

# І СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>1. Загальна інформація про навчальну дисципліну</b>	
Повна назва навчальної дисципліни	Технологічні основи та обладнання хімічних виробництв
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв
Розробник(и)	Юхименко М.П., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти; НРК України –7 рівень; FQ-EHEA – перший цикл; QF-LLL – 6 рівень
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів впродовж 7-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 48 годин становить контактна робота з викладачем (32 години лекцій, 16 годин практичних занять), 102 години становить самостійна робота
Мова(и) викладання	Українською мовою
<b>2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі</b>	
Статус дисципліни	Вибіркова дисципліна професійної та практичної підготовки, доступна для здобувачів вищої освіти за ОПІ «Комп'ютерний інжиніринг обладнання хімічних виробництв» та «Обладнання нафто- та газопереробних виробництв»
Передумови для вивчення дисципліни	Передумови для вивчення дисципліни відсутні
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Відсутні
<b>3. Мета навчальної дисципліни</b>	
Метою дисципліни є вивчення студентами технологічних процесів основних неорганічних виробництв, кінетичних особливостей процесів, роботи обладнання, вивчення впливу технологічних параметрів на проведення процесів і на якість готової продукції.	
<b>4. Зміст навчальної дисципліни</b>	
<b>Тема 1. Вступ.</b>	
Характеристика сучасних хімічних виробництв. Загальні закономірності процесів хімічної технології. Хімічні реакції, їх класифікація. Режимні параметри хіміко-технологічних процесів.	
<b>Тема 2. Характеристика сірчаної кислоти. Технологічні основи виробництва сірчаної кислоти.</b>	
Розвиток і сучасний стан виробництва сірчаної кислоти. Властивості і застосування сірчаної кислоти. Види кислоти. Основні напрямки її використання. Методи виробництва сірчаної кислоти і сировина для її виробництва.	
<b>Тема 3. Виробництво сірчаної кислоти контактним методом.</b>	

Основні технологічні стадії виробництва сірчаної кислоти контактним методом. Одержання діоксиду сірки. Фізико-хімічні основи випалу сировини, яка містить сірку.

#### **Тема 4. Окислення діоксиду сірки. Сушіння газу та абсорбції триоксиду сірки.**

Теоретичні основи окислювання діоксиду сірки на каталізаторах, механізм і кінетика процесу. Застосовувані каталізатори. Фізико-хімічні основи сушіння газу та абсорбції триоксиду сірки. Механізм і кінетика процесу.

#### **Тема 5. Характеристика пігментного двоокису титану.**

Способи одержання, основні властивості та сфера застосування пігментного двоокису титану. Види сировини, вимоги до руд та інших видів сировини.

#### **Тема 6. Технологічні основи виробництва пігментного двоокису титану.**

Технологічна стадії одержання двоокису титану. Обробка сировини, чорна фільтрація. Вакуум кристалізація, центрифугування. Біла фільтрація. Прожарювання метатитанової кислоти, розмелювання кальцинату. Мокре розмелювання. Сушіння продукту.

#### **Тема 7. Характеристика і розвиток виробництва фосфорних мінеральних добрив.**

Виробництво простих фосфорних добрив. Фізико-хімічні основи виробництва, способи і технологічні параметри. Виробництво простого та подвійного суперфосфату. Принципові технологічні схеми виробництва.

#### **Тема 8. Виробництво складних добрив.**

Виробництво складних добрив. Фізико-хімічні основи виробництва, способи і технологічні параметри. Азотнокисле розкладення фосфатів. Виробництво нітроаммофоски. Функціональна схема виробництва.

#### **Тема 9. Подрібнююче обладнання.**

Дробарки розколювальної і розламувальної дії. Шокові дробарки. Конструкція, принцип дії та розрахунок. Дробарки розколювальної і розламувальної дії. Конусні дробарки. Конструкція, принцип дії та розрахунок. Дробарки роздавлювальної дії. Валкові дробарки. Конструкція, принцип дії та розрахунок. Дробарки розтирально-роздавлювальної дії. Бігуни та кільцеві млини. Конструкції, принцип дії та розрахунок. Дробарки ударно-розтиральної дії. Молоткові дробарки, дезінтегратори. Конструкції, принцип дії та розрахунок. Барабанні млини. Млини струминної енергії. Струминні млини. Конструкції, принцип дії та розрахунок.

#### **Тема 10. Гідравлічні та повітряні класифікатори.**

Гідравлічні класифікатори: спіральний, рейковий. Багатосекційний. Повітряні гравітаційні та відцентрові класифікатори.

#### **Тема 11. Печі.**

Печі. Загальні відомості. Шахтні та обертові печі. Печі киплячого шару. Конструктивні особливості печей для випалу різних матеріалів, печі для випалу сірчаного колчедану та сірки. Прокалочна піч у виробництві двоокису титану.

#### **Тема 12. Обладнання для реакційних процесів.**

Апарати для рідинних реакцій. Апарати для гетерогенних реакцій. Апарати для проведення реакцій на твердому каталізаторі. Реактори низького тиску. Реактори високого тиску.

### **5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни**

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	знати технологічні основи процесів виробництва сірчаної кислоти, двоокису титану та фосфорних мінеральних добрив
РН2	вибирати технологічні схеми та апаратурне оформлення хімічних виробництв
РН3	виконувати технологічні розрахунки основного обладнання хімічних виробництв

## **6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів**

Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:

## **7. Види навчальних занять та навчальної діяльності**

### **7.1 Види навчальних занять**

Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Л) та практичні заняття (ПЗ):

#### **Тема 1. Вступ.**

Л1. Характеристика сучасних хімічних виробництв. Загальні закономірності процесів хімічної технології. Хімічні реакції, їх класифікація. Режимні параметри хіміко-технологічних процесів.

#### **Тема 2. Характеристика сірчаної кислоти. Технологічні основи виробництва сірчаної кислоти.**

Л2. Розвиток і сучасний стан виробництва сірчаної кислоти. Властивості і застосування сірчаної кислоти. Види кислоти. Основні напрямки її використання. Методи виробництва сірчаної кислоти і сировина для її виробництва.

#### **Тема 3. Виробництво сірчаної кислоти контактним методом.**

Л3. Характеристика основних технологічних стадій виробництва сірчаної кислоти контактним методом із сірки.

#### **Тема 4. Одержання діоксиду сірки із сірки.**

Л4. Технологічні параметри процесу спалювання сірки. Фізико-хімічні основи випалу сировини, яка містить сірку.

ПЗ1. Розрахунок матеріального та теплового балансів процесу випалювання сірки.

#### **Тема 4. Окислення діоксиду сірки.**

Л5. Теоретичні основи окислювання діоксиду сірки на каталізаторах, механізм і кінетика процесу. Характеристика каталізаторів. Фізико-хімічні основи сушіння газу та абсорбції триоксиду сірки. Механізм і кінетика процесу.

ПЗ2. Розрахунок матеріального та теплового балансів процесу окислювання діоксиду сірки.

#### **Тема 5. Сушіння газу та абсорбції триоксиду сірки.**

Л.6 Фізико-хімічні основи сушіння газу та абсорбції триоксиду сірки. Механізм і кінетика процесу.

ПЗ3. Розрахунок процесу абсорбції триоксиду сірки.

#### **Тема 5. Характеристика пігментного двооксиду титану.**

Л7. Способи одержання, основні властивості та сфера застосування пігментного двооксиду титану. Види сировини, вимоги до руд та інших видів сировини.

#### **Тема 6. Технологічні основи виробництва пігментного двооксиду титану.**

Л8-9. Технологічна стадії одержання двооксиду титану сульфатним способом. Обробка сировини, чорна фільтрація. Вакуум кристалізація, центрифугування. Біла фільтрація. Прожарювання метатитанової кислоти, розмелювання кальцинату. Мокре розмелювання. Сушіння продукту.

#### **Тема 7. Характеристика і розвиток виробництва фосфорних мінеральних добрив.**

Л10. Виробництво простих фосфорних добрив. Фізико-хімічні основи виробництва, способи і технологічні параметри. Виробництво простого та подвійного суперфосфату. Принципові технологічні схеми виробництва.

ПЗ 4. Розрахунки у виробництві суперфосфату.

#### **Тема 8. Виробництво складних добрив.**

Л11. Виробництво складних добрив. Фізико-хімічні основи виробництва, способи і технологічні параметри. Азотнокисле розкладення фосфатів. Виробництво нітроаммофоски. Функціональна схема виробництва.

ПЗ 5. Розрахунки у виробництві аммофосу, нітроаммофоски та нітрофоски.

### **Тема 9. Подрібнююче обладнання.**

Л12-13. Дробарки розколювальної і розламувальної дії. Шокові дробарки. Конструкція, принцип дії та розрахунок. Дробарки розколювальної і розламувальної дії. Конусні дробарки. Конструкція, принцип дії та розрахунок. Дробарки роздавлювальної дії. Валкові дробарки. Конструкція, принцип дії та розрахунок. Дробарки розтирально-роздавлювальної дії. Бігуни та кільцеві млини. Конструкції, принцип дії та розрахунок. Дробарки ударно-розтиральної дії. Молоткові дробарки, дезінтегратори. Конструкції, принцип дії та розрахунок. Барабанні млини. Млини струминної енергії. Струминні млини. Конструкції, принцип дії та розрахунок.

ПЗ6. Розрахунок і вибір дробарок та барабанних млинів.

### **Тема 10. Гідравлічні та повітряні класифікатори.**

Л14. Гідравлічні класифікатори: спіральний, рейковий. Багатосекційний. Повітряні гравітаційні та відцентрові класифікатори.

ПЗ7. Розрахунок і вибір гідравлічних та пневматичних класифікаторів.

### **Тема 11. Печі.**

Л15. Печі. Загальні відомості. Шахтні та обертові печі. Печі киплячого шару. Конструктивні особливості печей для випалу різних матеріалів, печі для випалу сірчаного колчедану та сірки. Прокалочна піч у виробництві двоокису титану.

ПЗ8. Розрахунок і вибір гідравлічних та пневматичних класифікаторів.

### **Тема 12. Обладнання для реакційних процесів.**

Л16. Апарати для рідинних реакцій. Апарати для гетерогенних реакцій. Апарати для проведення реакцій на твердому каталізаторі. Реактори низького тиску. Реактори високого тиску.

## **7.2 Види навчальної діяльності**

- НД1. Участь у лекціях-дискусіях.
- НД2. Підготовка до лекцій.
- НД3. Підготовка до практичних занять.
- НД4. Розв'язання типових задач.

## **8. Методи викладання, навчання**

Дисципліна передбачає навчання через:

- МН1. Інтерактивні лекції.
- МН2. Практичні заняття.

Лекції надають студентам знання теоретичних (фізико-хімічних) основ технологічних процесів виробництва сірчаної кислоти, двоокису титану та фосфорних мінеральних добрив, а саме щодо вимог до сировини і готової продукції, аналізу технологічних схем та та апаратного оформлення виробництв, запобіганню забруднення навколишнього середовища відходами виробництв, принципу роботи, устрою та методів розрахунку обладнання для реалізації вказаних технологічних процесів хімічних виробництв. (РН1 – РН2). Лекції доповнюються практичними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах. Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій та практичних занять.

## **9. Методи та критерії оцінювання**

### **9.1. Критерії оцінювання**

Шкала оцінювання з дисципліни ( $R$ ) незалежно від обсягу навчальної роботи з неї становить  $R = 100$  балів.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою оцінювання та європейською шкалою оцінювання ECTS відповідно до накопичених або визначених на підсумковому семестровому контролі рейтингових балів визначається із таких співвідношень: **за 7-й семестр – загалом 100 балів**

Сума балів (R)	Оцінка ECTS	Оцінки за національною шкалою	Визначення
90 - 100	A	5 (відмінно)	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок
82 - 89	B	4 (добре)	Вище середнього рівня з кількома помилками
74 - 81	C		В загальному правильна робота з певною кількістю помилок
64 - 73	D	3 (задовільно)	Непогано, але із значною кількістю помилок
60 - 63	E		Виконання задовольняє мінімальні критерії
35 - 59	FX	2 (незадовільно)	З можливістю повторного складання семестрового контролю
0 - 34	F		З обов'язковим повторним вивченням залікового кредиту

*Примітка. Загальна кількість балів отриманих студентом за період навчання округлюється до цілого числа за загальноприйнятими математичними правилами, наприклад, студент отримав 59,5 балів  $\approx$  60 балів – оцінка за шкалою ECTS – E, за національною шкалою – Задовільно.*

Студент, який впродовж навчального періоду виконав усі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну кількість рейтингових балів, яка відповідає позитивній оцінці (не менше 60 балів), отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів. Складання заходу підсумкового семестрового контролю (ПСК) з метою підвищення позитивної оцінки не здійснюється.

Студент, який впродовж поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35 балів, зобов'язаний скласти захід ПСК (за процедурою письмового іспиту).

Студент, який за наслідками модульних атестацій набрав кількість рейтингових балів менше 35, не допускається до ПСК, отримує оцінку «незадовільно» (за шкалою ECTS – «F») і відраховується з університету.

## 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, обговорення виконаних практичних завдань.

## 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Оцінювання впродовж семестру проводиться у формі усних та письмових опитувань (М1).

Форма підсумкового контролю – д/залік.

Оцінка студента формується так:

- Виконання поточного тестового контролю за результатами проведення аудиторного заняття:
  - лекції:  $16 \times 2 \text{ б.} = 32 \text{ бали}$ ;
  - практичні заняття:  $8 \times 2 \text{ б.} = 16 \text{ балів}$ ;
- Виконання письмових модульних контрольних робіт:  $2 \times 26 \text{ б.} = 52 \text{ бали}$ .

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

У навчальному процесі може використовуватись мультимедійний комплекс (ЗН1)

### 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література:

1. Загальна хімічна технологія: Підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005. - 552 с. (<http://www.twirpx.com/file/43833/>)

2. Виробництво двоокису титану пігментного сульфатним способом/ Під ред. Скоморохи В.М.- Суми: АТЗТ «Арсенал-Прес»,

2002.- 204 с.

3.Юхименко М.П. Обладнання хімічних виробництв: конспект лекцій / укладач М. П. Юхименко. – Суми : Сумський державний університет,2015.-119с.

([http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc\\_id=460131](http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=460131));

(<http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/41279/1/OHV.pdf>);

(<http://www.twirpx.com/file/1707098/0>)

Допоміжна література:

1. Іванов С.В., Борсук П.С., Манчук Н.М. Загальна хімічна технологія. Навчально-методичний комплекс.–

Київ:НАУ,2008.–288с.(<http://www.twirpx.com/file/672177/>);

(<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1471/1/borsuk1.pdf>);

(<http://www.lib.nau.edu.ua/booksfor nau/2008/borsuk.pdf>)

2. Іванов С.В., Борсук П.С., Манчук Н.М. Загальна хімічна технологія. Промислові хіміко-технологічні процеси. Київ: НАУ-друк, 2010.- 280 с. (<http://www.twirpx.com/file/796669/>)