

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра _____ *гідрогеології*

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Перший проректор

_____ *проф. Александров В.В.* _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ ОЧИСТКИ ПІДЗЕМНИХ ВОД

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки _____ *магістр* _____

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності _____ *04.00.06 Гідрогеологія* _____

(шифр і назва спеціальності (тей))

спеціалізації _____

(назва спеціалізації)

факультету _____ *Геології, географії, рекреації і туризму* _____

(назва факультету)

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Робоча програма навчальної дисципліни

Методи очистки підземних вод.

(назва навчальної дисципліни)

для студентів за напрямом підготовки магістр, спеціальністю 04.00.06 Гідрогеологія.
„___” _____, 2015. 34 с.

Розробники: Доцент Чомко Федір Васильович.
(вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади).

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри гідрогеології

Протокол № ___ від. “ ___ ” _____ 2015 р.

Завідувач кафедрою гідрогеології

_____ (доц. Удалов І. В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ ___ ” _____ 2015 р.

Схвалено методичною комісією
геолого-географічного факультету

Протокол № 1 від. “ 30 ” серпня 2013 р.

“ ___ ” _____ 20__ р. Голова _____ (проф. Жемеров О.О.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Дисципліна “Методи очистки підземних вод” є спеціальною дисципліною, орієнтованою на підготовку магістрів, які спеціалізуються в галузі гідрогеології. Дисципліна викладається на V курсі у IX-му семестрі в обсязі 69 годин, з них **лекцій** 28 год., **практичні роботи** – 28 год., **самостійна робота** – 11 годин. Форма підсумкового контролю – **залік** у IX-ому семестрі.

Метою викладання дисципліни “Методи очистки підземних вод” є ознайомлення студентів, що навчаються за ОКР магістр за спеціалізацією гідрогеологія з основними уявленнями про водні ресурси, основні джерела питної води, загальні гігієнічні вимоги до якості води для водопостачання, основні технологічні процеси очистки води для потреб питного водопостачання, що базуються на фундаментальних розробках циклу природничих наук: географії, хімії, біології, основ гідрогеології. До **завдань** курсу належить розгляд всіх стадій організації процесу господарчо-питного водопостачання за рахунок підземних вод: від формування водних ресурсів (статичних та динамічних), які визначають водозабезпеченість країни, оцінку їх якості, способів забору води із підземних та поверхневих джерел, основних технологічних процесів очистки води, подання води у розподільчу мережу і в подальшому – скидання у водні об’єкти після певного кондиціонування.

Предметом вивчення є водні ресурси країни, які можуть використовуватися для потреб питного та господарчого водопостачання, а також основні вимоги до якості води і відповідно існуючі технологічні прийоми, які спрямовані на доведення якості води, що надходить у водопровід з джерела водопостачання, до встановлених нормованих показників.

Вимоги до знань та вмінь – після вивчення навчальної дисципліни “Методи очистки підземних вод” студенти повинні:

знати:

- основні джерела питних підземних вод;
- способи коригування хімічного складу підземних вод питного призначення;
- способи коригування органолептичних властивостей води питного призначення,
- санітарно-показові організми у підземних водах та контроль за їх вмістом;
- роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини;
- альтернативні джерела питної води.

вміти:

- визначати за набором показників придатність конкретного джерела підземних вод для потреб питного водопостачання;
- визначити необхідність та обрати спосіб коригування хімічного складу води та покращення органолептичних показників води.
- визначати водозабезпеченість будь-якої країни за допомогою довідникової літератури.

Місце навчальної дисципліни в структурно-логічній схемі освітньо-професійної програми підготовки магістрів за спеціалізацією гідрогеологія.

Курс „Методи очистки підземних вод” є дисципліною, що формує розуміння унікальності води для біосферних процесів і обмеженість водних ресурсів взагалі, а також нерівномірність у поширенні придатних для водопостачання джерел води, виснаженість і за хімічними показниками неадекватність підземних і поверхневих вод для питного водопостачання. Це світоглядно формує правильне ставлення до підземних вод як

домінантного джерела питного водопостачання і відповідно стане основою для подальшого нарощування базових знань в галузі гідрогеології та екологічної гідрогеології.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 1,5	Галузь знань _____ (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки <u>Магістр гідрогеології</u> <u>04.00.06</u> (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування): <u>04.00.06 Гідрогеологія</u>	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		5-й	–
Загальна кількість годин – 69		Семестр	
		9-й	–
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 2,3	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	28 год.	–
		Практичні, семінарські	
		28	–
		Лабораторні	
		–	–
		Самостійна робота	
		11 год.	48
ІНДЗ: 16 год.			
Вид контролю: залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 2,3

для заочної форми навчання – 2,5

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	Назва теми	Кількість годин	
		лекції	самост. робота
Змістовий модуль I «Водні ресурси та загальні проблеми водопостачання»			
1	Роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини.	2	2
2	Кількість води та основні джерела питної води на планеті.	2	2
3	Загальні відомості про водокористування і водовідведення. Водозабезпеченість і водокористування у світі, в Європі та в Україні.	4	2
4	Технологічні аспекти водопостачання та каналізації.	4	2
5	Водопостачання міста Харькова.	2	2
6	Типи водозабірних споруд. Берегові водозабори Європи RBF – river-bank filtration технології.*	-	2
Модульна контрольна робота 1 (2-га декада жовтня)			2**
Разом		14	14
Змістовий модуль II «Вимоги до якості води питного призначення та методи коригування її властивостей»			
7	Якість води для водопостачання. Показники якості води	4	4
8	Бактеріальне забруднення вод	4	2
9	Фізичні та хімічні методи очистки природних вод для водопостачання	8	5
10	Побутові пристрої для очистки води. Виробництво природної столової води*	-	3
11	Санітарний догляд за джерелами водопостачання	2	2
12	Альтернативні джерела води	2	1
13	Діюче природоохоронне законодавство	2	1
14	Вимоги до господарської діяльності на території водоохоронних зон*	-	2
Модульна контрольна робота 2 (3-тя декада грудня)			2**
Разом		14	14
Всього		28	28

* Уся тема винесена на самостійне опрацювання

** Модульна контрольна робота проводиться лектором в позааудиторний час, під час самостійної роботи під керівництвом викладача

3. Теми семінарських занять – не має

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

4. Теми лабораторних занять – не має

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		аудиторних	самостійних
1.	1. Загальні гігієнічні вимоги до води, яка використовується людиною. .	–	2
2.	1. Статичні і динамічні водні ресурси.	–	2
3.	1. Регіональний розподіл ресурсів підземних вод.	–	2
4.	1. Загальна схема видів очистки стічних вод на очисних спорудах.	–	2
5.	1. Періоди у розвитку водопостачання м. Харькова	–	2
6.	1. Газовий склад підземних вод.	–	2
7.	1. Радіоактивне забруднення водних об'єктів.	–	2
8.	1. Роль питної води у поширенні інфекційних хвороб.	–	2
9.	1. Водопідготовка та водоочистка.	–	2
10.	1. Основні технологічні процеси очистки води.	–	2
11.	1 Організація зон санітарної охорони. Стан зон санітарної охорони.	–	2
12.	1. Альтернативні джерела води. Технології опріснення.	–	2
13.	1. Водне законодавство України. Упорядкування водоохоронних зон водозаборів підземних вод України.	–	2
14.	1. Виробництво природної столової води.	–	2
Разом		–	28

6. ТЕМИ САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		аудиторних	самостійних
1.	1. Запаси підземних вод України 2. Хімічний склад води як можлива причина масових захворювань.	–	2
2.	1. Епідеміологічна безпечність води.	–	2
3.	1. Водні інтоксикації.	–	2
4.	1. Загальна схема видів очистки стічних вод на очисних спорудах.	–	2
5.	1. Періоди у розвитку водопостачання м. Харькова	–	2
6.	1. Газовий склад підземних вод.	–	2
7.	1. Очистка води від радіоактивних речовин.	–	2
8.	1. Біологічні домішки в підземних водах.	–	2
9.	1. Водопідготовка та водоочистка 2. Класифікація домішок за фазовим станом. 3. Основні технологічні процеси очистки води	–	2
10.	1. Освітлення, усунення колірності, присмаків і запахів. 2. Пом'якшення, знесолення та опріснення. 3. Стабілізація та дегазація.	–	2
11.	1. Вилучення заліза, марганцю, силіцію, фтору. 2. Фторування.	–	2
12.	1. Утворення токсичних хлорорганічних сполук при хлоруванні води.	–	2
13.	1. Побутові пристрої для очистки води.	–	2
14.	Індивідуальне завдання. Кожен студент повинен на свій вибір детально описати джерело водопостачання свого села, підприємства або дачі.		2
Разом		–	28

7. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

1. Кожен студент повинен на свій вибір детально описати джерело водопостачання свого села, підприємства або дачі.

8. Методи навчання

Лекції, індивідуальна науково-дослідна та самостійна робота.

9. Методи контролю

Система поточного, модульного та підсумкового контролю з початкової дисципліни «**Методи очистки підземних вод**». Поточний контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає усне експрес-опитування під час лекцій, проведення 1 письмової модульної контрольної роботи та виконання письмової самостійної роботи (складання словника гідрогеологічних термінів). Максимальна кількість балів, отриманих на протязі семестру, становить 100 балів. Мінімум залікових балів при яких студент допускається до заліку становить 36 балів.

Контроль знань.

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

Оцінювання за формами контролю:

Поточний

- усне експрес-опитування під час лекцій – 20 балів;
- 2 письмові модульні контрольні роботи – 50 балів;
- письмова самостійна робота – 30 балів.

Разом 100 балів;

Мінімум залікових балів при яких студент допускається до заліку: 36 балів;

Більше

Підсумкова оцінка в балах з дисципліни (ПО) розраховується за накопичувальною системою як сума балів, отриманих студентом за змістовні модулі (ЗМ):

$$\text{ПО} = 3\text{М}_1;$$

При цьому, кількість балів відповідає оцінці:

- 1-49 – «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- 50-59 – «задовільно»;
- 60-69 – «задовільно» («достатньо»);
- 70-79 – «добре»;
- 80-89 – «добре»;
- 90-100 – «відмінно».

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C	задовільно	
60-69	D	задовільно	
50-59	E	задовільно	не зараховано
1-49	FX	незадовільно	

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав середнє арифметичне за три змістовні модуля, яке менше ніж 60 балів (тобто в сумі менше 36 підсумкових балів), то студент не допускається до заліку і вважається таким, що не виконав всі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни «Вступ до гідрогеології».

10 Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для заліку

Поточне тестування та самостійна робота						Сума
Модуль 1						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	100
11,0	13,0	12,5	13,5	25,0	25,0	

T1, T2 ... T9 – теми модулів

Приклад для іспиту – не має

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумковий семестровий контроль (іспит)	Сума	
Модуль 1			Модуль 2			Модуль 3		40	100
T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16		

T1, T2 ... T12 – теми модулів

Приклад за виконання курсової роботи – не має

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 30	До 30	100

11. Методичне забезпечення

Чомко Ф. В. Методи очистки підземних вод. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів спеціальності «Гідрогеологія». – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – 19 с.

12. Рекомендована література

Базова

1. *Хільчевський В.К.* Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти.: ВЦ Київський університет, 1999. - 319 с.
2. *Хільчевський В.К., Горєв Л.М., Пелешенко В.І.* Методи очистки вод. – К., 1993.
3. *Мандрик Б.М., Чомко Д.Ф., Чомко Ф.В.* Гідрогеологія. Підручник. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет» – К.: 2005. – 197 с.
4. *Огняник М.С.* Мінеральні води України. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет» – К.: 2000.
5. *Терещенко В.О.* Гідрогеологія України. Навчальний посібник. –Харків: Видавничий центр ХНУ. 2006. – 44 с.

Допоміжна

6. *Орадовская А.Е., Лапшин Н.И.* Санитарная охрана водозаборов подземных вод. - М.:Недра, 1987. - 167 с.
7. *Питьева К.Е.* Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды. М.: Наука, 1984. - 221 с.
8. *Водні ресурси України: екологічний та соціальний виміри:* Матеріали круглого столу, проведеного Центром Соціального Прогнозування. - К.: ВіРА "Інсайт", 2003. - 126 с.
9. *Яцик А.В.* Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. - К.: Генеза, 2004. - Т.4, кн. 6-7. - 680с.
10. *Колодин М.В.* Проблемы опреснения воды на Земле. М., "Знание", 1975. - 62 с.
11. *Understanding Earth.* Second Edition. Harvard University. W.H. Freeman and Company. New York. 1998. - 682 p.
12. *Руденко Ф.А.* Гідрогеологія України. – Київ.: Вища школа. 1972.
13. *Riverbank Filtration Hydrology.* edited by Stephen A. Hubbs. Nato Science Series. IV. Eart and Environmental Sciences. – Vol. 60. 1999 – 344 p.
14. *Водний кодекс України // Голос України.* – 20.07.95. – № 133.

13 Інформаційні ресурси

14 ТЕМАТИЧНО-ЗМІСТОВНА ЧАСТИНА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «ВОДНІ РЕСУРСИ ТА ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ»

ТЕМА 1 Роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини. (2 год.)

Лекція 1. Роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини. – 2 години.

План лекції:

- Короткі відомості з історії використання водогонів для постачання питної води.
- Роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини:
 - Водно-сольовий обмін в організмах.
 - Питний режим людини.
 - Макроелементи і мікроелементи.

Короткі відомості з історії використання водогонів для постачання питної води. Історія водопостачання нараховує кілька тисячоліть. Ще у Давньому Єгипті для відбору підземних вод будувалися глибокі колодязі, обладнані найпростішими механізмами для підйому води, використовувалися гончарні, дерев'яні і навіть металеві (мідні та свинцеві) труби.

В III-IV ст. до н.е. у великих містах були водопроводи, в яких використовувалися підземні води. Водопровід був не лише в давньогрецьких, а й у містах Давнього Риму. Давня Греція і Рим використовували і мінеральні води.

Відомості про практичне використання підземних вод зафіксовано в численних російських літописах XI-XIV ст. У стародавній Русі широкого розвитку набули солеварні промисли. В XI-XII ст. було розроблено оригінальні методи буріння артезіанських свердловин глибиною до 100м і більше в основному для видобування розсолів.

Роль компонентів хімічного складу води у життєдіяльності людини.

Водно-сольовий обмін в організмах.

Сукупність процесів всмоктування, розподілу, споживання та виділення води й солей в організмі людини і тварин називається **водно-сольовим обміном**. Він забезпечує стабільність осмотичної концентрації, іонного складу і кислотно-лужної рівноваги всередині організму. Добова потреба у воді здорової людини вагою 70 кг становить близько 2,5 л, з яких 1,2 л надходить у вигляді питної води, 1 л – з їжею, 0,3 л утворюється в організмі (при окисненні 1 г жиру утворюється 1,07 г води, 1 г вуглеводів – 0,556 г води і 1 г білків – 0,396 г води).

Загальний вміст води у тілі людини становить понад 60%, в тому числі всередині клітини у вигляді гідратаційної та іммобільної води – 40%, всередині судин – 4,5%, у міжклітинній рідині – 16%.

Вода в організмі є основним **внутріклітинним і позаклітинним середовищем**, у якому протікає обмін речовин у всіх рослин, тварин і мікроорганізмів, а також **субстратом** ряду хімічних ферментативних реакцій.

Вода забезпечує **перенесення** поживних речовин і продуктів обміну (кров, лімфа, сік рослин), ряд важливих властивостей і процесів (**тургор, терморегуляцію** та ін.).

Питний режим людини.

Правильний питний режим людини забезпечує нормальний водно-сольовий обмін, створює сприятливі умови для життєдіяльності організму. Організм людини має дуже тонкий механізм регулювання водного обміну. Спрага є сигналом порушення водного балансу, на який людина гостро реагує. Втрата вологи у розмірі 6-8% від ваги тіла викликає вже напівсвідомий стан, 10% - галюцинації, порушення ковтального рефлексу і

зупинку серця. Втрата 12% вологи викликає смерть. Безладне чи надлишкове споживання води погіршує травлення їжі та, збільшуючи загальний об'єм циркулюючої крові, створює додаткове навантаження на серцево-судинну систему і нирки, посилює виведення через нирки і пітні залози необхідних для організму речовин (наприклад, NaCl).

Зневоднення організму (дегідратація) це втрата організмом води нижче фізіологічної норми. За повного припинення надходження в організм води розвивається так зване водне голодування.

Мінімальна кількість води, необхідної організму для підтримання водно-сольового балансу протягом доби (так звана питна норма), залежить від кліматичних умов, а також віку, характеру виконуваної роботи. Для центральних районів України об'єм води, яка випивається і надходить з їжею за мінімального фізичного навантаження становить 2,5 л на добу, за роботи середньої важкості - до 4 л, в умовах Середньої Азії відповідно 3,5 і 5л, за важкої роботи на відкритому повітрі може досягати 6,5 л.

Мінеральні речовини, мікроелементи.

Хімічний склад природних вод, які використовуються для водопостачання, є складним комплексом розчинених мінеральних солей, газів та органічних сполук. У природних водах розчинені майже всі відомі на землі хімічні елементи. Зараз різними фізико-хімічними методами визначено понад 80 елементів, які присутні у природних водах гідросфери.

Вода у крові становить 77-82%, причому в еритроцитах її міститься 57-68% від маси, у плазмі - 90-91%. Мінеральні речовини підтримують стабільність осмотичного тиску крові, активну реакцію (рН крові становить 7,26-7,36), впливають на стан колоїдів крові та обмін речовин у клітинах. Значення **рН** крові нижчі 6,8 або вищі 7,8 не сумісні з життям.

Основна частина мінеральних речовин плазми представлена натрієм і хлором, калій знаходиться переважно в еритроцитах.

За сучасними даними, понад 30 мікроелементів вважаються необхідними для життєдіяльності рослин і тварин. Більшість з них це метали (якщо атомна маса понад 50, то їх називають важкими металами), а також деякі неметали (I, Se, Br, F, As).

Основним джерелом надходження мікроелементів в організм людини є харчові продукти рослинного і тваринного походження. Питна вода задовольняє лише на 1-10% добову потребу в таких мікроелементах, як **I, Си, Zn, Mn, Со, Мо**, і лише для окремих з них (**F, Sr**) є головним джерелом.

Література [1]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. *Загальні гігієнічні вимоги до води, яка використовується людиною.*
2. *Епідеміологічна безпечність води*
3. *Хімічний склад води як можлива причина масових захворювань*
4. *Водні інтоксикації.*

Література [1]

ТЕМА 2 Кількість води та основні джерела питної води на планеті (2 год.)

Лекція 2. Кількість води та основні джерела питної води на планеті – 2 години.

План лекції:

- Загальна класифікація водних об'єктів;
- Водні ресурси;
- Запаси води на земній кулі.

Загальна класифікація водних об'єктів. Відомо, що 2/3 поверхні нашої планети вкрито водною оболонкою. Загальна площа водних об'єктів на поверхні суходолу

(льодовиків, озер, водосховищ, річок, боліт) становить 15% суходолу. Але якщо не враховувати льодовики, то на інші водні об'єкти суші залишається лише 4%.

Загальний об'єм води у водних об'єктах становить близько 1390 млн. км³, причому частка Світового океану – 96,4% (табл.2.2). З водних об'єктів суходолу найбільшу кількість води містять льодовики – 25, 8 млн. км³ (1,86% усіх вод на Землі). З цієї кількості води на льодовики Антарктики, Гренландії та островів Арктики припадає відповідно 89,8%, 9,7% і 0,3%. На гірські льодовики залишається всього 2%.

Важливе значення має оцінка кількості на Землі **прісної води** – найбільш цінних для людини природних ресурсів. Усього на планеті **36,7 млн. км³** прісних вод (**3,64%** загального об'єму). Із загальної кількості прісних вод на Землі на тверду фазу (лід) припадає 71%, на рідку – 29%.

Водні ресурси *Водні ресурси в широкому розумінні* – це всі природні води Землі, представлені водами річок, озер, водосховищ, боліт, льодовиків, водоносних горизонтів, океанів і морів.

Водні ресурси у більш вузькому розумінні – це природні води, які використовуються для господарських потреб у даний час і можуть бути використані у віддаленій перспективі. У такому розумінні водні ресурси є категорією не лише природною, але й соціально-історичною.

Найбільш цінними водними ресурсами є запаси прісних вод. Ресурси прісних вод складаються з так званих **статичних** (або вікових) запасів води і з **безпосередньо відновлюваних** водних ресурсів.

Запаси води на Земній кулі. В межах Земної кулі традиційно виділяється декілька структурних частин - оболонки (атмосфера, гідросфера, земна кора, мантія, ядро), для яких німецьким вченим Е.Зюссом була застосований узагальнюючий термін - "геосфери".

Вода в гідросфері розподілена нерівномірно, млн. км³: Світовий океан - 1372, літосфера - 600, материковий лід - 23, водойми суші - 1; в атмосфері Землі пари води складають приблизно 13 тис. км³. Загальна маса води в гідросфері оцінюється в $2 \cdot 10^{18}$ т. З них на частку Світового океану, таким чином, припадає приблизно 68%. Для гідросфери в вузькому значенні слова морська вода складає ~ 98 % її маси.

Подібно літосфері, атмосфері і біосфері, речовина гідросфери знаходиться в стані безупинного руху, розвитку, відновлення. Так, щорічно з поверхні Землі випаровується більш 0,5 млн. км³ води, що приблизно дорівнює половині обсягу усіх водойм суші. Водяні пари атмосфери, а їх 13 тис.км³, оновлюються протягом 10 діб. Вода рік у результаті стоку замінюється кожні 12 діб. Вода озер обновляється кожні 10 років. Води Світового океану цілком замінюються кожні 3 тис. років. А за 8,5 тис. років відбувається повний водообмін у самій малорухомій формі води - у льодовиках. Саме собою зрозуміло, що в процесі стоку, випаровування і наступної конденсації води, а також різноманітної гідротермальної діяльності разом із водою переміщується величезна кількість солей, різноманітних мінеральних речовин, органіки і газів.

Таким чином, життя й еволюція гідросфери - одне з найбільших явищ у багатовіковій історії перерозподілу, концентрації і розсіювання хімічних елементів на Землі, у суміжних із гідросферою оболонках.

Література [1, 6]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. *Статичні водні ресурси.*
2. *Динамічні водні ресурси.*
3. *Водні інтоксикації.*

Література [1, 6]

ТЕМА 3 Загальні відомості про водокористування і водовідведення. Водозабезпеченість і водокористування у світі, в Європі та в Україні. (4 год.)

Лекція 3. Загальні відомості про водокористування і водовідведення. – 2 години.

План лекції:

- Водокористування;
- Водовідведення.

Водокористування. У відповідності до “Водного кодексу України” (1995) під “**водокористуванням**” розуміють використання вод (водних об’єктів) для задоволення потреб населення і галузей економіки.

Водокористувачі – це галузі народного господарства, які не забирають воду з водного об’єкта, або ж забирають її на короткий час і знову повертають; при цьому може змінюватися режим водойми. До них відносяться гідроенергетика, водний транспорт, рибне господарство.

Водоспоживачі – це галузі народного господарства, які забирають воду з водного об’єкта і зовсім не повертають або ж повертають в іншому місці, меншу кількість та іншої якості. До них належать зрошувальне землеробство, комунальне і промислове водопостачання, теплоенергетика.

Література [1, 6]

Лекція 4. Поняття про водозабезпеченість. Водозабезпеченість і водокористування у світі, в Європі та в Україні – 2 години.

План лекції:

- Поняття водозабезпеченості;
- Водні ресурси та водокористування в країнах Європи;
- Водозабезпеченість і водокористування в Україні;
- Підземні води.

Поняття водозабезпеченості. Як вже зазначалося, з практичних позицій під водними ресурсами окремих держав або регіонів розуміють лише величину *середньорічного стоку річок*.

Під **водозабезпеченістю** розуміють ступінь можливого задоволення оптимальних потреб водокористувача у воді за рахунок доступних для використання водних ресурсів. За даними Європейської комісії ООН, держава, водні ресурси якої на одну людину складають **менш ніж 1,5 тис. м³** (на рік), вважається **водонезабезпеченим**.

Водні ресурси та водокористування в країнах Європи. Річковий стік Європи становить 2850 км³ води на рік, а водозабезпеченість на більшій її частині – від 100 до 5000 м³ на рік на одного жителя. Найбільш забезпечені водою у 80-ті роки минулого століття були Ісландія, Норвегія, Фінляндія, Росія (з урахуванням азійської частини території), найменше – Бельгія, Люксембург, Нідерланди. У структурі використання водних ресурсів Європи більше половини загального водокористування (51%) йде на потреби промисловості, 34% - сільського господарства і 15% - на комунальне водопостачання.

Водозабезпеченість і водокористування в Україні. Водні ресурси України (зокрема річковий стік) є обмеженими і дуже нерівномірно розподіленими за територією. Якщо за даними В.Хільчевського [1] в 1994 році водозабезпеченість в Україні (тис. м³ /на рік на людину) становила 1,71, то в 2000 році [3] - з урахуванням транзитного стоку – 1,67, а питома величина водозабезпеченості на одного жителя (мешканця) України за рахунок місцевого стоку становить 0,57 тис. м³ в 2000 році. Для порівняння слід зазначити, що цей показник в Білорусі за різними оцінками [1,3] складає 3,3 –5,5, в Росії 25,4 –29,6, у Франції – 2,9 –4,5, Польщі – 1,4 –1,7 тис. м³. Нагадаємо, що за даними Європейської комісії ООН, держава, водні ресурси якої на одну людину складають **менш ніж 1,5 тис. м³** (на рік),

вважається **водонебезпеченим**. Отже, Україна належить до найменш водозабезпечених районів Європи !

Література [1, 3, 5]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. *Запаси підземних вод України.*
2. *Регіональний розподіл ресурсів підземних вод.*

Література [5, 9]

ТЕМА 4 Технологічні аспекти водопостачання та каналізації. (4 год.)

Лекція 5. Технологічні аспекти водопостачання – 2 години.

План лекції:

- Загальна схема водопостачання.
- Водозабори, насосні станції та водоочисні споруди.
- Водопровідна мережа.

Загальна схема водопостачання. Водопостачання – це сукупність заходів із забезпечення водою різних користувачів (населення, промисловості, транспорту тощо). Комплекс інженерних споруд, які здійснюють водопостачання, називають системою водопостачання, або водопроводом. Усі сучасні системи водопостачання населених місць є централізованими, кожна з них забезпечує водою велику групу користувачів.

Для одержання води з природних джерел, її очистки та подачі до місць користування служать такі споруди: водозабірні споруди і насосні станції першого підйому, які подають воду до місць її очистки; очисні споруди; збірні резервуари чистої води; насосні станції другого чи наступних підйомів, які подають воду в місто чи на промислові підприємства; водоводи та водопровідні мережі.

Загальна схема водопостачання може змінюватись залежно від конкретних умов:

- Якщо, наприклад вода джерела не вимагає очистки, то із схеми випадають очисні та пов'язані з ними споруди.
- При розташуванні джерела на більш високих позначках, ніж об'єкт-водокористувач, вода може подаватися самотоком, і тому немає необхідності у спорудженні насосних станцій.
- Розміщення водонапірних веж і резервуарів залежить від рельєфу місцевості.
- У деяких системах використовується кілька джерел водопостачання, що призводить до збільшення кількості основних споруд.

Для запобігання нераціонального використання природних вод та їх забруднення за певних умов для промислових підприємств застосовують так звані *оборотні системи*, а також *системи з послідовним використанням води*.

Водозабори, насосні станції та водоочисні споруди. *Водозабір* – це гідротехнічна споруда, яка здійснює забір води із джерела живлення (підземні води, річки, озера, водосховища) для потреб водокористування. Крім того, є водозабори, які використовуються для потреб гідроенергетики, іригації тощо. Водозабірні споруди повинні забезпечувати надходження води у водовід (трубопровід, канал, тунель) заданої кількості, необхідної якості і відповідно до графіка водокористування. Споруди для забору води з поверхневих джерел класифікуються за типом джерела (річкові, водосховищні, озерні, морські). Водозабір підземних вод – це гідротехнічна споруда для забору підземних вод і подачі їх у водопровідні та інші господарські системи. Експлуатація водозаборів здійснюється за допомогою каптажних пристроїв. Залежно від умов і призначення вони поділяються на вертикальні, горизонтальні та каптажі природних виходів – джерел.

Водопровідна мережа. Водопровідна мережа, яка є сукупністю водопровідних ліній (трубопроводів) для подачі води до місць користування, є основним елементом системи

водопостачання. До ліній водопровідної мережі приєднуються так звані домові відгалуження (труби), по яких вода подається в окремі споруди. Всередині будинків влаштовуються внутрішні водопровідні мережі, які підводять воду до водорозбірних кранів. Нам відміну від них основна водопровідна мережа, яка прокладається поза межами споруд, називається зовнішньою.

Література [1, 2]

Лекція 6. Технологічні аспекти каналізації – 2 години.

План лекції:

- Каналізація.
- Споруди для очистки стічних вод.

Каналізація. Каналізація – це комплекс інженерних споруд, обладнання і санітарних заходів, які забезпечують забір і відведення за межі населених пунктів і промислових підприємств забруднених стічних вод, а також їх очистку і знезараження перед утилізацією чи скиданням у водойми. Виділяють внутрішню і зовнішню каналізацію. Внутрішня каналізація служить для прийому стічних вод у місцях їх утворення і відведення їх з будинків у зовнішню каналізаційну мережу. Елементами внутрішньої каналізації є санітарні прилади, відвідні труби, стояки та випуски із споруд.

Каналізаційна мережа – це сукупність підземних трубопроводів і колекторів для прийому і відведення стічних вод з території населених пунктів і промислових підприємств до місця розташування очисних споруд.

Очисні споруди системи каналізації. Очисні споруди є комплексом інженерних споруд у системі каналізації населеного пункту чи промислового підприємства, призначеним для очистки стічних вод від забруднюючих речовин, які в них містяться. Метою очистки є підготовка стічних вод до використання на підприємстві чи до скидання їх у водні об'єкти.

Література [1, 2]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Загальна схема видів очистки стічних вод на очисних спорудах.

Література [1, 2]

ТЕМА 5 Водопостачання міста Києва. (2 год.)

Лекція 7. Водопостачання міста Харькова – 2 години.

План лекції:

- Схема водопостачання міста Харькова.
- Облаштування каналізації в місті.
- Спалахи епідемії.

В радянські часи підземними водами задовольнялося приблизно 30% потреб міста, а решту отримували з річок Дніпро і Сів. Дінець. Зараз використання підземних вод для потреб міста скоротилося до 16% від загального обсягу і це відбувається за умов, коли більшу частину потреб в питному водопостачанні можна задовольнити підземними водами.

Література [1, 2, 5]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Періоди у розвитку водопостачання м. Харькова: до початку ХХ ст.: Перший період (з XVII ст.); Другий період (з початку XIX ст.); Третій період (1872-1895

рр.); Четвертий період (1895-1908 рр.); П'ятий період (Тридцяти-п'ятидесяти роки ХХ ст.); Шостий період (Сучасність).

Література [1, 2]

ТЕМА 6 Типи водозабірних споруд. Берегові водозабори Європи RBF – river-bank filtration технології. (2 години самостійної роботи)

1. Типи водозабірних споруд.
2. Берегові водозабори Європи RBF – river-bank filtration технології.

Споруди для забору води з поверхневих джерел класифікуються за типом джерела (річкові, водосховищні, озерні, морські). З річкових найбільш поширені - берегові, руслові, плавучі, ківшові. Крім того, вони можуть бути суміщені з насосними станціями першого підйому чи встановлені окремо від них. *Берегові водозабірні споруди*, які застосовуються за відносно крутих берегів річки, являють собою бетонний чи залізобетонний колодязь великого діаметра, винесений передньою стінкою у річку. Вода надходить у нього через отвори, захищені ґратами, а потім проходить через сітки, які забезпечують механічну очистку води. *Руслові водозабірні споруди* застосовуються, як правило, за пологого берега, мають оголовок, винесений у русло річки. Конструкція оголовків є найрізноманітнішою. З оголовка вода подається по самоточних трубах до берегового колодязя; останній часто суміщається з насосною станцією першого підйому. *Плавучі водозабірні споруди* – це понтон чи баржа, на яких встановлюються насоси, що збирають воду безпосередньо з річки спочатку в розташований біля берега ківш (штучна затока), у кінці якого розміщується власне водозабірна споруда. Сам ківш використовується для осадження наносів, а також для боротьби з льодовими явищами – шугою, глибинним льодом.

Водозабір підземних вод – це гідротехнічна споруда для забору підземних вод і подачі їх у водопровідні та інші господарські системи. Експлуатація водозаборів здійснюється за допомогою каптажних пристроїв. Залежно від умов і призначення вони поділяються на вертикальні, горизонтальні та каптажі природних виходів – джерел.

Берегові водозабори Європи RBF – river-bank filtration технології. Проміжний тип водозабору, який облаштовується безпосередньо поблизу річки (відстань до 50 м від русла), але водозабір здійснюється не з поверхневого джерела, а підземним шляхом, що сприяє природному очищенні річкової води.

Література [1, 9, 10]

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ВОДИ ПИТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА МЕТОДИ КОРИГУВАННЯ ЇЇ ВЛАСТИВОСТЕЙ»

ТЕМА 7 Якість води для водопостачання. Показники якості води. (4 год.)

Лекція 8. Якість води для водопостачання. – 2 години.

План лекції:

- **Фізичні властивості підземних вод:** Температура; прозорість; колір; смак; запах; питома вага; електропровідність.
- **Хімічний склад підземних вод:** Загальна мінералізація; реакція води; окислювально-відновний потенціал; Жорсткість води; розчинені речовини.

Фізичні властивості підземних вод. Підземна вода, що циркулює в порах і пустотах гірських порід, має здатність розчиняти багато речовин. Тому в природному стані вона не є хімічно чистою сполукою, а стає складним розчином, збагаченим на іони різних розчинних речовин та збагаченим на гази. У підземній воді в тих чи інших кількостях містяться колоїдальні і тверді суспендовані частинки, а також мікроорганізми. До основних фізичних властивостей підземних вод, які визначаються при гідрогеологічних дослідженнях, належать: температура, прозорість, колір, запах, смак, питома вага, а іноді й електропровідність.

Температура підземних вод коливається залежно від кліматичних умов, глибин залягання, умов живлення і циркуляції. Найнижчі – в зонах вічної мерзлоти – з $t < 0^{\circ}\text{C}$; у деяких ісландських і японських гейзерах ці води перегріті (t вище 100°C). Температура неглибоких ґрунтових вод часто має сезонні коливання і змінюється в різні періоди року від 5 до 20°C .

Прозорість підземної води залежить від кількості суспендованих у ній твердих мінеральних речовин і колоїдів.

Колір підземної води певною мірою характеризує якість води. Зовсім чиста вода не має кольору, а у великій кількості – має голубуватий відтінок. Забарвлення підземних вод зумовлене деякими механічними й хімічними домішками.

Смак підземної води залежить від кількості розчинених у ній мінеральних речовин і органічних домішок.

Запах підземної води звичайно свідчить про те, що в ній відбуваються процеси розпаду органічних речовин.

Питома вага – це вага одиниці об'єму води. Вимірюється в г/см^3 .

Електропровідність підземних вод зумовлена наявністю в них розчинних солей – електролітів.

Хімічний склад підземних вод. Хімічний склад підземних вод є одним з основних показників їх якості при використанні води для різноманітніших потреб. Особливість хімічного складу води і її загальна мінералізація залежать від кількості і якісного складу розчинених у ній солей та газів. Розчинені у воді солі перебувають у дисоційованому стані (у вигляді простих і складних іонів) і у вигляді недисоційованих молекул. Найбільш поширеними складовими частинами розчиненого у воді мінерального залишку є натрій Na^+ , калій K^+ , кальцій Ca^{2+} , магній Mg^{2+} , хлор Cl^- , сульфат SO_4^{2-} , гідрокарбонат HCO_3^- , карбонат CO_3^{2-} , оксиди заліза, кремнію і алюмінію, аміак NH_4^+ , нітрат NO_3^- , нітрит NO_2^- та ін.

Загальна мінералізація – це сума іонів, недисоційованих молекул і колоїдів, які є у воді. Мінералізація питної води не повинна перевищувати $1,0 \text{ г/дм}^3$ (за вимогами ДЕСТ-ів). Використання води з більшою мінералізацією допускається тільки при відсутності інших джерел водопостачання, але за обов'язковою згодою з органами санітарного нагляду. У посушливих, бідних на підземні і поверхневі води районах для пиття нерідко використовують воду з мінералізацією до $2,5\text{-}3,0 \text{ г/дм}^3$.

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Газовий склад підземних вод.

Газовий склад підземних вод. У підземних водах завжди містяться розчинені гази, основним з яких є вуглекислий газ CO_2 , кисень O_2 , азот N_2 , метан CH_4 , сірководень H_2S , водяна пара H_2O , водень H_2 . Особливо важливими компонентами, які й визначаються при дослідженні підземних вод, є вуглекислий газ, сірководень і кисень. Кисень O_2 найчастіше буває в неглибоких горизонтах підземних вод. Основним джерелом кисню в них є атмосфера. З глибиною в підземних водах кількість кисню зменшується. Таким чином, кисень – функція глибини, і існує певна киснева межа, нижче від якої в підземній воді кисню немає. Розчинність кисню у воді зменшується з підвищенням температури. Походження вуглекислого газу CO_2 в гірських породах і підземних водах пов'язане з біохімічними, метаморфічними та вулканічними процесами. Найбільш поширені

вуглекислі гази метаморфічного походження. Розчинність вуглекислого газу у воді значно перевищує розчинність кисню. Сірководень H_2S накопичується в підземних водах здебільшого в результаті відновлення сульфатів вуглеводнями в присутності десульфідуючих бактерій або в зонах високих температурах і тиску (термометаморфізм). Азот N_2 у підземних водах може бути атмосферного і біогенного походження.

Література [1, 8, 9]

Лекція 9. Показники якості води. – 2 години.

План лекції:

- Бактеріологічний стан підземних вод.
- Стандарти якості води

Бактеріологічний стан води. Багаточисельними спостереженнями та дослідженнями давно встановлена роль питної води у поширенні інфекційних кишкових (холера, черевний тиф, дизентерія), кишкових вірусних (інфекційний гепатит, аденовірусні захворювання, поліомієліт) та інших захворювань.

Стандарти якості води. Якість водних ресурсів, які використовуються для господарсько-питного водопостачання, визначається показниками хімічного і бактеріального складу, а також органолептичних властивостей.

Норма припустимих впливів оцінюється гранично допустимими концентраціями (ГДК) шкідливих речовин, значення яких встановлюються санітарними органами. За ГДК приймаються максимальні не діючі на здоров'я людини концентрації речовин у воді, які виявляють під час експериментальних досліджень з урахуванням можливих віддалених наслідків довгострокового впливу нормованих речовин.

Перелік ГДК включає близько 1000 різних речовин - можливих забруднювачів води, які входять до складу промислових і комунальних стоків, с/г отрутохімікатів та добрив, нафтопродуктів тощо. Значення ГДК на даний час є основним критерієм, що визначає припустимість скидів тієї чи іншої кількості стічних вод у водойми та водоносні горизонти, необхідність облаштування очисних споруд, проведення заходів по захисту тощо.

Перший в Європі стандарт якості питної води був розроблений в колишньому СРСР у 1937 році.

У господарсько-питному водопостачанні використовуються лише прісні підземні води але в окремих випадках в разі узгодження з органами санітарно-епідеміологічної служби допускається використання підземних вод з мінералізацією до $1,5 \text{ г/дм}^3$.

Вимоги до якості питної води, що подається централізованими господарсько-питними системами водопостачання, регламентуються державним стандартом **ГОСТ 2874-82** "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством".

В разі невідповідності якості підземних вод вимогам цього ГОСТу, повинні бути проведені заходи по покращанню її якості (пом'якшення, знезалізнення, знезараження, обесфторювання тощо) згідно з **СНиП 2.04.03-84**.

Література [1, 2, 8]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

- Радіоактивне забруднення водних об'єктів.
- Очистка води від радіоактивних речовин.

Література [1, 2, 8]

ТЕМА 8 Бактеріальне забруднення вод. (4 год.)

Лекція 10. Бактеріальне забруднення вод. – 2 години.

План лекції:

- Загальна характеристика деяких мікроорганізмів.
- Санітарно-показові організми води та контроль за їх вмістом.

Загальна характеристика деяких мікроорганізмів. *Мікроби* - загальна назва бактерій, актиноміцетів, дріжджів і мікроскопічних грибів, тобто мікроорганізмів, за виключенням мікроскопічних водоростей і найпростіших.

Бактерії (від грецького *bacteria* - паличка) – це велика група мікроскопічних, переважно одноклітинних організмів. Бактерії є різноманітними за своєю фізіологією, біохімічно дуже активні, тому розповсюджені у воді, донних відкладах, ґрунті. Бактерії відіграють значну роль в процесі кругообігу речовини у природі.

Між різними видами бактерій, з одного боку, та іншими мікроорганізмами, рослинами чи тваринами – з іншого, можуть існувати як *антагоністичні*, так і *симбіотичні* відносини.

Пригнічення одних видів мікроорганізмів іншими називають антибіозом (антагонізмом).

За симбіотичного існування, яке ґрунтується на взаємній користі один вид бактерій може споживати продукти життєдіяльності іншого виду, накопичення яких пригнічує розвиток останнього. У свою чергу симбіонт може виділяти у середовище речовини, які є додатковими факторами розвитку іншого виду бактерій. Прикладом такого симбіотичного існування можуть бути мікроорганізми кишкової флори людини і тварини. Мікроби заселяють кишечник господаря з перших годин життя, потрапляючи туди головним чином з їжею. З розвитком організму (від немовляти до дорослого) кишкова флора змінюється, поки не набуває певної стабільності. Так звана нормальна кишкова флора складається з двох груп мікроорганізмів: 1) коменсальних форм і сапрофітів (гнильних бактерій); 2) умовно, чи потенційно, хвороботворних.

Віруси (від латинського слова *virus* - отрута) – це субмікроскопічні внутріклітинні паразити, які розмножуються лише в живих клітинах і є збудниками інфекційних захворювань. Віруси пристосовані до перенесення несприятливих умов за межами організму і не проявляють на цій стадії ніяких ознак життя.

Потрапивши в організм, у чутливі до них клітини, віруси переходять у стадію розвитку і розмноження. Вірусні захворювання вражають людину, тварин, птахів, рибу, комах, рослин, найпростіших і навіть бактерії. До вірусних захворювань належать: натуральна і вітряна віспа, кір, грип, поліомієліт, гепатит вірусний, ендемічні енцефаліти (кліщовий, комариний) та ін.

Бактеріофагами (фагами) називають віруси, які викликають руйнування бактерій. Зустрічаються вони у кишечнику людини і тварини, у рослинах, ґрунті, водоймах, стічних водах.

Санітарно-показові організми води та контроль за їх вмістом. Відповідну якість питної води в бактеріологічному відношенні може бути підтверджено лише аналітичним шляхом. У той самий час перелік інфекцій, які передаються через воду, є настільки широким, що для дослідження однієї тільки проби води доводиться працювати великому колективу бактеріологів. Причому результат може бути отримано лише через значний проміжок часу. У зв'язку з цим виникла необхідність в основному *санітарно-показовому мікроорганізмі води*. Такий організм, з одного боку, має бути постійним мешканцем кишечнику людини, а з іншого – за тривалістю збереження у водному середовищі дещо перевищувати строки перебування в ньому відповідних патогенних бактерій.

Було запропоновано декілька санітарно-показових організмів води; найбільш оптимальним було прийнято кишкову паличку. *Кишкова паличка (Escherichia coli)* є постійним мешканцем кишечнику людини (товстих кишок).

Колі-титр – це найменший об’єм води, який припадає на одну кишкову паличку; величина ця виражається у мілілітрах, причому слово «мл» не пишеться. **Колі-індекс** – це абсолютна кількість кишкових паличок в 1 л води.

Крім основного показника – кишкової палички, в санітарії є ще додаткові організми. До групи **додаткових санітарно-показових організмів** відносяться: протей, термофільні мікроби, бактеріофаг, гідробіологічні одноклітинні та багатоклітинні організми.

Література [1, 2, 3]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Роль питної води у поширенні інфекційних хвороб.

Велика кількість патогенних організмів потрапляє до нас з питною водою:

Таблиця . Патогенні мікроорганізми води.

Назва	Захворювання, що викликаються
Холерний вібріон	Холера
Тифозні сальмонели	Черевний тиф
Дизентерійні шигели	Дизентерія
Паратифозні сальмонели	Паратиф
Ентамеба	Амебна дизентерія
Фільтрувальні віруси	Інфекційний гепатит
Кишкова паличка E.coli	Кишкові захворювання

Очищення води є важливим фактором здоров’я людини. З 1904 року (спочатку в Англії) питна вода очищується від мікроорганізмів методом хлорування.

Варто згадати пандемію бубонної чуми в XIV столітті, прозваної в ті часи "великим мором" або "чорною смертю". За кілька років від чуми, за твердженням середньовічного історика Фруассара загинула третина людства. Тоді ніхто не знав справжньої причини хвороби, не було й уявлення про те, як її лікувати. Занесли чуму в Європу по торгових шляхах, які зв’язували Схід і Захід.

Останні хвилі епідемії вкрили Русь, Скандинавію та Шотландію. Деякі регіони, наприклад Скандинавія, майже повністю обезлюділи.

Література [1, 2, 3]

Лекція 11. Бактеріальне забруднення вод. – 2 години.

План лекції:

- **Лабораторно-виробничий контроль якості води за мікробіологічними показниками.**
- **Мікробіологічні процеси на водопровідних станціях.**
- **Біологічні організми в стічних водах.**

Лабораторно-виробничий контроль якості води за мікробіологічними показниками (колі-титр, колі-індекс) перед надходженням її у мережу на водопроводах з підземним джерелом водопостачання згідно із стандартом **2874-82** «Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю» повинен виконуватися наступним чином: За відсутності знезараження води: а) не менше одного разу на місяць за чисельності населення, яке користується водою, до 20 тис. чоловік; б) не менше двох разів на місяць – до 50 тис. чоловік. За умови знезараження води: а) один раз на

тиждень, якщо чисельність населення становить до 20 тис. чоловік; б) три рази на тиждень – до 50 тис. чоловік; в) щоденно – понад 50 тис. чоловік.

На водопроводах з поверхневим джерелом водопостачання мікробіологічний аналіз повинен виконуватися не рідше одного разу на тиждень і щоденно у весняно-осінній період за чисельності населення до 10 тис. чоловік; не рідше одного разу на добу - за чисельності населення понад 10 тис. чоловік.

Мікробіологічні процеси на водопровідних станціях. Характер змін якості води в результаті біологічних процесів, які відбуваються у водопровідних спорудах, є різноманітним: водопровідні споруди обростають водоростями і тваринними організмами, з'являються відклади оксиду заліза тощо. Це призводить до погіршення органолептичних показників якості води, забивання фільтрів, а також інших небажаних явищ.

На водопровідних спорудах першими звичайно розвиваються бактерії, які осідають з часточками мулу. Потім з'являються зооглейні організми, найпростіші, сувойки, колоніальні інфузорії, джгутикові, пізніше черв'яки, мшанки, ракоподібні, молюски тощо.

Засоби боротьби з цими процесами поділяються на активні та профілактичні. Усі заходи з охорони водних джерел від забруднення одночасно і є профілактикою проти обростань і забруднення водопровідних споруд різними організмами та водоростями.

Біологічні організми в стічних водах. Для міських стічних вод є характерним високе бактеріальне забруднення. Людина виділяє за добу близько $4,48 \cdot 10^{12}$ мікробів, відповідно і концентрація бактерій у неочищених міських стічних водах досягає десятків мільйонів в 1 мл. Біологічне населення міських стічних вод представлено також вірусами, бактеріофагами, яйцями гельмінтів та ін. Бактеріальне населення міських стічних вод складається з апатогенних і патогенних (хвороботворних) бактерій.

Патогенні бактерії, особливо збудники кишкових інфекцій, надходять до міських стічних вод від: 1) хворих; 2) тих, хто переносить хворобу в латентній (прихованій) формі; 3) бацілоносців. Тому в малих населених пунктах може й не бути патогенних мікробів у міжепідеміологічний період. У великих містах завжди є бацілоносці, тому навіть за відсутності епідемії бувають окремі захворювання гострими інфекційними хворобами. До стічної рідини надходять **віруси**, які є причиною захворювання людини. Але виживають лише ті з них, які пристосовані до умов життя в цьому середовищі.

Література [1, 2, 3]

ТЕМА 9 Фізичні та хімічні методи очистки природних вод для водопостачання. (8 год.)

Лекція 12. Основні технологічні процеси очистки води. – 2 години.

План лекції:

- **Водопідготовка та водоочистка**
- **Класифікація домішок за фазовим станом.**
- **Основні технологічні процеси очистки води.**

Водопідготовка та водоочистка. Необхідність обробки води виникає тоді, коли якість води природних джерел не задовольняє необхідних вимог. Така невідповідність може бути тимчасовою (сезонною) чи постійною. Характер і ступінь невідповідності якості води джерела вимогам користувача зумовлює вибір методів обробки. Якщо при цьому може бути використано різні методи очистки, то вибір їх проводиться на основі техніко-економічних розрахунків.

Розрізняють такі поняття: більш широке – водоочистка і вужче – водопідготовка. **Водоочистка** – це комплекс технологічних процесів, які спрямовані на доведення якості води, що надходить у водопровід з джерела водопостачання, до встановлених показників. **Водопідготовка** – це обробка води, яка надходить з природного джерела постачання для живлення парових котлів та інших технологічних цілей. Водопідготовка проводиться на ТЕС, транспорті, у комунальному господарстві, на промислових підприємствах.

Технологія кондиціонування води передбачає процеси, пов'язані з коригуванням її фізичних і хімічних властивостей, а також процеси знезараження (звільнення від патогенних бактерій і мікроорганізмів).

Класифікація домішок за фазовим станом. За Л.А. Кульським, найбільш загальними і характерними ознаками забруднюючих воду речовин є **форми** знаходження їх у воді. Тому в основу принципу групування домішок і технологічних прийомів водоочистки цим автором запропоновано поняття про фізико-хімічний стан домішок у воді. Цей стан значною мірою характеризується дисперсністю речовин і визначає закономірності процесів, що протікають у водному середовищі.

Усі домішки, які забруднюють водойми, охоплюються повністю цими чотирма групами даної класифікації.

До першої групи домішок води належать завислі у воді речовини. Сюди слід віднести також бактеріальні завислі речовини та інші біологічні утворення. Вилучення цих домішок, тобто освітлення води, може бути досягнуто шляхом використання безагрегатних методів.

Друга група домішок води – різні типи гідрофільних і гідрофобних систем, високомолекулярні речовини й детергенти – може вилучатися з води за допомогою різних методів і технологічних прийомів. Так, використовується обробка води хлором, озоном та іншими окисниками. При цьому знижується колірність води, знищуються мікроорганізми, руйнуються гідрофільні колоїди, що створює сприятливі умови для наступного коагулювання, прискорюється процес утворення пластівців та осаду.

Для третьої групи домішок, які є молекулярними розчинами, найбільш ефективними є такі процеси їх вилучення з води, як аерування, окиснення, адсорбція.

До четвертої групи домішок, які є електролітами, технологія очистки води зводиться до зв'язування іонів у мало розчинні і мало дисоційовані сполуки за допомогою доданих у воду реагентів.

Основні технологічні процеси очистки води. Хімічні, фізичні та фізико-хімічні процеси, які використовуються для підготовки води, можна поділити на дві групи.

- До першої – відносяться процеси, пов'язані з коригуванням її фізичних і хімічних властивостей.
- Друга група об'єднує процеси, які забезпечують знезараження води, тобто звільнення від шкідливих бактерій та мікроорганізмів.

До першої групи (***коригування властивостей***) відносяться процеси, які дозволяють провести освітлення, усунути з води небажані присмаки і запахи, агресивні гази, залізо, марганець, кремнієву кислоту тощо.

Знезараження води є обов'язковим за умови санітарної ненадійності джерела, що використовується для господарських цілей.

Коригування властивостей води. Найважливішими, як за поширенням, так і за питомою вагою, є процеси **освітлення та усунення колірності**. Для освітлення та усунення колірності використовують безреагентні та реагентні методи.

Література [1, 2]

Лекція 13. Коригування фізичних та хімічних властивостей води. – 2 години.

План лекції:

- **Освітлення, усунення колірності, присмаків і запахів.**
- **Пом'якшення, знесолення та опріснення.**
- **Стабілізація та дегазація.**

Освітлення, усунення колірності, присмаків і запахів. *Безреагентні методи.* Освітлення і часткове усунення колірності води без використання реагентів відбувається при тривалому відстоюванні, яке може здійснюватися у відкритих, спеціально споруджених басейнах-відстійниках чи водосховищах. Термін освітлення води (і то неповного) має становити не менше 12 діб, для часткового усунення колірності – 12 і більше місяців. Зрозуміло, що такий метод використовується рідко. *Реагентний метод* ґрунтується на використанні спеціальних хімічних речовин коагулянтів і називається **коагулюванням**. За допомогою коагулювання здійснюється звільнення води від каламутності (освітлення) і забарвлених речовин (усунення колірності), фізико-хімічні властивості яких не дозволяють чи роблять нераціональним усунення їх методом простого відстоювання. В результаті процесу коагулювання у воді утворюються пластівці, які

включають завислі і колоїдні частки, що надають воді каламутності та колірності. Потім ці пластівці осідають і забезпечують освітлення і усунення колірності.

Усунення запахів і присмаків досягається різними методами залежно від їх походження.

-Появі запахів і присмаків натурального походження можна запобігти обробкою водою мідним купоросом.

-Усунення аналогічних запахів у водопровідній воді виконують сильними окисниками (озон, діоксид хлору) чи адсорбентами (наприклад, активованим вугіллям).

-Запахи і присмаки, зумовлені розчиненими газами чи солями, усуваються відповідними методами дегазації та знесолення.

Методи усунення присмаків і запахів залежать від характеру речовин, що викликали їх появу, і стану, в якому вони знаходяться (іонні та молекулярні розчини, колоїди та завислі речовини).

Пом'якшення, знесолення і опріснення. Пом'якшенням води називається процес, що призводить до зниження жорсткості води, тобто зменшення концентрації кальцієвих і магнієвих солей. Існує кілька методів зниження жорсткості: а) термічний метод, який ґрунтується на нагріванні води, дистиляції її чи виморожуванні; б) реагентні методи, за яких іони Ca^{2+} і Mg^{2+} зв'язуються різними реагентами практично в нерозчинні сполуки; в) метод іонного обміну, який ґрунтується на фільтруванні води через спеціальні матеріали, які замінюють іони Na^+ і H^+ зі свого складу на іони Ca^{2+} і Mg^{2+} з води.

Знесолення і опріснення води. Процес усунення солей з води залежно від ступеня їх вилучення називається знесоленням чи опрісненням. При знесоленні концентрація розчинених солей знижується до межі, близької до вмісту їх у дистильованій воді, а при опрісненні – до концентрації, яка допустима при використанні води для господарсько-питних потреб (мінералізація до 1000 мг/дм^3 , сульфати менше 500 мг/дм^3 , хлориди менше 350 мг/дм^3).

Опріснення може бути здійсненим як із зміною агрегатного стану води (дистиляція, виморожування), так і без його зміни (електродіаліз, зворотний осмос чи гіперфільтрація, іонний обмін, екстракція води у вигляді кристалізаційної води кристалогідратів та ін.).

Стабілізація та дегазація. Стабільність є одним із основних показників якості води, вона характеризує її властивість не виділяти з розчину і не розчиняти карбонат кальцію. Порушення стабільності води може зумовлюватися присутністю агресивної вуглекислоти чи кисню, низьким рН, перенасиченням води карбонатом кальцію чи гідроксидом магнію, підвищеною концентрацією сульфатів чи хлоридів.

Для боротьби з нестабільністю води, яка призводить до відкладання солей на поверхні трубопроводів, застосовують її підкислення, карбонізацію димовими газами (рекарбонізацію) тощо.

Дегазація води. Найбільш часто доводиться усувати з води корозійно активну вуглекислоту, кисень, H_2S , які зумовлюють чи підсилюють корозію металів, а також бетону. Наявність цих газів у воді в багатьох випадках негативно впливає на якість продукції та стан обладнання. До цього слід додати й неприємний запах, що надає воді H_2S . Існують фізичні та хімічні методи дегазації.

Література [1, 2]

Завдання для самостійної роботи (3 год.):

1. Вилучення заліза, марганцю, силіцію, фтору.
2. Фторування.

Вилучення заліза, марганцю, силіцію, фтору. Вибір методу вилучення заліза залежить від форми вмісту заліза у воді. Вилучення заліза здійснюється такими методами: аеруванням, вапнуванням, хлоруванням, коагулюванням, катіонуванням, а також за допомогою каталізаторів.

Вилучення марганцю з води відбувається вапнуванням чи аеруванням з подальшим фільтруванням через контактні фільтри, катіонуванням і за допомогою біологічних методів. Воду після вапнування чи аерування фільтрують через контактні фільтри, які заповнено піролюзитом або ж “чорним піском”.

Для **вилучення силіцію** з води в даний час використовують магnezіальне вилучення силіцію осадженням чи фільтруванням, обмін катіонів, а також обробку вапном, солями заліза й алюмінію, соляною чи сірчаною кислотою. Повністю вилучити кремнієву кислоту з води можна шляхом

пропускання її через іонітові фільтри. Як іонообмінний матеріал використовуються сильно лужні аніони.

Концентрація фтору в питній воді, яка перевищує $1,5 \text{ мг/дм}^3$, викликає у людей специфічне ураження зубів. Воно отримало назву “плямиста емаль”. А у людей, які користуються водою з концентрацією фтору, яка перевищує $3-5 \text{ мг/дм}^3$, окрім “плямистої емалі” зубів виявляються зміни в кістках скелета, у дітей частіше спостерігається недокрів’я та рахіт, є дані щодо несприятливого впливу підвищення концентрацій **F** на функціональний стан серцево-судинної й нервової системи тощо. Вважають, що оптимальна концентрація **F** у воді має становити **0,7-1,2** мг/дм^3 , гранично-допустима норма – $1,5 \text{ мг/дм}^3$. Отже, вилучення надлишків **F** з природних вод є дуже важливим заходом. Методи, які використовують для вилучення фтору з води поділяються на дві групи: реагентні та фільтраційні. В їх основі лежать процеси сорбції.

Фторування. При використанні для пиття води з низьким вмістом **F** ($<0,5 \text{ мг/дм}^3$) у сукупності з іншими факторами (нераціональне харчування, несприятливі умови праці та побуту) спостерігається поширення захворювання на карієс зубів. В таких регіонах застосовується фторування вод для доведення до нормованих значень концентрації **F** у воді, тобто до **0,7-1,2** мг/дм^3 .

Література [1, 2]

Лекція 14. Знезараження води хлором, озоном, сріблом та йодом – 2 години.

План лекції:

- Знезараження води.
- Знезараження води хлором, озоном, сріблом та йодом.
- Безреагентні методи знезараження води.

Знезараження води є обов’язковим за умови санітарної ненадійності джерела, що використовується для господарських цілей, як правило, перед знезараженням проводять освітлення й усунення колірності води, в результаті чого вода звільняється від завислих часток, які утруднюють проведення знезараження, і від частини бактерій (при фільтруванні затримується 98-99% всіх бактерій). Але знезараження можна розглядати як самостійний і часто єдиний процес обробки води. У такому вигляді він використовується на водопроводах, джерелом яких є підземні води. Знезараження води може здійснюватися двома способами – за допомогою спеціальних реагентів і без них.

Реагентними методами називаються такі, за яких для знезараження води використовуються хімічні речовини, що викликають загибель мікроорганізмів. Такими речовинами є багато **окисників** (хлор, озон), а також **солі деяких важких металів** (в основному срібла і міді).

За безреагентних методів знезаражена вода підлягає впливу ультрафіолетових променів, які мають бактерицидні властивості (короткі хвилі в межах $2000-2950 \text{ \AA}$), чи високої температури (кип’ятіння).

Знезараження води хлором, озоном, сріблом та йодом. Хлорування води – один із поширених методів знезараження води на водопроводах. Ця процедура виконується в усіх випадках забору води з поверхневих водойм, а також при отриманні води з підземних джерел, бактеріальні показники яких не відповідають вимогам стандарту. Хлорування води відбувається газоподібним хлором, або ж речовинами, що містять активний хлор: хлорне вапно, хлорит, діоксид хлору.

Збудники тифу, дизентерії, холери й бруцельозу є дуже чутливими до дії хлору. Навіть сильно заражена бактеріями вода значною мірою дезінфікується порівняно невеликими дозами хлору. Але все одно – при хлоруванні повної стерилізації води не відбувається.

Бактерицидний ефект хлору значною мірою залежить від його початкової дози і тривалості контакту з водою. Частіше за все на руйнування клітин витрачається лише незначна частина хлору. Більша частина хлору йде на реакцію з різноманітними органічними і мінеральними домішками, які містяться у воді.

Хлорування є заходом, який постійно здійснюється на комунальних водопроводах та станціях з очистки господарсько-побутових і деяких категорій промислових стічних вод. Крім того, хлорування проводиться як короточасний чи періодичний захід, необхідний

для дезінфекції ділянок водопроводу, що вводяться в експлуатацію, фільтрів, резервуарів чистої води.

Постхлорування – це процес знезараження води, який проводиться після всіх інших способів її обробки і є завершальним етапом очистки води. Постхлорування може здійснюватися як невеликими дозами (нормальне хлорування), так і підвищеними (перехлорування). Використовується воно і спільно з іншими речовинами для знешкодження мікроорганізмів (комбіноване хлорування).

Практичне використання процесу хлорування в основному зводиться до пре- та постхлорування. Застосовується також подвійне хлорування (пре- та постхлорування). Подвійне хлорування використовується за високої колірності води та за підвищеного вмісту в ній органічних речовин.

Озонування води – один із ефективних методів знезараження води. Озон, як відомо, є алотропічною модифікацією кисню, і молекула його на відміну від молекули кисню (O_2) складається не з двох, а з трьох атомів (O_3). Озонування води ґрунтується на властивості озону розкладатися у воді з утворенням атомарного кисню ($O_3 \rightarrow O_2 + O$), який руйнує ферментні системи мікробних клітин, окиснює деякі сполуки, що надають воді неприємного запаху (наприклад, гумінові основи). З позиції гігієни озонування є одним з найкращих способів знезараження води. Вода при цьому не збагачується додатковими домішками. Залишковий невикористаний озон через короткий проміжок часу розпадається і перетворюється на кисень.

Треба зазначити, що озонування води є відповідальним технологічним процесом, який вимагає великих витрат електроенергії, застосування складних приладів і висококваліфікованого техногляду, оскільки концентрований озон – отруйний газ. Це до певної міри є стримуючим фактором для його широкого застосування.

Знезараження води іонами срібла. Срібло навіть у малих концентраціях має властивість знищувати мікроорганізми, що пояснюється властивістю його іонів руйнувати протоплазму мікроорганізмів.

Ступінь активності срібла тим більший, чим вища концентрація його іонів у розчині. Збагачення води іонами срібла досягається кількома способами: методом контактування води з розвинутою поверхнею металу (посріблені кільця Рашига, пісок Краузе тощо), методом безпосереднього розчинення у воді препаратів срібла електролітичними способами (метод А.Л. Кульського).

«Срібна вода», яка готується електролітичним розчиненням, має високі бактерицидні властивості і з успіхом може бути використана для очистки води від шкідливих мікроорганізмів, дезінфекції та консервування продуктів харчування, для лікувальних цілей тощо. Завдяки мізерним дозам срібла вона є зовсім не шкідливою.

Йодування води. З галогенів, окрім хлору, для знезараження води використовуються також йод і бром. Але в практиці водопостачання знайшло застосування лише йодування води. Йодування має ряд суттєвих переваг порівняно з хлоруванням: менша тривалість контакту з водою; більший бактерицидний ефект; розширення діапазону бактерицидної дії; йод не є елементом, чужим для людського організму; концентрація йоду в обробленій воді нерідко не перевищує фонових значень вихідної води. В нашій країні йодування у виробничих масштабах було здійснено на водному транспорті.

Література [1, 2]

Лекція 15. Безагрегатні методи знезараження води – 2 години.

План лекції:

- **Безагрегатні методи знезараження води.**

Безагрегатні методи знезараження води. *Знезараження води ультрафіолетовим промінням.* Ультрафіолетове проміння впливає на білкові молекули і ферменти цитоплазми клітин. Знезараженню ультрафіолетовим промінням краще за все піддається очищена прозора вода,

колірність якої не перевищує 20°, оскільки завислі та колоїдні частинки розсіюють світло і заважають проникненню ультрафіолетового проміння.

Джерелами ультрафіолетового проміння є ртутні лампи, виготовлені з кварцового скла (оскільки звичайне скло не пропускає ультрафіолетову радіацію). Під дією електричного струму ртутні пари дають яскраве зеленувато-біле світло, багате на ультрафіолетове проміння. Існують два основні види апаратів для опромінення: апарати із зануреними і незануреними джерелами ультрафіолетових променів.

Знезараження опроміненням не вимагає додавання у воду хімічних реагентів, не змінює фізико-хімічних властивостей домішок і не впливає на смакові якості води.

Але використання методу обмежується високою вартістю обробки води й відсутністю післядії. Короткочасність знезаражуючого ефекту виключає застосування методу, якщо існує небезпека повторного зараження води.

Знезараження води ультразвуковими хвилями. Єдиної теорії, яка б пояснювала досконалу бактерицидну дію ультразвуку, на даний час немає. Найбільш вірогідною є гіпотеза, що пояснює дію ультразвуку на бактерії у воді явищем *кавітації*, тобто утворенням у рідині порожнини та бульбашок, миттєве «закривання» яких підвищує тиск до десятків тисяч атмосфер. До сьогодення часу дослідження ультразвукових хвиль з метою використання їх в практиці на вітчизняних водопроводах не вийшло із стадії експериментів. За кордоном існують промислові установки.

Термічне знезараження. Термічний метод знезараження застосовується для невеликих об'ємів води. Цим методом користуються в побутових умовах, в санаторіях, в лікарнях, на судах, у потягах. Знезараження досягається 5-10 хвилинним кип'ятінням. Термічний метод знезараження води не знайшов застосування навіть на малих водопроводах через його високу вартість, пов'язану з великими витратами палива, та через малу продуктивність установок.

Література [1, 2]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Утворення токсичних хлорорганічних сполук при хлоруванні води.

Утворення токсичних хлорорганічних сполук при хлоруванні води. За певних умов при обробці води активним хлором можуть утворюватися небезпечні для здоров'я людини речовини, зокрема: хлороформ (має канцерогенну активність); дихлорбромметан, хлоридбромметан, трибромметан (мають мутагенні властивості); 2, 4, 6-трихлорфенол, 2-хлорфенол, дихлорацетонітрил, хлорпіридин, поліхлоровані біфеніли (є імунотоксичними та канцерогенними).

Гранично-допустимі концентрації таких токсичних сполук, як тригалогенметани (ТГМ), у національних і міжнародних стандартах якості питної води коливаються в широких межах (від 1 до 100 мкг/л), оскільки це питання ще мало вивчено. Так, стандарти ЄЕС вимагають вилучення ТГМ до 1 мкг/л, рекомендації ВООЗ – до 10-30 мкг/л, стандарт США – до 100 мкг/л, а рекомендації нашого Міністерства охорони здоров'я – до 60 мкг/л.

В результаті проведених за останні 10 років досліджень було встановлено, що у воді можуть бути присутніми токсичні леткі галогенорганічні сполуки (ЛГС). Це в основному сполуки, що відносяться до групи ТГМ: хлороформ, дихлорбромметан, дибромхлорметан, бромформ та інші, які мають канцерогенну і мутагенну активність.

Медиками виявлено взаємозв'язок між кількістю онкологічних захворювань і споживанням населенням хлорованої води, яка містила галогенорганічні сполуки.

У концепції поліпшення якості питної води в Україні, яку було створено згідно з прийнятою Урядом в 1991 р. науково-соціальною програмою «Питна вода», передбачено розробку і впровадження сучасних технологій отримання якісної питної води з використанням озону, пероксиду водню, що виключає застосування хлору в технології очистки і запобігає утворенню високотоксичних хлорорганічних сполук.

Але в найближчий час, як вважає ряд учених (зокрема, О.В. Сліпченко, Л.А. Кульський, Є.С. Мацкевич, 1990), за умов масового централізованого водопостачання відмовитися від знезараження води методом хлорування буде складно з економічних і технологічних причин.

Література [1, 2]

**ТЕМА 10 Побутові пристрої для очистки води. Виробництво природної столової води
(3 год самостійної роботи)**

1. Побутові пристрої для очистки води.
2. Виробництво природної столової води.

Побутові пристрої для очистки води. Зростаюче забруднення природних вод і відповідно джерел водопостачання, не завжди якісна водопідготовка на централізованих водогонях поставили таке актуальне питання, як доочистки водопровідної води у побуті. Тому в останні роки в Україні досить інтенсивно розробляються і реалізуються населенню побутові компактні пристрої для доочистки водопровідної води такі, як фільтр сорбційно-коагуляційний побутовий “Аква”, фільтр побутовий “Джерело”, фільтр побутовий “Джерело-1”, водоочисник побутовий автономний ВПА “Аквавіт -С1”, водоочисник “Водозор”. Основними технологічними процесами очистки води цими пристроями є сорбція і фільтрація. З матеріалів, які використовуються, в першу чергу треба назвати активоване вугілля і сотову кераміку. В якості наповнювача може застосовуватися річковий пісок. Фільтри як правило, є змінними.

Виробництво питної природної столової води регулюється державним стандартом України ДСТУ-878-93 “Води мінеральні питні”, який уведено в дію з 1.01.95. Згідно з цим стандартом, залежно від мінералізації, наявності специфічних (біологічно активних) компонентів і застосування мінеральні питні води поділяються на такі класи: 1) лікувально-столові; 2) лікувально-столові змішаного типу; 3) природні столові. До питних природних столових вод відносяться води з мінералізацією менше 1,0 г/дм³. Використовуються без обмежень як столовий напій і для приготування їжі. У кожному регіоні України випускаються природні столові води.

Література [1, 8]

ТЕМА 11 Санітарний догляд за джерелами водопостачання. (2год.)

Лекція 16 Санітарний догляд за джерелами водопостачання. – 2 години.

План лекції:

- **Організація зон санітарної охорони.**
- **Стан зон санітарної охорони.**

Джерело водопостачання та водозабірні споруди водопроводу повинні бути захищені від забруднення шляхом організації **зон санітарної охорони** (ЗСО) відповідно до “Положення про порядок проектування і експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання і водопроводів господарсько-питного призначення”.

Зона санітарної охорони водопроводу охоплює джерело водопостачання, водозабірні споруди й майданчики, на яких розташовано головні споруди (насосні й водоочисні станції, ємності тощо), а також передбачена **санітарно-захисна смуга** для водогонів.

Організація зон санітарної охорони. Межі зон санітарної охорони, санітарні заходи і обов’язковий для дотримання санітарний режим узгоджуються з органами державного санітарного нагляду і залежать від типу джерела водопостачання, а також типу водопровідних споруд.

Для поверхневих джерел водопостачання границі першого поясу встановлюють на відстанях від водозабору:

- для водостоків (річок, каналів): територія уверх проти течії (від водозабору) на відстань не менше, ніж 200м, вниз - не менше, ніж на 100м; при ширині річки менше 100м – уся територія на цьому відрізку і протилежний берег шириною 50 м від урізу води; при ширині річки понад 100 м – смуга акваторії шириною не менше 100м.

- При водозаборі з непроточних водойм (озера, водосховища) до першого поясу входять берегова смуга не менше, ніж на 100 м в обидва боки від лінії урізу води і акваторія не менше 100 м від водозабору в усіх напрямках. Акваторія першого поясу має бути позначена бакенами. Крім акваторії та її берегів, до першого поясу повинна увійти вся територія, зайнята головними водопровідними спорудами, смуга захисних зелених насаджень за периметром зони і резервна територія на випадок розширення водопроводу. При цьому треба врахувати, що відстань від складу хлору до найближчих житлових і громадських споруд повинна бути не менше 300 м.

Межа **другого поясу** (зона обмежень) для водозабору повинна бути віддалена уверх проти течії настільки, щоб мікробна самоочистка при проходженні води від цієї межі до водозабору (за витрати води у річці 90% забезпеченості) відбувалося за три-п'ять діб (залежно від кліматичних умов).

Межі **третього поясу** поверхневих джерел водопостачання вверх і вниз за течією збігаються з межами другого поясу, бокові межі проходять до лінії вододілів у межах 3-5 км, включаючи притоки.

Зона санітарної охорони підземних джерел. Межі ЗСО перш за все залежать від гідрогеологічних умов району водозабору.

Стан зон санітарної охорони для поверхневих джерел водопостачання. Територія **першого поясу** ЗСО повинна бути спланована, огорожена і озеленена. На ній організовується сторожова охорона. Тут забороняються всі види будівництва, проживання людей, випускання стоків, купання, водопій, випасання худоби, прання білизни, рибна ловля, застосування для рослин отрутохімікатів та добрив.

На території **другого поясу** ЗСО джерела водопостачання, а також на території санітарної охорони водогонів і водопровідних каналів організується патрульна охорона.

В **другому і третьому поясах** зони санітарної охорони **необхідно**: провести благоустрій підприємств, населених пунктів; застосовувати лише санітарну вирубку лісу; виявляти, тампонувати або відновлювати старі недіючі і дефектні свердловини й шахтні колодязі, які становлять загрозу забруднення водоносних горизонтів; заборонити закачування відпрацьованих вод в підземні верстви і підземне складування твердих відходів.

Література [1, 3, 4, 6]

Завдання для самостійної роботи (2 год.):

1. Дослідження джерел водопостачання.

Дослідження джерел водопостачання. Контроль за якістю води повинен бути організований на всіх стадіях очищення, забору води, подачі та розподілу води, а також при прийманні виробничих стічних вод в комунальну систему каналізації.

Організація лабораторно-виробничого контролю покладається на відповідні служби, підпорядковані управлінням водопровідно-каналізаційного господарства. Нагляд за санітарним станом також здійснює санітарно-епідеміологічна служба (СЕС).

Література [1, 3, 4, 6]

ТЕМА 12 Альтернативні джерела води. (2 год.)

Лекція 17 Альтернативні джерела води. – 2 години.

План лекції:

- Альтернативні джерела води.
- Технології опріснення.

Альтернативні джерела води. Для забезпечення водою невпинно зростаючу кількість населення та потреби економічного розвитку країн в багатьох маловодних районах змушені вдаватися до різних шляхів вирішення проблеми водопостачання: регулювання

річкового стоку та міжбасейновий перерозподіл водних ресурсів; передавання води з сусідніх областей каналами та трубопроводами; акумуляція (збір) атмосферних опадів; штучне поповнення підземних вод; очищення забруднених вод; опріснення мінералізованих вод. Дефіцит прісної води відчувається на території більш ніж 40 країн, які розташовані переважно в аридних, а також посушливих регіонах і становлять близько 60% всієї поверхні земної суші. За підрахунками вчених, на початок XXI ст. цей дефіцит досягне 120-150 млрд. м³ на рік [2, с.143-144] і може бути покритим шляхом опріснення солоних (понад 10 г/дм³) і солонуватих (2-10 г/дм³) океанічних, морських і підземних вод, запаси яких становлять 98% всієї води на земній кулі.

Методи опріснення. Методи опріснення поділяються наступним чином: 1) знесолення води дистиляцією; 2) геліоопріснення; 3) опріснення води методом **виморожування**; 4) **іонітний** метод опріснення води; 5) **електрохімічний** метод опріснення води; 6) **метод зворотного осмосу** (гіперфільтрація).

Література [1, 2, 7]

Завдання для самостійної роботи (1 год.):

1. Практика використання морських вод в Україні.

В 1972 році в селищі Ново-Миколаївка Запорізької області була облаштована у той час найбільша в сільському господарстві електродіалізна опріснювальна станція потужністю 720 м³/добу. На станції змонтовано 6 електродіалізаторів конструкції Інституту ВОДГЕО «ЭХО-5000-200». Вони опріснювали воду з 2,79 до 0,9 г/дм³. Раніше водопостачання селища здійснювалося привізною водою.

Література [1, 2, 7]

ТЕМА 13 Діюче природоохоронне законодавство. (2год.)

Лекція 18 Діюче природоохоронне законодавство. – 2 години.

План лекції:

- **Водне законодавство України.**
- **Упорядкування водоохоронних зон річок України**

Водне законодавство України. Правові засади екологічної політики закладено в Конституції України, яка визначає обов'язком держави забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, а також гарантує громадянам право на безпечне життя і здоров'я довкілля.

Підґрунтям екологічних правовідносин виступають норми екологічного законодавства, які регулює Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища", а також розроблені відповідно до нього Водний, Земельний, Лісовий кодекси, Кодекс про надра, Закони України "Про природно-заповідний фонд України", "Про охорону атмосферного повітря", "Про тваринний світ", "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку", "Про поводження з радіоактивними відходами", "Про відходи".

Важлива роль у забезпеченні здійснення цих заходів належить водному законодавству, яке регулює водні відносини в Україні.

Дія водного законодавства поширюється на всі види водних об'єктів, що є на території України, на весь її водний фонд, тобто на всі поверхневі води – річки, озера, водосховища, ставки та інші природні чи штучні водойми; на всі підземні води і джерела; на внутрішні морські води.

Водне законодавство забезпечує здійснення широкого комплексу заходів щодо охорони вод від забруднення, вичерпання, засмічення, запобігання шкідливій дії води та ліквідації їх наслідків.

Водне законодавство забороняє введення в дію підприємств, споруд та інших об'єктів, які впливають на стан вод, не забезпечених пристроями й очисними спорудами необхідної потужності, що запобігають забрудненню і засміченню вод, а також забороняє скидання у водні об'єкти виробничих, побутових, радіоактивних та інших видів відходів, сміття.

Умови використання вод, оцінка їхнього стану визначається системою спеціальних нормативів. Вона включає в себе: нормативи екологічної безпеки водокористування; екологічний норматив якості води водних об'єктів; нормативи гранично-допустимого скидання забруднюючих речовин; галузеві технологічні норми утворення речовин, які скидаються у водні об'єкти, тобто нормативи граничнодопустимих концентрацій у стічних водах речовин, що утворюються в процесі виробництва одного виду продукції у разі використання однієї й тієї ж сировини. Зазначені нормативи визначають дію вимог і правил, спрямованих на забезпечення охорони і раціонального використання вод у процесі спеціального водокористування і задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення і галузей економіки.

Упорядкування водоохоронних зон річок України. До складу водоохоронних зон обов'язково входять: заплави річки, перша надзаплавна тераса, брівки і круті схили берегів, а також прилеглі балки та яри. Контроль за створенням водоохоронних зон і прибережних захисних смуг, а також за дотриманням режиму використання їхніх територій здійснюється місцевими органами влади, організаціями з охорони навколишнього природного середовища, як це передбачено Постановою Кабінету Міністрів України від 8 травня 1996 р. №486 зі змінами, внесеними Постановою Кабінету Міністрів України від 24.01.2002 р. №72 .

Підтримання спеціального режиму природокористування та господарської діяльності у межах водоохоронних зон річок покладається на юридичних і фізичних осіб, у віданні яких перебувають природні ресурси.

Література [1, 6]

Завдання для самостійної роботи (1 год.):

1. Встановлення меж водоохоронної зони річок України

Межі водоохоронної зони. Межі водоохоронної зони встановлюють з урахуванням: рельєфу місцевості, затоплення, підтоплення, інтенсивності руйнування берегів, конструкції інженерного захисту берега; цільового призначення земель, що входять до складу водоохоронної зони.

Водоохоронна зона має внутрішню і зовнішню межі. Внутрішня межа водоохоронної зони збігається з меженним рівнем (МР) води в річці. Зовнішня – прив'язується до наявних контурів сільсько-господарських угідь, шляхів, лісосмуг, меж заплав надзаплавних терас, брівок схилів, балок та ярів і визначається найбільш віддаленою від річки лінією: затоплення в разі максимального повеневого (паводкового) рівня води; берегоруйнування, меандрування; тимчасово та постійно підтоплених земель; ерозійної активності; берегових схилів і сильно еродованих земель.

Зовнішня межа водоохоронної зони на землях сільських населених пунктів, землях сільсько-господарського призначення, лісового фонду, на території водогосподарських, лісгосподарських, рибогосподарських підприємств, а також на землях інших власників та користувачів визначається з урахуванням: зони санітарної охорони джерел питного водопостачання; розрахункової зони переробки берегів; лісових насаджень, що найбільше сприяють охороні вод із зовнішньою межею не менш як 1000 м від урізу МР води; усіх земель відведення на існуючих меліоративних системах, але не ближче як 200 м від брівки каналів чи дамб; якщо паралельно річці побудована захисна дамба чи дорога, яка перешкоджає прямому потраплянню забруднених вод у річку, то вони є зовнішньою межею водоохоронної зони; якщо за захисною дамбою є дренажний канал, то зовнішня межа водоохоронної зони встановлюється на відстані 30 м за каналом.

Ширина водоохоронної зони на низинних пологих берегах визначається межею підтоплених земель, до якої додається мінімальний розмір протиерозійної смуги завширшки не менш як 50м.

Водоохоронна зона у межах території ерозійної активності збільшується на протиерозійну смугу завширшки до 150 м, що відраховується від лінії переробки берега або смуги ерозійної активності.

На землях міст і селищ міського типу розмір водоохоронної зони, як і прибережної захисної смуги, встановлюють відповідно до існуючих на час встановлення водоохоронної зони конкретних умов забудови, але не ближче ніж 10 м від брівки берега, виходячи з умов експлуатації річки.

Внутрішньою межею прибережної захисної смуги є рубіж від меженного рівня води у річці.

Зовнішньою межею прибережної захисної смуги є рубіж найбільш інтенсивного розвитку несприятливих процесів взаємовпливу річки і берега.

Мінімальні розміри прибережної захисної смуги встановлюють обидва береги річок уздовж урізу води (у меженний період) з шириною згідно з Водним кодексом України (стаття 88): для малих річок, струмків і потоків – 25 м, водозбірна площа до 2 тис. км²; для середніх річок – 50 м, водозбірна площа до 50 тис. км²; для великих річок – 100м, водозбірна площа понад 50 тис. км².

Водоохоронна зона є природною територією господарської діяльності, що **регулюється**. Межі водоохоронних зон і прибережних смуг **закріплюються** в натурі водоохоронними знаками.

Література [6,11]

ТЕМА 14 Вимоги до господарської діяльності на території водоохоронних зон (2 години самостійної роботи)

1. Вимоги до господарської діяльності на території водоохоронних зон річок.
2. Вимоги до господарської діяльності на території прибережних захисних смуг річок.

Вимоги до господарської діяльності на території водоохоронних зон і прибережних захисних смуг річок. У межах водоохоронних зон залежно від природних умов та антропогенного навантаження виділяють смуги: заборони господарської діяльності та природокористування – на підтоплених землях, ярах, що збільшуються, берегах, які руйнуються та сповзають, у зоні ерозійної активності, на островах; часткових обмежень господарювання та природокористування – на балках та улоговинах стоку, територіях можливого руйнування берегів, протиерозійних смугах, слабкопідтоплених (при глибині залягання ґрунтових вод від 1,2-2 до 2-3 м в гумідній і від 1 до 0,5 м в аридній зоні) землях.

На територіях водоохоронних зон **дозволяється** (включаючи прибережні захисні смуги) за умов обов'язкового виконання вимог, передбачених ст. 89 і 90 Водного кодексу України: вирощування сільськогосподарських культур із дотриманням протиерозійної агротехніки, строків та правил внесення органічних і мінеральних добрив; застосування наземним способом біологічних засобів захисту рослин і нестійких отрутохімікатів; упорядковане випасання худоби; будівництво та реконструкція зрошувальних та осушувальних систем тільки із закритою регулюючою мережею.

Розширення діючих і будівництво нових підприємств та об'єктів у межах водоохоронних зон **дозволяється у виняткових випадках** за відповідного обґрунтування та здійснення водоохоронних заходів після погодження з місцевими державними виконавчими та водоохоронними органами.

На територіях водоохоронних зон **забороняється**: розміщення тваринницьких комплексів, ферм, птахофабрик, нагромаджувачів стічних вод, у тому числі з тваринницьких комплексів, могильників худоби, механічних майстерень, пунктів технічного обслуговування та миття техніки; будівництво складів для зберігання отрутохімікатів і мінеральних добрив, паливно-мастильних

матеріалів, злітно-посадочних смуг, ванн для купання худоби та інших споруд, що негативно впливають на якість води; внесення добрив по сніговому покриттю, незнешкоджених стічних вод, що містять гній, використання стійких хлорорганічних отрутохімікатів; миття вовни та замочування шкіри, льону, конопель; довільне випасання худоби, особливо на яружно-балкових схилах; вирубування деревно-чагарникової рослинності, за винятком вирубок у зв'язку з доглядом і санітарною розчисткою, заготівля кори, пеньків та лісової підстилки; скидання неочищених стічних вод у річки та їхні притоки, водосховища, ставки, гідромеліоративні канали, балки та яри; будівництво зрошувальних систем із використанням стічних вод, внесенням добрив зі зрошувальною водою; застосування способу авіаобробки отрутохімікатами та підживлення сільськогосподарських і лісових угідь мінеральними добривами на відстані менш як 2 км від урізу води при рівні води у річці, відповідно 1%-ній забезпеченості стоку.

У межах прибережних захисних смуг додатково **забороняється:** оранка землі; застосування органічних, мінеральних добрив і отрутохімікатів; кооперативне й індивідуальне будівництво; випасання та організація літніх таборів худоби.

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

Література [6, 11]

15. Типове завдання модульної контрольної роботи №1

Водно-сольовий обмін в організмах.

Водні проблеми майбутнього і ресурси води на планеті.

Водні ресурси України.

Наведіть характеристику структури водокористування та водовідведення в загальних рисах.

Контрольні запитання до змістового модуля I

- 1) Водні проблеми майбутнього і ресурси води на планеті.
- 2) Водні ресурси України.
- 3) Водно-сольовий обмін в організмах.
- 4) Водозабезпеченість Європи.
- 5) Водозабезпеченість України.
- 6) Загальна характеристика структури водокористування та водовідведення.
- 7) Запаси води на земній кулі. Поняття про водозабезпеченість.
- 8) Питний режим людини.
- 9) Поняття водозабезпеченості.
- 10) Поняття динамічних та статичних водних ресурсів.
- 11) Структура водовідведення.
- 12) Структура водокористування.

16. Типове завдання модульної контрольної роботи № 2

- 1 Стандарти якості води.
- 2 Санітарно-показові організми води та контроль за їх вмістом.
- 3 Основні технологічні процеси очистки води.

Контрольні запитання до змістового модуля II

- 1) Стандарти якості води.
- 2) Санітарно-показові організми води та контроль за їх вмістом.
- 3) Основні технологічні процеси очистки води.
- 4) Фізичні та хімічні показники якості води.
- 5) Охарактеризуйте води за видами їх використання.
- 6) Бактеріальне забруднення природних вод.
- 7) Освітлення води, усунення колірності, присмаків і запахів.
- 8) Пом'якшення, знесолення, опріснення та дегазація.
- 9) Розшифруйте поняття ГДК, забруднююча речовина, джерело забруднення. Які види забруднення природних вод ви знаєте?
- 10) Фізичні та хімічні показники якості води. Охарактеризуйте води за видами їх використання.
- 11) Які стандарти якості води ви знаєте? Якими документами вони визначаються?
- 12) Методи коригування хімічного складу води та органолептичних властивостей.

17. Перелік запитань на іспит (якщо його введуть).

1. Стандарти якості води.
2. Санітарно-показові організми води та контроль за їх вмістом.
3. Основні технологічні процеси очистки води.
4. Фізичні та хімічні показники якості води.
5. Охарактеризуйте води за видами їх використання.
6. Бактеріальне забруднення природних вод.
7. Освітлення води, усунення колірності, присмаків і запахів.
8. Пом'якшення, знесолення, опріснення та дегазація.
9. Розшифруйте поняття ГДК, забруднююча речовина, джерело забруднення. Які види забруднення природних вод ви знаєте?
10. Фізичні та хімічні показники якості води. Охарактеризуйте води за видами їх використання.
11. Які стандарти якості води ви знаєте? Якими документами вони визначаються?
12. Методи коригування хімічного складу води та органолептичних властивостей.
13. Водні проблеми майбутнього і ресурси води на планеті.
14. Водні ресурси України.
15. Водно-сольовий обмін в організмах.
16. Водозабезпеченість Європи.
17. Водозабезпеченість України.
18. Загальна характеристика структури водокористування та водовідведення.
19. Запаси води на земній кулі. Поняття про водозабезпеченість.
20. Питний режим людини.
21. Поняття водозабезпеченості.
22. Поняття динамічних та статичних водних ресурсів.
23. Структура водовідведення.
24. Структура водокористування.
25. Вимоги до господарської діяльності на території водоохоронних зон річок.
26. Встановлення меж водоохоронної зони річок України
27. Водне законодавство України.
28. Упорядкування водоохоронних зон річок України
29. Альтернативні джерела води.
30. Технології опріснення.