

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»**

Хіміко-технологічний факультет

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан хіміко-технологічного
факультету

_____ І.М. Астрелін
(підпис)

“30 ” червня 2018 р.

“ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХІМІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВОДИ”

шифр за ОПП 5/с

**ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

**рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(шифр і назва)**

**освітня програма хімічні технології та інженерія
(ОПП/ОНП, назва)**

спеціалізація Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення

Ухвалено методичною комісією
хіміко-технологічного факультету
Протокол № 6 від 21 червня 2018 р.
Голова методичної комісії
_____ О.В. Сангінова
« 21 » червня 2018 р.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Доцент, к.т.н. Толстопалова Наталія Михайлівна

(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри
технології неорганічних речовин, водоочищення
та загальної хімічної технології

Протокол № 13 від «13» червня 2018 року

В.о. завідувача кафедри ТНР, В та ЗХТ

«13» червня 2018 р. Н.М. Толстопалова

Вступ

Програму навчальної дисципліни «Теоретичні основи хімії та технології води» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія спеціалізації Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки.

Статус навчальної дисципліни за вибором студентів.

Обсяг навчальної дисципліни 7 кредитів ЄКТС.

Міждисциплінарні зв'язки:

Дисципліна "Теоретичні основи хімії та технології води" з займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з технології неорганічних речовин та водоочищення. Навчальний матеріал дисципліни "Теоретичні основи хімії та технології води" базується на знаннях нормативних дисциплін «Фізика», «Загальна та неорганічна хімія», «Прикладна хімія».

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета навчальної 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. Після засвоєння навчальної дисципліни «Теоретичні основи хімії та технології води» студент має продемонструвати здатність використовувати теоретичні основи хімії та технології води для розробки технологічних режимів і схем водопідготовки. Після засвоєння дисципліни «Теоретичні основи хімії та технології води» студент має продемонструвати базові уявлення про різноманітність об'єктів хімічної технології, промисловості, хімічної продукції, базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загально професійних дисциплін.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Теоретичні основи хімії та технології води» мають продемонструвати **знання** – основних вимог, які ставляться до якості води різноманітного призначення; характеристик та класифікації домішок, які присутні у воді; методів та апаратурного обладнання процесів видалення із води домішок; умови створення та експлуатації екологічно чистих систем зворотнього водопостачання. **Уміння** складати принципові технологічної схеми підготовки води (обирати тип хімічних апаратів і визначити їх головні конструктивні параметри, розраховувати параметри технологічних режимів) для технічного завдання. **Набути досвід** розробки технологічних режимів і схем водопідготовки.

2. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 1. Теоретичні основи хімії та технології води 1. Управління водними ресурсами.

Розділ 1. Вимоги до якості води.

Водні ресурси. Водні ресурси земної кулі і країни. Сучасний стан водних ресурсів. Найважливіші ресурси прісної води. Кругообіг води в природі. Запаси води гідрологічного циклу. Класифікація водних джерел. Вимоги, які ставляться до води різноманітного походження. Користувачі і споживачі водних ресурсів. Оцінювання якості води. Вимоги споживачів до якості води. Санітарно-токсикологічна характеристика хімічних домішок води. Характеристика мікробіологічних і біологічних забрудників води. Санітарно-токсикологічна характеристика домішок води. Природні та стічні води – багатокомпонентні гетерогенні системи. Вода, як хімічна сполука. Аномальні властивості води.

Розділ 2. Методи водопідготовки.

Класифікація домішок та забруднювачів води за їх фазово-дисперсним станом. Універсальність класифікації Кульського Л.А. Характеристика домішок I-ої групи. Характеристика домішок II-ої групи класифікації. Характеристика домішок III-ої групи класифікації. Характеристика домішок IV-ої групи класифікації. Значення класифікації домішок води, розробленої Л.А. Кульським, для вибору альтернативних методів видалення із води домішок.

Кредитний модуль 2. Теоретичні основи хімії та технології води 2. Технологічні схеми і обладнання.

Розділ 1. Фізико-хімічні основи процесів водопідготовки.

Тема 1. Механічні безреагентні методи обробки води. Безреагентні методи обробки води, сфера їх застосування. первинне очищення води. Проціджування через решітки й сітки. Теоретичні основи процесу відстоювання домішок. Рівняння Стокса та його застосування до процесу осаджування грубо дисперсних домішок. Гідравлічна крупність частинок і її визначення. Обладнання механічних методів підготовки води. Конструкції та принцип дії пісковловлювачів, нафтомасловловлювачів, циклонів, центрифуг, горизонтальних, вертикальних, радіальних, тонкошарових відстійників.

Видалення з води завислих речовин за допомогою фільтрування, сфера застосування методу. Класифікація фільтрів із зернистим завантаженням. Стадії фільтроциклу. Вимоги до зернистого завантаження фільтрів. Головні конструктивні елементи й принципи дії самопливних та напірних фільтрів. Прояснювачі із завислим шаром осаду – акселератори. Двопотоківі фільтри.

Тема 2. Методи покращення якості води за допомогою флотації. ПП 2.14.02.02

Суть флотаційного методу видалення з води завислих речовин і сфера його застосування. Чинники, що впливають на ефективність флотації. Порівняльна характеристика напірної та вакуумної флотації. Типові схеми напірної флотації: прямотечійні, частково прямотечійні, рециркуляційні. Принцип дії флотаторів: імперного, з пористими ковпачками, електрофлотатора, флотатора системи «Аерофлотор».

Тема 3. Коагуляційна обробка води.

Суть методу коагуляційної обробки води та сфера його застосування. Фізико-хімічні основи процесу коагулювання домішок води. Колоїдні системи, їх будова та властивості. Кінетична й агрегативна стійкість колоїдних систем. Стадії утворення та будова міцели, подвійний електричний шар. Головні положення теорії стійкості ліофобних золь. Коагулянти, що використовують для обробки води і вимоги до них. Доза коагулянту та її вибір. Флокулянти, що використовують у процесах очищення води. Елементи схем очищення води за допомогою коагуляції та флокуляції: основне та допоміжне обладнання, конструктивні особливості та принцип дії камер пластівцеутворення, прояснювачів. Новітні методи коагуляційної очистки води.

Тема 4. Окислювальні методи в процесах водопідготовки.

Суть окиснювальних методів знезараження води й сфера їх застосування. Хлорування води: дія хлору на бактерії та мікроорганізми, мінеральні й органічні домішки води. Показники хлорування води, доза хлору, способи її знаходження. Хлоровмісні реагенти, що використовують у процесах знезараження води. Озонування води: переваги та недоліки методу знезараження води за допомогою озону. Основне апаратне обладнання відділення знезараження води реагентним методом. Обробка води іонами благородних металів (олігодинамія). Фізико-хімічні методи знезараження води.

Тема 5. Очистка води за допомогою твердих сорбентів і екстракції.

Видалення з води домішок за допомогою твердих сорбентів. Суть фізичної адсорбції, сфера застосування методу. Динаміка процесу адсорбції: модель Шилова, вихідні криві процесу сорбції. Сорбенти, що використовують у процесах водопідготовки. Методи регенерації сорбентів. Типи схем та обладнання адсорбційної очистки води. Адсорбери з нерухомим, рухомим та псевдозрідженим шаром сорбенту.

Тема 6. Біохімічні методи в процесах водопідготовки.

Фізико-хімічні основи та суть екстракційного методу видалення з води домішок, сфера використання методу. Екстрагенти, що застосовують у процесах водопідготовки, і вимоги до них. Обладнання екстракційних установок: екстракційні колони, роторно-дисковий екстрактор. Методи регенерації екстрагентів.

Біохімічне очищення води. Суть і сфера застосування біохімічних методів очищення води. Способи біохімічного очищення. Характеристики активного мулу

та біоплівки. Біологічне споживання кисню. Вимоги до води, яка проходить біохімічну обробку. Природні та штучні споруди біохімічного очищення. Конструктивні особливості й гідродинамічний режим роботи аеротенків та біофільтрів. Основні складові принципової технологічної схеми біохімічного очищення води. Загальні положення анаеробної обробки води та осадів. Конструктивні особливості метантенків.

Тема 7. Методи демінералізації води.

Класифікація методів пом'якшення та знесолення води. Суть і сфера застосування термічних методів. Реагентні методи: фізико-хімічні основи, реагенти, що використовують у процесах обробки води та їх порівняльна характеристика. Апаратурне оснащення відділень реагентної обробки води. Теоретичні основи та сфера застосування методу пом'якшення й знесолення води за допомогою іонного обміну. Марки іонітів, їх будова та властивості. Хімізм і рівновага реакцій іонного обміну. Динаміка процесу іонного обміну. Типові схеми пом'якшення та знесолення води за допомогою методу іонного обміну. Принцип дії та конструктивні особливості фільтрів іонного обміну й фільтрів змішаної дії. Регенерація іонітів, реагенти, що застосовують у процесах регенерації. Сутність та сфера застосування інших методів очищення води: дистиляція, зворотній осмос, електродіаліз. Порівняльна техніко-економічна характеристика методів знесолення води.

Кредитний модуль 3. Теоретичні основи хімії та технології води 3. Курсова робота.

Тематика, завдання та вимоги до курсової роботи детально описані в робочій програмі відповідного кредитного модулю –“ Теоретичні основи хімії та технології води 3 Курсова робота” та в МР [11].

3. Заплановані види навчальної діяльності та методи навчання

Рекомендована тематика практичних занять

Основні завдання циклу практичних занять з дисципліни ”Теоретичні основи хімії та технології води” є закріплення теоретичних знань, що набуті на лекціях та при самостійній роботі, для вирішення конкретних практичних завдань та прикладів з фахового напрямку. Для цього на практичних заняттях детально вивчаються принципи розрахунків кількості реагентів, основного і допоміжного обладнання водопідготовки.

Приблизна тематика практичних занять:

Основні характеристики та величини, які використовуються у водопідготовці, їх розмірність.

Основи складання балансів водних потоків.

Розрахунки потужності станції підготовки води. Витрати води на власні потреби підприємства.

Складання технологічних схем обробки води за таблицями Л. А. Кульського.

Розрахунки загальних конструктивних елементів освітлювачів різних типів.

Вибір режимів, типів та розрахунки механічних фільтрів.

Вибір реагентів та розрахунки їх витрат у процесах пом'якшення і знесолення води.

Рекомендований перелік лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів)

Мета лабораторних робіт з дисципліни "Теоретичні основи хімії та технології води" – ознайомитися з основними показниками якості води, способами та методиками визначення деяких із них: кольоровості, запаху, лужності, кислотності, солевмісту, твердості тощо. Крім цього, студенти набувають уміння визначати характеристики реагентів, речовин та матеріалів, що використовують у процесах водопідготовки, наприклад об'ємну ємність іонітів.

Приблизний перелік лабораторних робіт:

Визначення фізичних показників води.

Визначення лужності, кислотності та вмісту вуглекислоти в пробах природної води.

Визначення сухого залишку в зразках природних вод, втрат при прожарюванні та окисності.

Визначення оптимальних доз коагулянтів.

Визначення динамічної обмінної ємності катіоніту.

Пом'якшення природної води.

Рекомендовані індивідуальні завдання

Метою індивідуальних завдань дисципліни "Теоретичні основи хімії та технології води" є стимулювання студентів до самостійного осмислення теоретичного і фактичного матеріалу, самостійного виконання навчальних завдань, формування вміння пошуку та аналізу інформації з програмного матеріалу (в т. ч. з використанням Internet) і творчого, продуктивного, обґрунтованого рішення задач, наближених до реальних фахових ситуацій.

За навчальним планом передбачено 1 курсову роботу. Тематика, завдання та вимоги до курсової роботи детально описані в робочій програмі відповідного кредитного модулю – курсової роботи з дисципліни "Теоретичні основи хімії та технології води".

Завдання ДКР: складання принципової схеми підготовки води в залежності від походження вихідної і призначення обробленої води на основі класифікації домішок.

4. Оцінювання результатів навчання

Семестрова атестація проводиться:

Семестрова атестація проводиться у виді екзамену. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.

5. Рекомендована література

1. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
2. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води – К.: Вища шк., 2005 – 671 с.
3. Кульский Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – К.: Наук. думка, 1980. – 564 с.
4. Кульский Л. А., Гороновский И. Т., Когановский А. М., Шевченко М. А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. – К.: Наук. думка, 1980. – Ч. 1, 2. – 1206 с.
5. Водоподготовка: Справочник. /Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
6. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды/ Под ред. Гончарука. – К.: Наукова думка, 2005. – 400 с.
7. Левківський С.С., Падун М.М. Раціональне використання і охорона водних ресурсів. – К.: Либідь, 2006. – 280с.
8. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
9. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
10. Кишневський В.А. Технологии подготовки воды в энергетике. - Одесса: Фенікс, 2008 – 400 с.
11. Методичні вказівки до виконання курсової, контрольної та лабораторних робіт з дисципліни “Теоретичні основи хімії та технології водопідготовки” для студентів ХТФ спеціальності 6.091602 “Хімічна технологія неорганічних речовин” /Уклад. І. М. Астрелін, Н. М. Толстопалова, Т. А. Каменська та ін. - К.: ІВЦ “Видавництво <Політехніка>”, 2002. - 48с.