мідій та іншої білкової продукції.

### ***Морські аварії***

Припинення скиду в море забруднених вод та сміття з суден, дотримання вимог міжнародних угод і стандартів щодо морського видобутку корисних копалин та здобичі біологічних ресурсів моря, виконання правил захисту моря на прибережній частині суходолу за короткий час забезпечило покращення стану морського середовища і відтворення рибних запасів та морського звіра.

Єдиними суттєвим на сьогодні джерелом забруднення морського середовища залишаються аварії суден та морських платформ з видобутку нафти. Здійснюються заходи щодо попередження морських аварій. Впроваджується більш надійне навігаційне обладнання, будуються танкери з

подвійною обшивкою.

Наприкінці 2005 року після аварії танкера «Престиж» у берегів Франції та Іспанії Європейський Союз заборонив перебування в територіальних водах та входження в порти країн ЄС танкерів старої конструкції.

При виникненні аварій на судах чи морських платформах прибережні країни приймають консолідовані заходи щодо локалізації та ліквідації наслідків забруднення морського середовища і узбережжя. Ці заходи передбачають встановлення бонової огорожі нафтової плями, збирання нафти з поверхні суднами-санітарами, обробку залишків нафти детергентами-флокулянтами, що сприяють опусканню нафти у придонні шари, розчистку пляжів від нафти і дохлої риби та птахів.

Компанія, з вини якої трапилася аварія, відшкодовує постраждалим країнам збитки за забруднення природного середовища.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ладиженський В. М. Прикладна гідроекологія : конспект лекцій для студ. 2–4 курсів ден. і 3–5 курсів заочн. форм навч. освіт.-кваліф. рівня «бакалавр» напр. підгот. 6.040106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування / В. М. Ладиженський, Т. В. Дмитренко, А. В. Іщенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. – 153 с.
2. Экология города : учебник / [Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ф. В. Стольберга]. – Киев : Либра, 2000. – 464 с.
3. Йоргенсен С. Э. Управление озерными системами / С. Э. Йоргенсен. – М. : Агропромиздат, 1985. – 160 с.
4. Хендерсон-Селлерс Б. Инженерная лимнология / Б. Хендерсон-Селлерс. – Л. : Гидрометиздат, 1987 – 336 с.
5. Яцик А. В. Водне господарство в Україні / За ред. А. В. Яцика, В. М. Хорєва. – Київ : Генеза, 2000. – 456 с.
6. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – Київ, 2006. – 240 с.
7. Очистка производственных сточных вод : учеб. пособие для ВУЗов / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов ; под ред. С. В. Яковлева – 2-е изд., перераб и доп. – М. : Стройиздат. 1985. – 335 с.
8. Дмитрієва О. О. Екологічне безпечне водокористування у населених пунктах України / О. О. Дмитрієва. – Київ : Рада з вивчення продуктивних сил України НАН України, 2008. – 459 с.
9. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами : Постанова КМУ від 25 березня 1999 р. № 465 // Офіційний вісник України. – 1999. – № 13.
10. Про затвердження Правил охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення : Постанова КМУ від 29 лютого 1996 р. № 269 // Офіційний вісник України. – 1996. – № 8.

11. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення : Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017 № 316 // Офіційний вісник України. – Про затвердження Правил приймання стічних вод 2017. – № 10.

12. Цифровою репозиторій ХНУМГ [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/>.

*Навчальне видання*

**ПОНОМАРЕНКО Євгеній Георгійович,**

**ДМИТРЕНКО Тетяна Володимирівна**

**ДОСЛІДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ І ОХОРОНИ ВОД**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 1 курсу денної і 1-2 курсів заочної форм навчання  
другого (магістерського) рівня  
спеціальності 101 – Екологія)*

Відповідальний за випуск *О. С. Ломакіна*  
За авторською редакцією  
Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2017, поз. 76Л

---

Підп. до друку 12.06.2019 р. Формат 60 × 84/16.  
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 2,4  
Тираж 50 прим. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: [rektorat@kname.edu.ua](mailto:rektorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 5328 від 11.04.2017 р.