

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. І. СІКОРСЬКОГО»  
Хіміко-технологічний факультет

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан хіміко-технологічного  
факультету

\_\_\_\_\_ І.М. Астрелін  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” червня 2018 р.

\_\_\_\_\_ І.М. Астрелін  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**“Прикладні розділи технології неорганічних речовин”**

**ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**

підготовки **бакалавр** (назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму **6.051301 – хімічна технологія**  
(шифр і назва)

**шифр за ОПІ 2.2.12**

Ухвалено методичною комісією  
хіміко-технологічного факультету  
Протокол № 6 від 21 червня 2018 р.  
Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ О.В. Сангінова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

К.т.н., ст. викл. Лапінський Андрій Вікторович \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(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

\_\_\_\_\_  
(підпис) Н.М. Толстопалова  
(ініціали, прізвище)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 р.

© НТУУ «КПІ», 2018 рік

## Вступ

Програму навчальної дисципліни "Прикладні розділи хімічної технології неорганічних речовин" (ХТНР) складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напрямку 6.051301 Хімічна технологія.

Навчальна дисципліна належить до циклу дисциплін вільного вибору студентів (професійна складова) і являється базисною для профільюючих дисциплін в навчальному плані підготовки фахівців професійного спрямування «Хімічні технології неорганічних речовин».

Методичною основою вивчення і викладення дисциплін є всебічний і, в тому числі, критичний розгляд і аналіз існуючих і перспективних вітчизняних і зарубіжних технологічних систем з виробництва мінеральних кислот і солей, технологій зв'язаного азоту і хімічних добрив, їх апаратурного оформлення з чітким виділенням завдань і обов'язків, що покладаються на фахівців з освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра з хімічної технології або виникають при їх професійній діяльності, а саме:

- кваліфікований вибір оптимального технологічного режиму і оперативне його підтримання як в окремому хіміко-технологічному агрегаті (реактор, скруббер, контактний апарат, гранулятор, випарник, екстрактор та ін.), так і в технологічній лінії в цілому при виробництві неорганічної та суміжної продукції;
- організація грамотної експлуатації основного і допоміжного хімічного обладнання виробництва мінеральних добрив в процесі його роботи (основні хімічні апарати, а також насоси, дозувальники, живильники, внутрішньоцехові транспортні мережі тощо);
- організація поточного контролю і оперативного дистанційного керування технологічними процесами за показниками КВП і засобів автоматизації, в тому числі з застосуванням комп'ютерної техніки і сучасних систем типу АСК ТП;
- аргументований аналіз позитивних сторін та недоліків технологічних процесів на основі науково-технічних, техніко-економічних, маркетингових, менеджерських, екологічних та соціальних оцінок застосованих інженерних рішень з наробкою і реалізацією обґрунтованих пропозицій і рекомендацій в напрямку вдосконалення конкретних виробничих процесів за фахом.

Викладення дисципліни «Прикладні розділи ХТНР» передбачає послідовне і систематичне її вивчення у взаємозв'язку з проведенням лабораторних занять, вирішення задач розрахунково-технологічного характеру, виконанням розрахункової роботи і модульної контрольної роботи і програмних індивідуальних завдань на позааудиторну самостійну роботу, що, в цілому, дозволяє досягти основної мети дисципліни «Прикладні розділи ХТНР»: надбання студентами спеціальних знань, вмінь, навичок та досвіду, необхідних для успішної діяльності за фахом.

Предмет навчальної дисципліни: фізико-хімічні основи, основне і допоміжне обладнання та технологічні схеми виробництв мінеральних речовин, в тому числі, мінеральних добрив і солей.

Міждисциплінарні зв'язки:

Дисципліна "Прикладні розділи ХТНР" займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з технології неорганічних речовин. Навчальний матеріал дисципліни "Прикладні розділи ХТНР" базується на знаннях дисциплін «Загальна та неорганічна хімія», «Процеси і апарати хімічних виробництв», «Загальна хімічна технологія», «Фізична хімія»; дисциплін варіативної частини «Прикладна хімія», «Теоретичні основи технології неорганічних речовин», «Хімічна технологія неорганічних речовин-1», Технологічна практика. Дисципліна також сприяє підготовці студентів до виконання бакалаврського дипломного проекту і складання фахових випробувань для

подальшого навчання за ОНП і ОПП «Магістр» за спеціальністю 151 "Хімічні технології та інженерія", спеціалізацією «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення».

## 1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1.1. Мета навчальної дисципліни

Після засвоєння дисципліни «Прикладні розділи технології неорганічних речовин» студент має продемонструвати **здатність**: використовувати базові знання в області технології виробництва мінеральних добрив і солей для освоєння дисциплін професійної та практичної підготовки (компетенція загальнонаукова КЗН-3 ОКХ бакалавра); мати базові уявлення про різноманітність об'єктів хімічної технології, промисловості, хімічної продукції (компетенція загально-професійна КЗП-1 ОКХ бакалавра); використовувати сучасні уявлення про принципи структурної організації та типові функції і механізми роботи технологічних об'єктів хімічних виробництв мінеральних добрив (компетенція загально-професійна КЗП-3 ОКХ бакалавра), використовувати базові уявлення про основні закономірності розвитку й сучасні досягнення в хімічних технологіях, розуміння ролі енергозбереження в сучасній техніці (компетенція загально-професійна КЗП-7 ОКХ бакалавра), а також **здатність** використовувати теоретичні знання й практичні навички для оволодіння основами теорії й методами хіміко-технологічних досліджень в технології мінеральних кислот, солей, промислових газів (компетенція спеціалізовано-професійна КСП-4 ОКХ бакалавра), в хімічній технології виробництва *мінеральних добрив* (компетенція спеціалізовано-професійна КСП-8 ОКХ бакалавра).

### 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни

Студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Прикладні розділи ХТНР» мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **знання:**

- хімічних та фізико-хімічних характеристик сировини (в т.ч. вторинної сировини) і основної продукції неорганічних речовин, зокрема мінеральних кислот, солей тощо;
- головних напрямків і областей використання основної неорганічної продукції;
- фізико-хімічних (теоретичних) засад неорганічних і суміжних хіміко-технологічних виробництв;
- типових технологічних схем неорганічних і суміжних виробництв;
- основних технологічних параметрів типових процесів неорганічних виробництв та методів їх оптимізації;
- новітніх тенденцій з удосконалення технологій неорганічних речовин;
- прогресивних заходів з підвищення екологічності технологій неорганічних речовин, якості і споживчих характеристик неорганічної і суміжної продукції.

#### **уміння:**

- обґрунтувати оптимальні параметри технологічних режимів типових виробництв неорганічної і суміжної продукції;
- розрахувати матеріальні і енергетичні потоки (баланси) неорганічних і суміжних виробництв, витратні коефіцієнти з сировини, матеріалів, енергії, габаритні, конструкційні та експлуатаційні параметри основних та допоміжних апаратів хімічної технології;
- здійснювати лабораторні дослідження хіміко-технологічних процесів та оцінити одержані результати;

- виконати лабораторні дослідження сировини і продуктів реакції;
- використовувати одержані знання і навички для вирішення в умовах виробництва технологічних та екологічних завдань з грамотної експлуатації хімічного обладнання, керування технологічними процесами, підтримки та зміни технологічних режимів, пуску і планового та аварійного припинення роботи технологічних агрегатів.

**ДОСВІД** асоціативного використання професійно профільованих знань і умінь для аналізу особливостей і виконання окремих видів проектних розробок технологічних процесів та устаткування виробництв мінеральних добрив.

## 2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 486 годин/13,5 кредитів ECTS. Навчальна дисципліна містить два кредитні модулі – «Прикладні розділи ХТНР», які пов'язані з технологією мінеральних кислот і солей..

### Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)	СРС	
<i>Денна</i>	<i>Всього</i>	2	60	9		27	24	<i>залік</i>
<i>Заочна</i>	<i>Всього</i>	2	60	2		4	54	<i>залік</i>

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### Мінеральні добрива, їх класифікація та склад

Поняття про мінеральні добрива. Агрохімічна роль мінеральних добрив у житті рослинного і тваринного світу. Прямі і непрямі добрива. Види добрив і різні класифікації. Комплексні добрива. Методи розрахунку складу мінеральних добрив. Збалансовані і незбалансовані мінеральні добрива. Правила змішування мінеральних добрив. Загальні способи отримання мінеральних добрив.

Основні мінеральні добрива, які масово виробляє промисловість.

Література: 1-6.

### Сировина для виробництва мінеральних добрив. Виробництво фосфоритового борошна, сучасні і інноваційні технології

Сировина для виробництва азотвмісних добрив. Амоніфікація, нітрифікація, денітрифікація. Особливості поведінки різних форм азотних добрив в ґрунтах і вимоги до форм азотних добрив. Сировина для виробництва фосфатної кислоти та фосфорних добрив. Фосфорити і апатити, особливості їх будови та складу. Фосфоритове борошно, особливості його дії, сучасні методи покращення фосфоритового борошна. Обладнання для виробництва фосфоритового борошна. Механізми засвоєння фосфоритового борошна.

Калієвмісні мінерали. Сирі калійні солі. Преваги безхлорних калійних добрив.

Література: 1-6.

### Виробництво простого суперфосфату

Склад і різновиди суперфосфатів. Фізико-хімічні засади «визрівальних» технологій.

Технологія отримання простого суперфосфату, простого суперфосфату нейтралізованого та амонізованого. Поведінка фтору при розкладанні фосфатної сировини. Вловлювання та утилізація фторвмісних сполук. Обладнання для виробництва простого суперфосфату, суперфосфатна камера. Шляхи удосконалення виробництва простого суперфосфату і «визрівальних» технологій. Переваги «визрівальних» технологій при пререробці фосфатної сировини з підвищеним вмістом карбонатів.

Література: 1-3.

### **Виробництво екстракційної фосфатної кислоти**

Фізико-хімічні засади переробки фосфоритів і апатитів кислотними методами. Утилізація фторвмісних сполук. Особливості розкладання різних типів фосфоритів (карбонатвмісних, магнієвмісних). Обладнання для отримання екстракційної фосфорної кислоти. Обґрунтування конструкції десятисекційного екстрактора. Порядок введення кислот в зону розкладання. Пригнічення піни при переробці фосфоритової сировини. Кристалізація фосфогіпсу. Режими отримання екстракційної фосфорної кислоти (дигідратний, напівгідратний, моногідратний, комбінований). Методи охолодження технологічної пульпи. Будова та розміщення вакуум-випарника. Особливості фільтрації екстракційної фосфатної кислоти. Утворення продукційної екстракційної фосфатної кислоти і оборотної екстракційної фосфатної кислоти при протиточному промиванні на карусельному вакуум фільтрі. Фосфогіпс, його утворення, склад, шліхи утилізації. Обладнання для відділення фільтрації

Література: 1-3.

### **Виробництво амофосу**

Агрохімічна роль і фізико-хімічні особливості фосфатів амонію, як мінеральних добрив. Фізико-хімічні засади виробництва амофосу. Склад амофосу. Виробники амофосу в Україні. Технологічна схема і основне обладнання. Швидкісний амонізатор-випарник, його будова, переваги і недоліки. Обґрунтування використання багатокорпусної випарної установки при виробництві амофосу з неконцентрованої фосфорної кислоти. Способи гранулювання добрив. Переваги і недоліки різних способів сушіння та грануляції амофосу (БГС, КШ та ін.).

Література: 1-4.

### **Методи виробництва калійних добрив**

Сирі калійні добрива. Поняття про галургійні методи виробництва. Отримання хлориду калію та сульфату калію. Переваги безхлорних добрив. Інші безхлорні калійні добрива. Флотаційне отримання калійних добрив.

Література: 1-5

## **4. Рекомендований перелік лабораторних робіт**

Основні завдання циклу лабораторних занять націлені на те, щоб виконати хімічний аналіз сировини і продуктів хімічного перетворення при одержанні хімічних добрив і солей і здійснити лабораторні дослідження хіміко-технологічних процесів та оцінити одержані результати.

1. Техніка безпеки. Особливості проведення лабораторних робіт з хімічної технології неорганічних речовин. Правила оформлення протоколів. Ревізія основних методів аналізу неорганічних речовин.
2. Одержання екстракційної фосфатної кислоти.
3. Аналіз сировини, готової продукції і відходів у виробництві екстракційної фосфатної кислоти.

4. Отримання йодиду калію як препарату, який входить до складу мікродобрив і сільськогосподарських префіксів.
5. Одержання хроматів окиснювальним випалювання хромітів.
6. Отримання сульфату міді (мідного купоросу) - речовини для виробництва мікродобривних сумішей.
7. Азотнокислотне розкладання фосфатів.

## **5. Рекомендовані індивідуальні завдання**

Метою індивідуальних завдань – розрахункової роботи – є стимулювання студентів до самостійного осмислення теоретичного і фактичного матеріалу, самостійного виконання матеріальних, теплових і конструктивних розрахунків, вдосконалення вмінь пошуку та аналізу інформації з програмного матеріалу (в т. ч., з використанням мережі Internet) і творчого, продуктивного, обґрунтованого рішення індивідуального завдання, що максимально наближена до реальних виробничих проблем.

## **6. Рекомендована література**

### **6.1. Базова**

1. Технологія фосфоровмісних добрив, кислот і солей. /І.М. Астрелін, Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О.Я. ЛОБОЙКО та ін; за ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. – Харків: Видавництво «Підручник НТУ «ХПІ», 2011. – 288 с.
2. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Ч.1 и 2. Л.: Химия, 1974. - 1556 с
3. Виробництво фосфоровмісних мінеральних добрив підприємствами України та їх використання в народному господарстві: Монографія /В.Г. Заречений, Е.О. Карпович, І.П. Воробйова, С.В. Вакал, М.О. Трофіменко, Є.І. ДДмирієв; за ред. В.Г. Зареченого, - Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. – 189 с.

### **6.2. Допоміжна**

4. Расчеты по технологии неорганических веществ. Под ред. М.Е. Позина. Л.: Химия, 1977. – 524 с.
5. Безуглова О.С. Новый справочник по удобрениям и стимуляторам роста /Серия «Справочники». – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 384 с.
6. Клименко М.О., Лико Д.В., Лико С.М. Якість та ефективність фосфоритів. Монографія. – Рівне: НУВГП, 2010. – 202 с.

## **7. Засоби діагностики успішності навчання**

1. Модульна контрольна робота та розрахункова робота – проводяться з метою ревізії теоретичних знань, що набуті на лекціях і закріплені на практичних заняттях та при самостійній роботі.

2. Рейтингова система оцінки успішності студентів з кредитних модулів, курсового проекту і курсової роботи.

3. Семестровий залік.