

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**М.Я. Берещук**

**ПРОГРАМА ТА РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ВОДИ»**

(для студентів 3-го курсу денної і заочної форм навчання напрямку підготовки  
6.060103 «Гідротехніка» (Водні ресурси).

Харків ХНАМГ 2010

Програма навчальної дисципліни та робоча програма дисципліни «Теоретичні основи технології очистки води» для студентів 3-го курсу денної і заочної форм навчання напрямку підготовки 6.060103 «Гідротехніка» (Водні ресурси) / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: М.Я. Берещук; – Х.: ХНАМГ, 2010. – 27 с.

Укладач: М.Я. Берещук

Рецензент: доц. К.Б. Сорокіна

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення та очистки вод  
протокол №4 від 25 листопада 2010

## ЗМІСТ

	<b>стор.</b>
ВСТУП .....	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....	5
1.1 Мета, предмет та місце дисципліни .....	5
1.1.1 Мета та завдання вивчення дисципліни .....	5
1.1.2 Предмет вивчення дисципліни .....	7
1.1.3 Місце дисципліни в структурно - логічній схемі підготовки бакалавра ...	7
1.2 Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни .....	7
1.3 Освітньо - кваліфікаційні вимоги .....	9
1.4 Рекомендована основна навчальна література .....	10
1.5 Анотація програми дисципліни .....	11
2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....	14
2.1 Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи .....	14
2.2 Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента .....	15
2.3 Зміст дисципліни .....	15
2.4 Лекційний курс .....	18
2.5 Практичні заняття .....	18
2.6 Самостійна навчальна робота студентів .....	19
2.7 Курсова робота .....	20
3. ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ТА СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ .....	23
3.1 Порядок поточного оцінювання знань студентів .....	24
4. ІНФОРМАЦІЙНО - МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	26

## ВСТУП

Програмою дисципліни «Теоретичні основи технології очистки вод» передбачається вивчення студентами теоретичних основ очистки природних і стічних вод шляхом розширення і поглиблення набутих знань та забезпечення фундаментальної підготовки для успішного засвоєння спеціальних професійно - орієнтованих дисциплін.

В курсі розглядаються систематизовані наукові досягнення з теорії очищення вод від гетерогенних і гомогенних домішок механічними, фізичними, хімічними, фізико - хімічними, біохімічними і біологічними методами, виходячи з їх фазово - дисперсного стану. Теоретичні закономірності очистки вод від завислих речовин в гравітаційному і відцентровому полях, фільтруванням, флотацією, електрохімічними методами. Видалення домішок, що знаходяться в колоїдному, молекулярному чи іонному стані розглядаються на основі теоретичних закономірностей агрегації за допомогою коагуляції, адсорбції, екстракції, іонного обміну, біохімічної, бактерицидної і віруліцидної обробок води, в т.ч. дією випромінювання. Сталі знання і практичні вміння студентів забезпечуються виконанням курсової і самостійної робіт.

Програма навчальної дисципліни розроблена на основі:

СВО ХНАМГ «Варіативна частина освітньо - кваліфікаційної характеристики бакалавра напряму підготовки 0926 - Водні ресурси.6.060103 - Гідротехніка (водні ресурси)», затверджена 15.10.2007 р

СВО ХНАМГ «Варіативна частина освітньо - професійної програми підготовки бакалавра напряму 0926 - Водні ресурси.6.060103 - Гідротехніка (водні ресурси)», затверджена 15.10.2007 р

СВО ХНАМГ Навчальний план підготовки бакалаврів напрямку 6.06103 «Гідротехніка (водні ресурси)», 2007 р.

Програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи технології очистки вод» ухвалена кафедрою «Водопостачання, водовідведення та очищення вод» протокол №1 від 30.08.2009 р., та Вченою радою факультету інженерної екології міст протокол №1 від 07.09. 2009 р.

# 1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1.1 Мета, предмет та місце дисципліни.

### 1.1.1 Мета та завдання вивчення дисципліни.

**Метою вивчення** дисципліни є підготовка фахівця з теоретичних основ очистки природних і стічних вод шляхом розширення і поглиблення набутих знань та забезпечення фундаментальної підготовки для вивчення спеціальних дисциплін професійного спрямування.

**Основні завдання** дисципліни заключаються в формуванні знань і умінь, які необхідні для виконання професійних завдань за спеціальністю «Водопостачання та водовідведення» з використанням існуючих досягнень науки і техніки в області технології очистки води механічними, фізичними, хімічними, фізико-хімічними, біохімічними та біологічними методами.

### В результаті вивчення дисципліни студенти повинні

#### **Знати:**

- характеристику домішок і забруднюючих речовин природних і стічних вод;
- класифікацію домішок і забруднюючих речовин по фазово-дисперсному стану Л.А.Кульського та інші системи класифікації - С.А.Щукарева, О.А.Алекіна, фірми «Ром і Хаас»
- існуючі класифікації природних вододжерел за геолого-географічними, гідрологічними, екологічними ознаками;
- основні вимоги до якісних показників води яка використовується для господарсько-питних і технічних цілей;
- характеристику реагентів, що використовуються для водопідготовки;
- теоретичні основи реагентної та електрохімічної коагуляції;
- шляхи інтенсифікації процесу коагуляції та флокуляції;
- теоретичні основи очистки води механічними методами від завислих речовин;
- теоретичні основи технологічного моделювання процесу видалення із води завислих речовин;

- теоретичні основи фільтрування суспензій через зернисті та мембранні перегородки;
- теоретичні основи промивки зернистих перегородок;
- методи інтенсифікації очистки води фільтруванням;
- теоретичні основи очистки води електрохімічними методами;
- теоретичні основи очистки води від органічних, біологічних та бактеріологічних забруднень фізико-хімічними деструктивними методами;
- теоретичні основи адсорбційної очистки води;
- теоретичні основи флотації домішок води;
- теоретичні основи екстракційної очистки води;
- теоретичні основи коректування іонного складу води за допомогою іонного обміну, термічних і хімічних методів;
- теоретичні основи біологічної очистки води в аеробних і анаеробних умовах.

**Вмісту:**

- використовувати класифікацію домішок природних і стічних вод по фазово-дисперсному стану для визначення найбільш ефективних методів очистки, головних споруд та їх компоновку в технологічній схемі;
- зробити вибір необхідних реагентів та визначити оптимальну дозу;
- визначити головні фактори та оптимальний режим технології очистки води;
- рекомендувати найбільш прийнятні напрямки інтенсифікації процесу очистки води;
- виконати розрахунок технологічних та конструктивних параметрів головних споруд схем очистки води;
- використовувати монограми, діаграми, кінетичні криві технологічних процесів для розрахунку оптимальних технологічних параметрів;
- керуватись результатами математичного та фізичного моделювання технологічних процесів;
- використовувати в типових технологічних схемах очистки води пристрої які підвищують ефективність роботи очисних споруд;

- визначити напрямки зменшення впливу водного господарства на навколишнє природне середовище;
- забезпечити раціональне використання природних ресурсів в технологіях очистки води;
- користуватись довідниками, технічною літературою та нормативно-правовими актами при проектуванні та експлуатації очисних споруд.

### 1.1.2 Предмет вивчення дисципліни.

**Предметом вивчення** дисципліни є теорія, методи, розрахунки з питань технології очистки природних і стічних вод для господарсько - питних і виробничих потреб на основі сучасних фундаментальних і прикладних наукових досліджень.

### 1.1.3 Місце дисципліни в структурно - логічній схемі підготовки бакалавра.

Дисципліни, що передують вивченню даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких спирається на дану дисципліну
Водопостачання та водовідведення	Водні ресурси, їх використання та охорона
Інженерна гідрологія	Технологія очистки природних вод
Інженерна гідравліка	Технологія очистки промислових стічних вод
Вища математика	Очистка побутових стічних вод
Хімія	
Фізика	

## 1.2 Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни.

Модуль 1. Теоретичні основи технології очистки води (4/144).

ЗМ.1.1 Теоретичні основи очистки вод

від гетерогенних домішок (2,5/90).

*Навчальні елементи.* Склад, характеристика домішок і забруднень природних і стічних вод. Домішки і забруднення води природного, техногенного, антропогенного походження; показники якості води - фізичні, хімічні, органолептичні, бактеріологічні, екологічні; класифікації домішок, вимоги водоспоживачів щодо якості води, орієнтовний вибір процесів і методів очистки води на основі класифікації домішок по фазово-дисперсному стану.

Теоретичні основи видалення грубодисперсних завислих речовин механічними методами. Седиментаційний аналіз, вільна і стисла седиментація,

гідралічна крупність, відстоювання тонкошарове, діаграми сил і швидкостей в полі відцентрових сил, типи відстійників, освітлювачів, гідроциклонів.

Видалення забруднень води методами флоатації й електрофлоатації. Механізм дії флоатації, адсорбція СПАВ на поверхні розподілу фаз, способи утворення бульбашок та їх зв'язок з механізмом флоатації.

Освітлення води фільтруванням Класифікація фільтрувальних перегородок фізико - хімічні властивості зернистих загрузок, основні технологічні параметри процесу фільтрування і промивки фільтрувальних загрузок, принципи підвищення грязеємності зернистих фільтрів, ультрафільтрація.

Видалення з води тонкодисперсних завислих речовин і колоїдів методами агрегації. Коагуляція, флокуляція, властивості й характеристика колоїдів, основні фактори і закономірності коагуляції колоїдів солями алюмінію і заліза, контактна коагуляція, властивості й характеристика коагулянтів і флокулянтів, електрокоагуляція.

ЗМ1.2 Теоретичні основи технології очистки вод від гомогенних домішок (1,5/54)

*Навчальні елементи.* Адсорбційна очистка води, ізотерми і рівняння сорбції, типи сорбентів, адсорбери, десорбція газів і важколетучих органічних домішок. Екстракційна очистка.

Зміна іонного складу води методом іонного обміну, баромембранними технологіями і фізичними методами. Характеристика катіонітів, аніонітів, механізм дії та ізотерми обміну іонів. Обробка води випарюванням і виморожуванням. Електродіаліз води. Очистка води методом зворотного осмосу.

Біохімічна і біологічна очистка води. Аеробні й анаеробні типи бактерій, фази їх розвитку, кінетика біологічних процесів. аеробні біореактори. Видалення із води зоо- і фітопланктонних забруднень за допомогою риб і моллюсків.



Деструктивні методи очистки води. Знезаражування води сильними окислювачами, випромінюванням, електролізом.

### 1.3 Освітньо - кваліфікаційні вимоги.

Вміння (за рівнями сформованості) та знання	Сфера діяльності	Функції діяльності
<p>Фахівець повинен оволодіти знаннями щодо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретичних основ технології очистки вод;</li> <li>• методик розрахунку технологічних параметрів процесів очистки вод;</li> <li>• нормативно-правових документів з організації систем водного господарства; досвіду проектування і експлуатації очисних споруд;</li> <li>• принципів техніко-економічного обґрунтування інноваційних рішень розвитку водогосподарського комплексу.</li> </ul>	<p>Наукові дослідження в галузі технології очистки вод і захисту водних об'єктів від забруднення стічними водами.</p>	<p>Науково-дослідна робота.</p>
<p>Бакалавр повинен вивчити:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• процеси і методи очистки вод від забруднюючих домішок та можливість утилізації цінних компонентів;</li> <li>• конструкції очисних споруд, їх технологічні параметри та принцип дії;</li> <li>• методики розрахунку апаратів і споруд;</li> <li>• сучасні наукові досягнення в технології очистки вод і розробках конструкцій апаратів і споруд.</li> </ul>	<p>Виробнича</p>	<p>Проектувальна, виконавча</p>
<p>Бакалавр повинен вміти:</p> <p>аналізувати і приймати рішення щодо вибору процесів і методів очистки та найбільш раціональної технологічної схеми очистки вод з метою їх повторного використання в системах оборотного водопостачання та з точки зору охорони водних об'єктів від забруднення стічними водами;</p> <p>розробляти та обґрунтовувати вибір апаратів, споруд, технологічних схем очистки вод за діючими методиками;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• здійснювати розрахунки технологічних параметрів процесів очистки вод та модифікації елементів конструкцій діючих очисних споруд і апаратів;</li> <li>• використовувати технічну і нормативно-правову документацію, науково-технічну літературу та застосовувати набуті знання на практиці.</li> </ul>	<p>Соціально-виробнича</p>	<p>Проектувальна, виконавча, управлінська, організаційна.</p>

#### 1.4 Рекомендована основна навчальна література

1. Куликов Н.И., Найманов А.Я., Омельченко Н.П., Чернышов В.Н. и др. Теоретические основы очистки воды. Учебное пособие. Макеевка, «НОУЛИДЖ», 2009 - 298 с.
2. Запольський А.К., Мішкова-Клімченко Н.А., Астрелін І.М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. К. Лібра, 2000 – 552 с.
3. Берещук М.Я. Глупак О.М. Методичні вказівки для виконання курсового проекту та проведення практичних занять з курсу “Теоретичні основи технології очищення природних та стічних вод”, Харків ХДАМГ–2001–34с.
4. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – Киев, Наукова думка, 1980 – 564 с.
5. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды. – К., Наукова думка, 1991 – 568 с.
6. Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий. – М., Химия, 1980 – 396 с.
7. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л., Химия, 1982 – 169 с.
8. Смирнов Д.Н., Генкин В.Е. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. – М., Машиностроение, 1988 – 272 с.
9. Яковлев С.В. и др. Технология электрохимической очистки воды. Л., Стройиздат, 1987 – 312 с.
10. Брык М.Т.Цапюк Е.А.Ультрафильтрация – Киев, Наукова думка, 1989 –286 с.
11. Экологическая биотехнология. Под редакцией К.Ф. Фостера и Д.А.Дж. Вейза. Ленинград, Химия – 1990
12. Юровская Е.М. Микробиологическая очистка промышленных сточных вод. – Киев, Здоровье - 1984

## 1.5. Анотація програми дисципліни

### *Анотація програми навчальної дисципліни «Теоретичні основи технології очистки води»*

**Мета** дисципліни є підготовка фахівця з теоретичних основ очистки природних і стічних вод шляхом розширення і поглиблення набутих знань та забезпечення фундаментальної підготовки для вивчення спеціальних дисциплін.

**Предметом вивчення** дисципліни є теорія, методи, розрахунок з питань технології очистки природних та стічних вод для господарсько-питних і технологічних цілей на основі сучасних фундаментальних і прикладних наукових досліджень.

**Зміст:** характеристика домішок і забруднюючих речовин природних і стічних вод; класифікація домішок і забруднюючих речовин по фазово- дисперсному стану; існуюча класифікація природних вододжерел за геолого-географічними, гідрологічними, екологічними і ін. ознаками; основні вимоги до якісних показників води яка використовується для господарсько-питних і технічних цілей; характеристика реагентів, що використовуються для водопідготовки; теоретичні основи реагентної та електрохімічної коагуляції; шляхи інтенсифікації процесу коагуляції та флокуляції; теоретичні основи очистки води механічними методами від завислих речовин; теоретичні основи технологічного моделювання процесу видалення із води завислих речовин; теоретичні основи фільтрування суспензій через зернисті та мембранні перегородки; теоретичні основи промивки зернистих перегородок; методи інтенсифікації очистки води фільтруванням; теоретичні основи очистки води електрохімічними методами; теоретичні основи очистки води від органічних, біологічних та бактеріологічних забруднень фізико-хімічними деструктивними методами; теоретичні основи адсорбційної очистки води; теоретичні основи флотації домішок води; теоретичні основи екстракційної очистки води; теоретичні основи коректування іонного складу води за допомогою іонного обміну, термічних і хімічних методів; теоретичні основи біологічної очистки води в аеробних і анаеробних умовах.

*Аннотация программы учебной дисциплины "Теоретические основы технологии очистки вод "*

**Целью** дисциплины является подготовка специалиста по теоретическим основам очистки природных и сточных вод путем расширения и углубления приобретенных знаний и обеспечения фундаментальной подготовки для изучения специальных дисциплин.

**Предметом изучения** дисциплины является теория, методы, расчет по вопросам технологии очистки природных и сточных вод для хозяйственно-питьевых и технологических целей на основе современных фундаментальных и прикладных научных исследований.

**Содержание:** характеристика примесей и загрязняющих веществ природных и сточных вод; классификация примесей и загрязняющих веществ по фазово-дисперсному состоянию; существующая классификация природных водоисточников по геолого-географическими, гидрологическими, экологическими и др. признаками; основные требования к качественным показателям воды, которая используется для хозяйственно-питьевых и технических целей; характеристика реагентов, которые используются для водоподготовки; теоретические основы реагентной и электрохимической коагуляции; пути интенсификации процесса коагуляции и флокуляции; теоретические основы очистки воды механическими методами от взвешенных веществ; теоретические основы технологического моделирования процесса удаления из воды взвешенных веществ; теоретические основы фильтрования суспензий через зернистые и мембранные перегородки; теоретические основы промывки зернистых перегородок; методы интенсификации очистки воды фильтрованием; теоретические основы очистки воды электрохимическими методами; теоретические основы очистки воды от органических, биологических и бактериологических загрязнений физико-химическими деструктивными методами; теоретические основы адсорбционной очистки воды; теоретические основы флотации примесей воды; теоретические основы экстракционной очистки воды; теоретические основы корректирования ионного

состава воды с помощью ионного обмена, термических и химических методов; теоретические основы биологической очистки воды в аэробных и анаэробных условиях.

*The summary of the program of a subject matter "Theoretical bases of waters cleaning technology "*

**Purpose:** of discipline is preparation of specialist on theoretical bases of cleaning of natural and sewer waters by expansion and deepening of the purchased knowledges and providing of fundamental preparation for the study of the special disciplines.

**The subject of discipline** studying is a theory, methods, calculation on questions of technology of cleaning of natural and sewer waters for khozyaystvenno-pit'evykh and technological aims on the basis of modern fundamental and applied scientific researches.

**Content:** description of admixtures and contaminating matters of natural and sewer waters; classification of admixtures and contaminating matters on the dispersium state; existent classification of natural water resources on geo-, hydrological, ecological and other by signs; the basic requirements to the high-quality indexes of water which is used for technical aims; description of reagents which are used for waterpreparation; theoretical bases of reagentusing and electrochemical coagulation; ways of intensification of process of coagulation and flokulation; theoretical bases of water treatment by mechanical methods from the weighed matters; theoretical bases of filtration of suspensions through grainy and diaphragm partitions; theoretical bases of washing of grainy partitions; methods of intensification of water treatment by filtration; theoretical bases of water treatment by electrochemical methods; theoretical bases of water treatment from organic, biological and bacteriological contaminations by physical and chemical destructive methods; theoretical bases of adsorption water treatment; theoretical bases of flotation of water admixtures; theoretical bases of extraction water treatment; theoretical bases of adjustment of ionic composition of water by an ionic exchange, thermal and chemical methods; theoretical bases of biological water treatment in aerobic and anaerobic terms.

## 2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Теоретичні основи технології очистки вод».

#### 2.1 Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи

Таблиця 2.1- Розподіл обсягу навчальної роботи студента

Призначення, підготовка спеціалістів	Напрямок, спеціальність, освітньо - кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни денна/заочна
Кількість кредитів, відповідних ECTS -4 Модулів - 1 Змістових модулів -2 Загальна кількість годин-144	Напрями: 6.060106 «Гідротехніка» (Водні ресурси) Освітньо - кваліфікаційний рівень: бакалавр	Статус дисципліни - вибіркова Рік підготовки - 3-й Семестр - 6-й/6-й Лекції -32 год/10 год Практичні - 32 год/4 год Самостійна робота - 80 год/130 год Вид підсумкового контролю - екзамен, семестр - 6-й/6-й.

Структура робочої програми навчальної дисципліни «Теоретичні основи технології очистки вод» наведена у табл. 2.2

Таблиця 2.2 Структура навчальної дисципліни «Теоретичні основи технології очистки вод»

Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура, форма навчання)	Всього, кредит/годин	Семестри	Години						Екзамен, (семестр)	Залік, (семестр)
			Аудиторні	у тому числі		Самостійна робота	у тому числі			
				Лекції	Практичні заняття		Контрольні роботи	КП/КР		
6.060103, ВВ (денна)	4/144	6	64	32	32	80	-	39	6	-
6.060103, ВВ (заочна)	4/144	6	14	10	4	130	-	50	6	-

## 2.2 Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студентів.

а) денна форма навчання

Модулі, змістові модулі	Всього кредитів/годин	Форми навчальної роботи		
		Лекції	Практичні заняття	СРС
Модуль 1. «Теоретичні основи технології очистки вод»	4/144	32	32	80
ЗМ 1.1 Теоретичні основи технології очистки вод від гетерогенних домішок.	2,5/90	18	23	49
ЗМ 1.2 Теоретичні основи технології очистки вод від гомогенних домішок.	1,5/54	14	9	31

б) заочна форма навчання

Модулі, змістові модулі	Всього кредитів/годин	Форми навчальної роботи		
		Лекції	Практичні заняття	СРС
Модуль 1. «Теоретичні основи технології очистки вод»	4/144	10	4	130
ЗМ 1.1 Теоретичні основи технології очистки вод від гетерогенних домішок.	2,5/90	6	2,5	81,5
ЗМ 1.2 Теоретичні основи технології очистки вод від гомогенних домішок.	1,5/54	4	1,5	48,5

## 2.3. Зміст дисципліни

**Модуль 1. «Теоретичні основи технології очистки вод» (4/144)**  
**ЗМ 1.1. Теоретичні основи технології очистки вод від гетерогенних домішок(2,5/90)**

### **Тема 1. СКЛАД, ХАРАКТЕРИСТИКА ДОМІШОК І ЗАБРУДНЕНЬ ПРИРОДНИХ І СТИЧНИХ ВОД.**

Загальні поняття про домішки води та забруднення техногенного, антропогенного і природного походження. Фізичні, хімічні, органолептичні, бактеріологічні, екологічні показники якості води. Класифікація природних вод жорсткості, мінералізації, бактеріальній забрудненості. Зміна якості природних вод під впливом антропогенної та техногенної дії, в результаті дії кислотних дощів, термального забруднення, скиду біогенних забруднень зі стічними водами. Основні вимоги водоспоживачів до якості води що використовується в

господарсько-питному, технічному і сільськогосподарському водопостачанні. Класифікація домішок по фазово-дисперсному стану та орієнтований вибір процесів і способів (методів) очистки води на її основі.

## **Тема 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН МЕХАНІЧНИМИ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ.**

Основні властивості і характеристика завислих речовин. Седиментаційні методи видалення грубодисперсних речовин. Основні закономірності видалення грубодисперсних завислих речовин у гравітаційному, центробіжному, електричному полях і завислому шарі. Технологічне моделювання процесів очищення води у відстійниках і освітлювачах із завислим шаром осаду. Особливості видалення завислих речовин в горизонтальних, вертикальних та радіальних відстійниках, напірних та безнапірних гідроциклонах, центрифугах, освітлювачах, електроапаратах

## **Тема 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ВОДИ МЕТОДОМ ФЛОТАЦІЇ І ЕЛЕКТРОФЛОТАЦІЇ.**

Особливості механізму дії флотації і електрофлотації. Адсорбція на кордоні розподілу фаз рідина - газ. Ізотерми поверхневого натягнення і адсорбції. Рівняння Гіббса, Шишковського. Вплив ПАР на ефективність флотації.

## **Тема 4. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОСВІТЛЕННЯ ВОДИ ФІЛЬТРУВАННЯМ.**

Типи і характеристика фільтрувальних перегородок. Закономірності процесу видалення тонкодисперсних завислих речовин (фільтрування через зернисті перегородки). Технологічні параметри процесу фільтрування. Теоретичні основи підвищення ефективності фільтрування і промивки зернистих фільтрів. Особливості видалення із води тонкодисперсних завислих домішок баромембранними технологіями. Класифікація фільтрів і їх конструктивні особливості.

## **Тема 5 . ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИДАЛЕННЯ З ВОДИ ТОНКОДИСПЕРСНИХ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН І КОЛОЇДІВ МЕТОДАМИ АГРЕГАЦІЇ ДОМІШОК.**

Коагуляція і флокуляція. Види коагулянтів і флокулянтів та їх характеристика. Фізико-хімічні основи теорії процесу коагуляції колоїдів. Теоретичні основи процесу коагуляції з використанням алюмінієвих і залізних коагулянтів. Інтенсифікація процесу коагуляції і флокуляції. Теоретичні основи електрохімічної очистки вод. Технологічні параметри, схеми і конструкції апаратів електрохімічної обробки води. Технологічні обробки води і принципи



будови апаратів для електролізу. Класифікація електрохімічних методів. Особливості контактної та електрохімічної очистки води.

### **ЗМ 1.2. Теоретичні основи технології очистки води від гомогенних домішок (1,5/54)**

#### **Тема 6 (1). ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АДСОРБЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ.**

Основні поняття. Ізотерми сорбції Фрейндліха, Ленгмюра. Рівняння Гіббса, Шишковського. Адсорбція в статичних і динамічних умовах. Абсорбція і десорбція газів. Сорбенти природні і синтетичні, їх властивості і методи виробництва. Методи регенерації сорбентів. Аерація в технології очистки води. Адсорбери суцільним та псевдозрідженим шаром. Особливості конструкції адсорберів в залежності від дисперсного складу адсорбентів. Багатоступенева адсорбція. Основи екстракційного видалення із води цінних компонентів.

#### **Тема 7 (2). ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗМІНИ ІОННОГО СКЛАДУ ВОДИ МЕТОДОМ ОБМІНУ ІОНІВ, БАРОМЕМБРАННИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ І ФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ.**

Корегування іонного складу домішок води за допомогою методів дистиляції, виморожування, електродіалізу, зворотного осмосу, іонного обміну. Види і властивості іонітів. Теоретичні основи іонного обміну (ізотерми обміну)

#### **Тема 8 (3). ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОЛОГІЧНОЇ І БІОХІМІЧНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ.**

Видалення із води зоо- і фітопланктонних забруднень за допомогою риб і моллюсків. Аеробні й анаеробні типи бактерій, фази їх розвитку в процесі знезаражування стічних вод і осаду. Кінетика біологічних процесів очистки стічних вод. Фактори, що впливають на окислювальну дію мікроорганізмів. Аеробні біореактори в технології очистки води.

#### **Тема 9 (4). ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДЕСТРУКТИВНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ.**

Використання сильних окислювачів, випромінювання, електрохімічних методів для знезаражування і дезодорації води. Вплив випромінювання (електромагнітного, ультрафіолетового, іонізуючого) на людину та інші живі організми.

## 2.4. Лекційний курс

№ теми	Зміст	Кількість годин за напрямом 6.060103	
		Навчання	
		Денне	Заочне
	<b>ЗМ 1.1 Теоретичні основи технології очистки вод від гетерогенних домішок.</b>	<b>18</b>	<b>6</b>
1.	Склад, характеристика домішок і забруднень природних і стічних вод	3	1
2.	Теоретичні основи видалення завислих речовин механічними і електрохімічними методами	4	2
3.	Теоретичні основи видалення забруднень води методами флотації й електрофлотації.	3	1
4.	Теоретичні основи освітлення води фільтруванням	4	1
5.	Теоретичні основи видалення з води тонкодисперсних завислих речовин і колоїдів методами агрегації домішок.	4	1
	Всього за змістовим модулем ЗМ 1.1	18	6
	<b>ЗМ 1.2 Теоретичні основи технології очистки вод від гомогенних домішок.</b>	<b>14</b>	<b>4</b>
6.	Теоретичні основи адсорбційної очистки води	4	1
7.	Теоретичні основи зміни іонного складу методом обміну іонів, баромембранними технологіями і фізичними методами	4	1
8.	Теоретичні основи біологічної і біохімічної очистки вод.	3	1
9.	Теоретичні основи деструктивної очистки води	3	1
	Всього за змістовим модулем ЗМ 1.2	14	4
	<b>Всього лекційне навантаження за модулем</b>	<b>32</b>	<b>10</b>

## 2.5. Практичні заняття

№ теми	Зміст	Кількість годин за напрямом 6.060103	
		Навчання	
		Денне	Заочне
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	<b>ЗМ 1.1 Теоретичні основи очистки вод від гетерогенних домішок</b>	<b>23</b>	<b>2,5</b>
1.	Аналіз фізико - хімічних показників якості природних і стічних вод за результатами хіміко - аналітичного контролю.	2	1,5
2.	Аналіз седиментаційних кривих. Розрахунки технологічних параметрів споруд і апаратів механічної очистки води.	2	
3.	Розробка схем структури міцел коагулянтів в нейтральних, кислих та лужних середовищах. Реакції гідролізу реагентів.	2	
4.	Розрахунки технологічних параметрів процесів фільтрування і промивки загрузки фільтрів.	1	

Продовження табл.

1	2	3	4
5.	Розрахунок установок для електрохімічної очистки вод	14	1
	Поточний контроль зі ЗМ 1.1	2	-
	<b>ЗМ 1.2 Теоретичні основи технології очистки вод від гомогенних домішок.</b>	<b>9</b>	<b>1,5</b>
6.	Визначення необхідної кількості ступенів адсорбційної очистки вод в статичних умовах.	2	1,5
7.	Розрахунки іонообмінної установки	2	
8.	Розрахунки споруд біологічної очистки стічних вод	3	
	Поточний контроль зі ЗМ 1.2	2	
	<b>Всього практичні заняття з модуля</b>	<b>32</b>	<b>4</b>

## 2.6 Самостійна навчальна робота студента.

### а) денна форма навчання

№ п/п	Зміст	№ теми	Затрати часу, год
1.	Ознайомитись з фактичними показниками якості вододжерел України, зробити порівняння з діючими класифікаціями домішок та визначити можливі процеси і методи поліпшення якості води для питних потреб.	1	6
2.	Визначити характерні відмінності конструкцій споруд для очистки вод механічними методами від гетерогенних домішок	2	4
3.	Розглянути теоретичні переваги і недоліки диспергування повітря механічними, електрохімічними і хімічними методами в процесі очистки вод флотацією	3	4
4.	Зробити порівняння особливостей використання мембранних фільтрів в процесах мікрофільтрації, ультрафільтрації і гіперфільтрації	7	4
5.	Систематизувати сучасні уявлення щодо механізмів реагентної, електростатичної та електроконтактної коагуляції.	2	4
6.	Особливості електрохімічної очистки стічних вод, що містять емульсовані масла, ціаніди, солі кольорових металів	5; 9	30
7.	Зробити порівняння ефективності дії сильних окислювачів (хлору, озону, благородних металів) і випромінювання (іонізуючого, електромагнітного, ультрафіолетового) на домішки поверхневих вод та наслідків для водокористувачів і живих організмів.	9	8
8.	Види і властивості зернистих фільтрувальних перегородок	4	2
9.	Особливості адсорбції в динамічних умовах в процесі видалення з води синтетичних поверхнево активних речовин (СПАР).	6	6
10	Багатоступенева екстракція як регенеративний метод утилізації цінних домішок стічних вод.	6	6
11	Особливості анаеробного бродіння в процесах знезаражування осаду міських стічних вод. Ступеневі біореактори в процесах очистки води від органічних домішок	8	6
	<b>Всього</b>		<b>80</b>

## б) заочна форма навчання

№ п/п	Зміст	№ теми	Затрати часу, год
1.	Ознайомитись з фактичними показниками якості вододжерел України, зробити порівняння з діючими класифікаціями домішок та визначити можливі процеси і методи поліпшення якості води для питних потреб.	1	8
2.	Визначити характерні відмінності конструкцій споруд для очистки вод механічними методами від гетерогенних домішок	2	10
3.	Розглянути теоретичні переваги і недоліки диспергування повітря механічними, електрохімічними і хімічними методами в процесі очистки вод флоатацією	3	6
4.	Зробити порівняння особливостей використання мембранних фільтрів в процесах мікрофільтрації, ультрафільтрації і гіперфільтрації	7	8
5.	Систематизувати сучасні уявлення щодо механізмів реагентної, електростатичної та електроконтактної коагуляції.	2	8
6.	Особливості електрохімічної очистки стічних вод, що містять емульсовані масла, ціаніди, солі кольорових металів	5; 9	40
7.	Зробити порівняння ефективності дії сильних окислювачів (хлору, озону, благородних металів) і випромінювання (іонізуючого, електромагнітного, ультрафіолетового) на домішки поверхневих вод та наслідків для водокористувачів і живих організмів.	9	10
8.	Види і властивості зернистих фільтрувальних перегородок	4	8
9.	Особливості адсорбції в динамічних умовах в процесі видалення з води синтетичних поверхнево активних речовин (СПАР).	6	8
10	Багатоступенева екстракція як регенеративний метод утилізації цінних домішок стічних вод.	6	8
11	Особливості анаеробного бродіння в процесах знезаражування осаду міських стічних вод. Ступеневі біореактори в процесах очистки води від органічних домішок	8	16
	<b>Всього</b>		<b>130</b>

## 2.7. Курсова робота

Метою роботи “Розрахунок установки для електрохімічної очистки води” є закріплення теоретичних знань, формування умінь та професійних навичок при проектуванні технологічних схем електрохімічної очистки природних та стічних вод.

Робота виконується студентами за такими напрямками:

- розрахунок електрокоагуляторів для очищення стічних вод, що містять емульсовані масла;
- розрахунок апаратів для очищення стічних вод, що містять ціаніди та іони кольорових металів;
- розрахунок електрокоагулятора для очищення стічних вод, що містять іони кольорових металів;
- розрахунок коагуляторів для очищення природних вод.

Роботою передбачається: теоретичне обґрунтування вибору методу очистки із теоретично можливих в умовах завдання на проектування, електрохімічного апарата і технологічної схеми очистки, визначення факторів які забезпечують оптимальний режим очищення, виконання розрахунку технологічних параметрів і технічних характеристик апарату, визначення питомих витрат електроенергії, металу електродів на одиницю оброблюваної рідини, визначення параметрів що підлягають автоматизації, оцінка можливості повторного використання очищеної води та утилізація корисних компонентів.

Розрахунково - пояснювальна записка обсягом 12-15 сторінок на листах формату А-4 повинна складатись з таких структурних частин:

- титульний аркуш
- індивідуальне завдання на виконання роботи
- зміст
- вступ
- основна частина
- висновки
- список використаної літератури і нормативних джерел.

Курсова робота.

Денна і заочна форми навчання.

Тема «Очистка природних і стічних вод електрохімічними методами»

№ п/п	Зміст	Обсяг, стор.	Годин
1.	<b>Вступ</b>	1	0,5
2.	<b>Основна частина</b>	15-17	38
2.1	Теоретичне обґрунтування вибору електрохімічного методу очистки, відповідної до завдання на проектування, категорії вод.	8-10	20
2.2	Розрахунок технічних і технологічних параметрів електроапарата	4	10
2.3	Розробка технологічної схеми очистки води та описання принципу її дії.	3	8
3.	<b>Висновки</b>	1	1
4.	<b>Література</b>	1	0,5
<b>Всього</b>		<b>18-20</b>	<b>40</b>

### 3. ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ТА СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ

#### а) денна форма навчання

<b>Види та засоби контролю (тестування, курсова робота)</b>	<b>Розподіл балів, %</b>
Поточний контроль зі змістових модулів	
<b>ЗМ 1.1. Теоретичні основи технології очистки вод від гетерогенних домішок</b> - модульний контроль (тестування).	28
<b>ЗМ 1.2. Теоретичні основи технології очистки води від гомогенних домішок</b> - модульний контроль (тестування).	20
<b>Курсова робота</b> - індивідуальний захист результатів виконання роботи	12
Підсумковий контроль - тестування	40
<b>Всього за модулем</b>	<b>100</b>
<p>Модульний поточний тестовий контроль виконується студентами по закінченню теоретичного курсу відповідного змістового модуля. Обсяг модульного контрольного теста складає 120-150 балів.</p> <p>Формою підсумкового контролю з модуля є екзамен який проводиться тестуванням (обсяг екзаменаційного теста - 120-150 балів)</p> <p>Курсова робота оцінюється в 50 балів. Оцінювання курсової роботи виконується за результатами поетапного поточного контролю (60% балів) і підсумкового за результатами захисту (40% балів).</p> <p>Набрана кількість балів з модульних і підсумкового видів контролю складають рейтинг студента з дисципліни. Результати рейтингу перераховуються в оцінки за національною і ECTS шкалою.</p>	

#### б) заочна форма навчання

Контроль рівня знань і умінь з курсу завершується екзаменом, Екзаменаційний тест обсягом 120 - 150 балів формується з тест - завдань різних типів відкритої і закритої форм і включає питання зі всіх тем курсу. В рейтингову оцінку теоретичних знань враховуються результати поточного контролю виконання студентами самостійної роботи. Результати рейтингу переводяться в національну 4-х бальну систему оцінювання за відповідною шкалою. Курсова робота оцінюється в 50 балів.

## Курсова робота.

Денна і заочна форми навчання.

№ п/п	Види та засоби контролю	Розподіл балів, %
1.	Теоретичне обґрунтування вибору методу очистки відповідної категорії вод. Поточний контроль.	30
2.	Розрахунково-графічна частина й оформлення роботи у відповідності до вимог методичних вказівок. Поточний контроль	30
3.	Підсумковий контроль за результатами захисту роботи.	40
<b>Всього курсова робота</b>		<b>100</b>
Поточний контроль виконується для діагностики індивідуальних досягнень за результатами перевірки поетапного письмового виконання індивідуальних завдань з проектування схеми електрохімічної установки для очистки вод.		

### 3.1 Порядок поточного оцінювання знань студентів

#### а) Денне відділення

Програмою навчальної дисципліни передбачені лекції, практичні заняття, самостійна і курсова роботи. Контроль рівня знань завершується екзаменом.

Поточний модульний контроль рівня знань завершується виконанням студентами письмових тестів. Поточне оцінювання проводиться на практичних заняттях в усній формі з відповідною відміткою в журналі викладача і повідомленням студенту результату контролю. Результати поточного контролю враховуються в підсумковій атестації.

Об'єктами поточного контролю є активність і результативність роботи студента з теоретичним програмним матеріалом дисципліни, системність і стабільність в самостійній роботі, виконання і захист індивідуальних завдань, наявність пропусків занять та їх відпрацювання, активність при виконанні практичних завдань, системність і результативність самостійної роботи з виконання етапів і всієї курсової роботи.

Результати поточного контролю формують рейтингову оцінку, враховуються в підсумковій атестації з навчальної дисципліни. Рейтингові оцінки перераховуються в оцінки за національною і ECTS шкалами у відповідності до затвердженої в ХНАМГ системи оцінювання (табл. 3.1).



Таблиця 3.1 Шкала перерахунку відсотків балів рейтингу в оцінки.

<b>% набраних балів</b>	<b>Оцінка за національною шкалою</b>	<b>Оцінка за шкалою ECTS</b>
більше 90 - 100 включно	відмінно	A
більше 80 - 90 включно	добре	B
більше 70 - 80 включно		C
більше 60 - 70 включно	задовільно	D
більше 50 - 60 включно		E
більше 25 -50 включно	незадовільно з можливістю повторного складання	FX

#### б) Заочне відділення

Програмою навчальної дисципліни передбачені лекції, практичні заняття, курсова і самостійна роботи.

Підсумковий контроль рівня знань і умінь з курсу завершується письмовим екзаменом. Обсяг екзаменаційного теста складає 120-150 балів. В рейтингову оцінку враховуються результати поточного контролю який виконується на практичних заняттях в усній або в письмовій тестовій формі. Довжина тесту не повинна перевищувати 130 балів з кожного змістового модуля. Результати рейтингового оцінювання переводяться в 4-х бальну систему оцінок за прийнятою шкалою (табл. 3.1).

#### 4. ІНФОРМАЦІЙНО - МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

№ п/п	Бібліографічні описи. Інтернет адреси.	ЗМ де засто- совується
<b>1. Рекомендована основна навчальна література</b>		
1.	Куликов Н.И., Найманов А.Я., Омельченко Н.П., Чернышов В.Н. и др. Теоретические основы очистки воды. Учебное пособие. Макеевка, «НОУЛИДЖ», 2009 - 298 с.	1,2
2.	Запольський А.К., Мішкова-Клімченко Н.А., Астрелін І.М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. К. Лібра, 2000 – 552 с.	1,2
3.	Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – Киев, Наукова думка, 1980 – 564 с.	1,2
<b>2. Додаткові джерела</b>		
1.	Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды. – К., Наукова думка, 1991 – 568 с.	1,2
2.	Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий. – М., Химия, 1980 – 396 с.	1,2
3.	Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л., Химия, 1982 – 169 с.	1,2
4.	Смирнов Д.Н., Генкин В.Е. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. – М., Машиностроение, 1988 – 272 с.	1,2
5.	Яковлев С.В. и др. Технология электрохимической очистки воды. Л., Стройиздат, 1987 – 312 с.	1,2
6.	Брык М.Т., Цапюк Е.А. Ультрафильтрация – Киев, Наукова думка, 1989 – 286 с.	1,2
7.	Экологическая биотехнология. Под редакцией К.Ф. Фостера и Д.А. Дж. Вейза. Ленинград, Химия – 1990	1,2
<b>3. Методичне забезпечення</b>		
1.	Берещук М.Л., Тихонюк-Сидорчук В.О. Методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань з курсу «Теоретичні основи технології очистки вод» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 6.092600 «Водопостачання та водовідведення»), Харків-ХНАМГ-2008 - 31с.	1,2
2.	Тест- завдання для самостійної роботи студентів з дисципліни "Теоретичні основи технології очистки води." (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання напрямів підготовки 0926 «Водні ресурси», 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)», спеціальності 6.092600 "Водопостачання та водовідведення"). Укл.: Берещук М.Я., Тихонюк-Сидорчук В.О. - Харків: ХНАМГ, 2009. - 37 с.	1,2

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Берещук Микола Якович**

Програма навчальної дисципліни та робоча програма дисципліни «**Теоретичні основи технології очистки води**» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 Гідротехніка (Водні ресурси).

Комп'ютерна верстка: *І.О. Храпко*

План 2010, поз. 74 Р

---

Підп. до друку 13.12.2010 р.

Друк на ризографі

Тираж 10 пр.

Формат 60x84 1/16

Ум. друк. арк. 1,1

Зам. № 6670

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731 від 19.12.2001