

ДОДАТОК Б

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Хіміко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан хіміко-технологічного
факульту

_____ Астрелін І.М.
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2018 р.

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

Теорія процесів виробництва неорганічних речовин
(назва кредитного модуля)

**РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля**

рівень вищої освіти другий (магістерський)

спеціальність 161-хімічні технології та інженерія

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

спеціалізація хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення

форма навчання денна

Ухвалено методичною комісією
Хіміко-технологічного
факультету

Протокол від 21.06.2018 р. № 6

Голова методичної комісії

_____ Сангінова О.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

Київ – 2018

Робоча програма кредитного модуля Теорія процесів виробництв неорганічних речовин

(назва кредитного модуля)

складена відповідно до програми навчальної дисципліни Теорія процесів виробництв неорганічних речовин

(назва навчальної дисципліни та код за ОП)

Розробники робочої програми:

Доцент, к.т.н. Супрунчук В.І.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри Технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної неорганічної хімії

(повна назва кафедри)

Протокол від «13» червня 2018 року № 13

в.о. Завідувач кафедри

_____ Толстопалова Н.М.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

1. Опис кредитного модуля

Рівень ВО, спеціальність, освітня програма, форма навчання	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень ВО <i>другий (магістерський)</i>	Назва дисципліни <i>Теорія процесів виробництв неорганічних речовин</i>	Лекції 36 год.
Спеціальність <i>161-хімічні технології та інженерія</i>	Цикл <i>Професійної підготовки</i>	Практичні (семінарські) 18 год.
Освітня програма <i>Хімічні технології та інженерія</i>	Статус кредитного модуля <i>Вибірковий, за вибором студентів</i>	Лабораторні роботи _____ год.
		Самостійна робота 66 год., у тому числі на виконання індивідуального завдання 15 год.
Спеціалізація <i>Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення</i>	Семестр 1	Індивідуальне завдання <i>ДКР</i>
Форма навчання <i>денна</i>	Кількість кредитів (годин) <i>4 (120 годин)</i>	Вид та форма семестрового контролю <i>екзамен усний</i>

Кредитний модуль "Теорія процесів виробництв неорганічних речовин" належить до Професійної та практичної підготовки Дисциплін вільного вибору студентів і являється базисною для профільюючих дисциплін в навчальному плані підготовки магістрів спеціалізації Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення.

Кредитний модуль "Теорія процесів виробництв неорганічних речовин" займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця з технології неорганічних речовин та водоочищення. Навчальний матеріал дисципліни "Теорія процесів виробництв неорганічних речовин" базується на знаннях нормативних дисциплін «Прикладна хімія», «Фізика», «Математика», «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», а також формує базу для подальшого вивчення профільюючих дисциплін в навчанні спеціалістів, таких як «Хімічна технологія соди та содопродуктів», «Прецезійні методи аналізу неорганічних речовин», «Спецрозділи ХТНР», «Хімічна технологія каталізаторів та каталітичних процесів», «Адсорбція, адсорбенти та каталізатори на їх основі», «комп'ютерні технології в процесах неорганічних речовин».

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

2.1. Мета кредитного модуля.

Після засвоєння кредитного модуля «Теорія процесів виробництв неорганічних речовин» студент має продемонструвати здатність визначення принципів і методів

моделювання процесів ХТНР, що ґрунтуються на фазовій рівновазі систем розчин-твердий реагент, обґрунтування та визначенні технологічних режимів проведення процесів, що лежать в основі галургійних технологій ХТНР. Кінетичний аналіз процесів ХТНР має мету дати майбутнім спеціалістам знання та вміння оптимізувати значення технологічних режимів з використанням як термодинамічних так і кінетичних закономірностей хімічних процесів, що лежать в основі технології виробництва неорганічної продукції

Важливою метою кредитного модуля є освоєння студентами методів розрахунку робочих об'ємів реакторів з використанням ідеальної моделі реактора та кінетичних закономірностей процесу, представлених в аналітичній або табличній метаморфозі.

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

- Студенти після засвоєння кредитного модуля «Теорія процесів виробництва неорганічних речовин» мають продемонструвати:

- **знання** методів моделювання маршрутів та технологічних режимів галургійних процесів ізо- та політермічної кристалізації при виробництві добрив та солей з використанням діаграм розчинення одно-, дво-, трьох- та чотирьохкомпонентних систем; методів підготовки кінетичних рівнянь та експериментальних даних для розрахунків робочих об'ємів реакторів; методів розрахунків оптимальних значень технологічних режимів процесів виробництва неорганічних речовин;

- **уміння**: визначення режимів та маршрутів проведення технологічних процесів ХТНР, що ґрунтуються на фазовій рівновазі в багатокомпонентних системах; трансформування перемінних кінетичних рівнянь для використання їх в розрахунку робочого об'єму технологічних реакторів; обчислення робочого об'єму реактора, що працює в ізотермічних, адіабатичних або політермічних умовах з використанням кінетичних рівнянь і (або) експериментальних даних; розраховування температурного режиму проведення процесу і знати інженерні методи його підтримування та стабілізації; використання специфічних методів розрахунку робочого об'єму реакторів для гетерогенно-каталітичних процесів ХТНР;

- **досвід** використовувати математичний апарат для освоєння теоретичних основ і практичного використання методів фізико-хімічних досліджень; здатність використовувати знання, уміння і навички в галузі теорії й практики хімічних досліджень для освоєння теоретичних основ і методів хімічної технології; використовувати знання і уміння в галузі природничо-наукових дисциплін для теоретичного освоєння загально професійних дисциплін і рішення практичних завдань хімічної технології; використовувати набуті знання і уміння для обґрунтування технологічних режимів при виконанні магістерської роботи.

3. СТРУКТУРА КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	СРС
Розділ 1.				
Тема 1. Тема 1. Моделювання маршрутів технологічних процесів з використанням фазових діаграм	46	24	10	12
Контрольна робота з теми 1	7		1	6
Тема 2. Кінетичний аналіз технологічних процесів та розрахунок робочого об'єму технологічних реакторів	38	12	6	7
Контрольна робота з теми 2	7		1	6
Разом за розділом 1	85	36	18	31
Розрахункова робота	15			15
Екзамен	20			20
Всього	120	36	18	66

4. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Технологічні процеси ХТНР, що ґрунтуються на фазових рівновагах. Поняття, які використовуються при аналізі фазових діаграм: компонент, фаза, полюс кристалізації, полюс випаровування, правило з'єднувальної прямої, правило важеля, правило центру мас. Використання правила фаз Гіббса стосовно діаграм конденсованих систем, в т. ч., в ізотермічних умовах. Література: [1,2]. Завдання на СРС: Технологічні проблеми, які вирішуються при аналізі фазових діаграм. [2].
2	Способи виразу складу багатокомпонентних систем. Класифікація методів вираження складу багатокомпонентних систем: часткові методи; співвідношення кількості солей до сталої кількості розчинника. Косокутна та прямокутна системи зображення складу систем. Література [1,2]. Завдання на СРС: Використання методу розрізів для зображення багатокомпонентних систем [2].
3	Моделювання процесів ізотермічної та політермічної (ізогідричної) кристалізації у двохкомпонентних системах різного типу. Ізотерма упарювання. Політерма кристалізації. Маршрут і перебіг процесів і їх моделі на діаграмах розчинності. Визначення складу твердої фази, що кристалізується. Визначення складу насиченого розчину, рівноважного з твердою фазою. Визначення твердої фази, що утворюється при ізотермічній та політермічній кристалізації з використанням правила важеля. Література: [1,2,6]. Завдання на СРС: Правило фаз Гібса для ізобарного та ізотермічного стану системи [1].
4-5	Моделювання ізотермічної та політермічної кристалізації у трьохкомпонентних системах

	<p>різного типу. Вибір ізотерм упарювання. Промені упарювання та кристалізації. Визначення напрямку перебігу процесу ізотермічного упарювання в системі зі стабільним кристалогідратом. Визначення напрямку перебігу процесу ізотермічного упарювання в системах з кристалогідратом, який нестабільний в деякій області концентрації розчину.. Література: [1,2,6].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Визначення маршрутів перебігу процесу політермічної кристалізації в системах зі стабільним і нестабільним кристалогідратом [1,2,6].</p>
6	<p>Визначення маршрутів перебігу процесів в системі з утворенням подвійної солі. Визначення ступеню упарювання розчину для одержання максимальної кількості чистої солі. Визначення температури упарювання для одержання твердої фази заданого складу. Визначення температурного інтервалу ізогідричної кристалізації для одержання максимальної кількості чистої солі та суміші солей заданого складу. Література: [1,2,6].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Кількісне визначення маси випареної води для одержання максимальної маси чистої солі та суміші солей заданого складу за допомогою правила важеля та методом складання матеріального балансу [1,2,6].</p>
7	<p>Моделювання ізотермічної та політермічної кристалізації у трьохкомпонентній системі, яка зображена в прямокутній системі координат. Специфічні елементи діаграми та визначення складу системи. Визначення маршрутів перебігу процесів, ступеня упарювання, температурного інтервалу політермічної кристалізації для одержання чистих солей та суміші солей заданого складу. Границі використання правила важеля для кількісних розрахунків в системі, зображеній в прямокутній системі координат Література: [1,2,6].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> . Кількісне визначення маси випареної води для одержання максимальної маси чистої солі та суміші солей заданого складу за допомогою правила важеля та методом складання матеріального балансу [1,2,6].</p>
8	<p>Моделювання процесів всолювання та висолювання з використанням діаграми розчинності трьохкомпонентної системи. Виявлення можливості проведення процесів всолювання та висолювання. Визначення напрямку процесу висолювання і максимальної кількості висолоної твердої фази. Визначення напрямку процесу всолювання і максимальної кількості всолоної твердої фази. Література: [1,2].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Обчислення маси всолоної і висолоної твердої фази з використанням правила важеля [1,2,6].</p>
9-10-11	<p>Моделювання процесів ізотермічної та політермічної кристалізації в чотирьохкомпонентних системах. Зображення чотирьохкомпонентних простих та взаємних систем. Проекції чотирьохкомпонентних систем: водна та сольова. Концентраційна система вираження складу чотирьохкомпонентних систем. Промені упарювання та кристалізації. Ізогідрати, поля кристалізації солей. Визначення маршрутів процесу ізотермічного упарювання та політермічної кристалізації в чотирьохкомпонентних системах. Визначення ступеня упарювання для одержання чистої солі та суміші солей заданого складу. Границі використання правила важеля для кількісних розрахунків в чотирьохкомпонентних системах. Використання методик матеріального балансу для кількісних розрахунків. Література: [1,2].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Зміна напрямку процесів кристалізації при зміні складу вихідного розчину чотирьохкомпонентної системи [1,2,].</p>
12-13	<p>Моделювання процесу конверсії солей в чотирьохкомпонентній взаємній системі. Визначення маршруту процесів кристалізації при розчиненні суміші нестабільної пари солей в ізотермічних умовах. Політерма розчинності та її зображення на сольовій проекції. Політермічна кристалізація Література: [1,2].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> . Модель циклічного процесу та визначення його параметрів за допомогою діаграми розчинності чотирьохкомпонентної взаємної системи. Обчислення кількості компонентів конверсійного процесу за допомогою правила важеля та за методом матеріального балансу [1,2].</p>

14	<p>Технічна кінетика та її завдання. Основні поняття і визначення швидкості ХТП. Константа швидкості, порядок реакції. Кінетична крива. Типи кінетичних кривих. Кінетичне рівняння і його структура. Література: [1,3-7].</p> <p>Зміна концентраційних перемінних в кінетичних рівняннях простих, оборотних і складних реакцій в системі без і зі зміною об'єму, (або кількості молів) при перебігу процесу. Перетворення кінетичних рівнянь до вигляду, придатного для розрахунку хімічного реактору. Кінетика гомогенних реакцій. Експериментальні методи визначення порядку реакції і константи швидкості. Вибір концентраційної області експерименту. Інтегральний метод аналізу експериментальних даних. Література: [1,4,6,7].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Визначення порядку і константи швидкості реакції для простих необоротних і оборотних реакцій [1,3-7].</p>
15	<p>Гетерогенні некаталітичні процеси ХТНР і їх кінетика. Класифікація гетерогенних процесів. Топохімічні реакції. Моделі гетерогенних процесів ХТНР типу газ (рідина) – тверде тіло. Стаціонарний процес. Література: [1,5-7].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Лімітуюча стадія гетерогенного процесу і її визначення [1,5-7].</p>
16	<p>Кінетичні рівняння гетерогенних процесів типу газ (рідина) – тверде тіло. Розрахунок часу хімічного перетворення при зовнішньо дифузійному гальмуванні гетерогенного процесу. Розрахунок часу хімічного перетворення при внутрішньо дифузійному гальмуванні гетерогенного процесу. Розрахунок часу хімічного перетворення при кінетичному гальмуванні гетерогенного процесу.</p> <p>Хемосорбційні процеси в ХТНР. Моделі гетерогенних процесів типу газ-рідина. Коефіцієнт прискорення масопередачі. Розрахунок коефіцієнта прискорення масопередачі для миттєвої необоротної реакції. Особливості гетерогенно-каталітичних процесів ХТНР. Квазігомогенна модель твердого каталізатора. Література: [1,6-9].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Лімітуюча стадія процесу. Внутрішньодифузійна стадія гетерогенно-каталітичного процесу і її особливості. Ступінь використання внутрішньої поверхні [1,6-9].</p>
17, 18	<p>Реакторне обладнання технологічних процесів ХТНР. Ідеальні моделі реакторів (РІЗ, РІВ) та їх промислова метаморфоза. Кінетика реакцій у відкритих хімічних системах. Характеристичні рівняння реакторів і їх використання для розрахунку робочого об'єму реакторів ХТНР. Обґрунтування технологічних режимів проведення процесів ХТНР. Температурний режим процесів ХТНР (ізотермічний, адіабатичний, політермічний). Рівняння адіабати технологічного реактора. Література: [1,2,3, 6-8,10].</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Розрахунок робочого об'єму ізотермічного, адіабатичного, політермічного реакторів з використанням кінетичних рівнянь [1,2,3, 6-8,10].</p>

5. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Визначення маршрутів кристалізації та розрахунок матеріального балансу в технологічних процесах, що ґрунтуються на діаграмах розчинності двокомпонентних систем. <i>Література:</i> [1,2] <i>Завдання на СРС:</i> Обґрунтувати маршрути кристалізації в двокомпонентних системах з відкритим максимумом [1,2].</p>
2	<p>Визначення маршрутів ізотермічної, політермічної кристалізації та розрахунок матеріального балансу в технологічних процесах, що ґрунтуються на діаграмах розчинності трьохкомпонентних систем. <i>Література:</i> [1,2]</p>

	<i>Завдання на СРС:</i> Обґрунтувати маршрути кристалізації в трьохкомпонентних система, в яких утворюється кристалогідрат [1,2].
3	Визначення маршрутів кристалізації та розрахунок матеріального балансу в технологічних процесах, що ґрунтуються на діаграмах розчинності чотирьохкомпонентних систем. <i>Література:</i> [1,2] Контрольна робота з теми 1 <i>Завдання на СРС:</i> Обґрунтувати маршрути кристалізації у взаємній чотирьохкомпонентній системі при різному складі вихідного розчину [1,2]
4	.Розрахунок процесу конверсійного виробництва солей з використанням діаграми розчинності чотирьохкомпонентної взаємної системи. <i>Література:</i> [1,2] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати поняття стабільної та нестабільної пари солей [1,2].
5	Визначення кінетичних констант хіміко-технологічної системи з використанням експериментальних даних. <i>Література:</i> [3-7] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати алгоритм обробки експериментальних даних для визначення константи швидкості реакції [3-7].
6,7	Розрахунок робочого об'єму технологічних реакторів різного типу з використанням кінетичного рівняння. <i>Література:</i> [3-7,10] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати характеристичні рівняння ідеальних реакторів РІЗ, РІВ [5-7]
8	Розрахунок кількості каталізатора для адіабатичного каталітичного процесу. Контрольна робота з теми 2 <i>Література:</i> [7,10] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати рівняння адіабати технологічного реактора [5,7,10]
9	Розрахунок лінії оптимальних температур для проведення технологічних процесів ХТНР. <i>Література:</i> [5,7,10] <i>Завдання на СРС:</i> Опанувати методи розрахунку оптимальної температури з використанням поняття рівноважної температури [5,7,10].

6. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ (КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ)

Згідно навчального плану лабораторних занять (комп'ютерного практикуму) з дисципліни "Теорія процесів виробництв неорганічних речовин" не передбачено.

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Технологічні проблеми, які вирішуються при аналізі фазових діаграм	1
2	Використання методу розрізів для зображення багатоконпонентних систем	1
3	Правило фаз Гібса для ізобарного та ізотермічного стану системи	1
4	Визначення маршрутів перебігу процесу політермічної кристалізації в системах зі стабільним і нестабільним кристалогідратом	1
5	Кількісне визначення маси випареної води для одержання максимальної маси чистої солі та суміші солей заданого складу за допомогою правила важеля та методом складання матеріального балансу	1
6	Кількісне визначення маси випареної води для одержання максимальної маси чистої солі та суміші солей заданого складу за допомогою правила важеля та методом складання матеріального балансу	1
7	Кількісне визначення маси випареної води для одержання максимальної маси чистої солі та суміші солей заданого складу за допомогою правила	1

	важеля та методом складання матеріального балансу	
8	Обчислення маси всоленої і висоленої твердої фази з використанням правила важеля	1
9	Зміна напрямку процесів кристалізації при зміні складу вихідного розчину чотирьохкомпонентної системи	1
10	Модель циклічного процесу та визначення його параметрів за допомогою діаграми розчинності чотирьохкомпонентної взаємної системи.	1
11	Перемінні кінетичного рівняння. Закон діючих мас	1
12	Визначення порядку і константи швидкості реакції для простих необоротних і оборотних реакцій	2
13	Лімітуюча стадія гетерогенного процесу і її визначення	2
14	Лімітуюча стадія процесу. Внутрішньодифузійна стадія гетерогенно-каталітичного процесу і її особливості.	2
15	Розрахунок робочого об'єму ізотермічного, адіабатичного, політермічного реакторів з використанням кінетичних рівнянь	1
16	Обґрунтувати маршрути кристалізації в двохкомпонентних системах з відкритим максимумом	1
17	Обґрунтувати маршрути кристалізації в трьохкомпонентних система, в яких утворюється кристалогідрат	3
18	Обґрунтувати маршрути кристалізації у взаємній чотирьохкомпонентній системі при різному складі вихідного розчину	2
19	Опанувати поняття стабільної та нестабільної пари солей	1
20	Опанувати алгоритм обробки експериментальних даних для визначення константи швидкості реакції	1
21	Обчислення кількості компонентів конверсійного процесу за допомогою правила важеля та за методом матеріального балансу	1
22	Ступінь використання внутрішньої поверхні	1
23	Опанувати характеристичні рівняння ідеальних реакторів РІЗ, РІВ	1
24	Опанувати рівняння адіабати технологічного реактора	1
25	Опанувати методи розрахунку оптимальної температури з використанням поняття рівноважної температури	1
26	Виконання розрахункової роботи	15
27	Підготовка до екзамену	20
	Всього	66

8. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Метою індивідуальних завдань дисципліни "Теорія процесів виробництва неорганічних речовин" 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.

9. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Метою контрольних робіт з кредитного модуля "Теорія процесів виробництва неорганічних речовин" є не тільки закріплення теоретичних знань, що набуті на лекціях та при самостійній роботі, а й їх практичне застосування при виконанні навчальних завдань, наближених до реальних фахових ситуацій. За навчальним планом передбачено проведення однієї МКР, яку розділено на дві контрольні роботи тривалістю одна академічна година, з огляду більш раціональної організації контролю знань.

Розділи 1 КР №1. Визначення маршрутів ізотермічної та політермічної кристалізації

Розділ 2. КР №2. Визначення кінетичних параметрів реакцій та обчислення оптимальної температури

Методика проведення контрольних робіт – письмова відповідь на ряд питань за темою розділу по варіантах. Формами контролю самостійної роботи студентів є також усне опитування на лекціях та практичних заняттях, перевірка виконання домашніх завдань.

10. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Положення про рейтингову систему оцінювання кредитного модулю "Теорія процесів виробництв неорганічних речовин" наведене у Додатку А.

11. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Комплексне і системне вивчення дисципліни "Теорія процесів виробництв неорганічних речовин" досягається взаємозв'язком лекцій та практичних занять.

При викладанні дисципліни слід акцентувати увагу студентів на важливості знання і вміння правильного вибору методів визначення маршрутів кристалізації при упарюванні та охолодженні технологічних розчинів, а також розрахунку робочих об'ємів технологічних реакторів з точки зору ефективного, безпечного і раціонального проведення технологічного процесу.

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

12.1. Базова

1. Астрелін І.М. Теорія процесів виробництв неорганічних речовин. [Текст]/Астрелін І.М., Запольський А.К., Супрунчук В.І. і ін.- К.: Вища школа, 1992.-399с.
2. Ксензенко В.И., Кононова Г.Н. Теоретические основы процессов переработки галургического сырья. [Текст]/-М.:Химия, 1982.-328 с.
3. Бретшнайдер С.Общие основы химической технологии. [Текст]/ /Бретшнайдер С., Кавецкий В., Лейко Я. и др.//Пер с польского под ред. П.Г. Романкова.-Л.:Химия, 1977.-504 с.
4. Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов. [Текст]/-М.:Химия, 1969,-612 с.

12.2. Допоміжна

5. Денисов Е.Т. Кинетика гомогенных химических реакций. [Текст]/-М.:Высшая школа, 1978.-367 с.
6. Розовский А.Я. Гетерогенные химические реакции. Кинетика и макрокинетика. [Текст]/-М: Наука, 1980.-324 с.
7. Аксельрод Ю.В. Газожидкостные хемосорбционные процессы. [Текст]/-М:Химия, 1989.-240 с.
8. Рамм В.М. Абсорбция газов. [Текст]/-М: Химия, 1975.-655 с.
9. Смирнов Н.Н., Волжинский А.И. Химические реакторы в примерах и задачах. [Текст]/-Л.:Химия, 1982.248 с.

13. Інформаційні ресурси

tnr.xtf.kpi.ua/r/dis

ПОЛОЖЕННЯ
про рейтингову систему оцінки успішності студентів

підготовки спеціалістів

з кредитного модуля: ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВ НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

спеціалізація Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення

форма навчання – денна

факультет: хіміко-технологічний

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань кредитного модуля «ТПВНР» згідно з навчальним планом:

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекції	Практичні заняття	СРС	МКР	РР	Семестрова атестація
2	4	120	36	18	66	0	1	екзамен

Рейтинг студента з кредитного модуля «ТПВНР» складається з балів, що він отримує за:

- 1) Відповіді кожного студента на лекціях;
- 2) Роботу на практичних заняттях при виконанні індивідуальних розрахункових завдань
- 3) Дві контрольні роботи тривалістю 1 год. кожна.

Система рейтингових (вагових) балів (гк) та критерії оцінювання

1. Опитування на лекціях:

Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів на усіх лекціях дорівнює: 6 балів.

Критерії оцінювання:

- 1 бал: повна і вичерпно вірна відповідь на запитання лектора;
- 0.5 бали: неповна, з непринциповими помилками відповідь або після деякої (не дуже значної) наведеної допомоги відповіді на запитання лектора;
- 0 балів: неповна відповідь або відповідь з вельми принциповими помилками, або неспроможність студента сформулювати вірну відповідь навіть при наявній допомозі лектора чи іншого студента;
- мінус 1 бал (штрафний): відмова від відповіді на запитання.

2. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів на усіх практичних заняттях дорівнює: 2 бал \times 19 = 18 балів.

Критерії оцінювання:

- 1 бал: бездоганна, безпомилкова відповідь або безпомилкове виконання на аудиторній дошці розрахункового завдання;
- 0.7 бали: вірна, в цілому відповідь з незначними погрішностями або вірний, загалом розрахунок (за завданням викладача) з деякими математичними похибками;
- 0.5 бала: формулювання вірної відповіді після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента або проведення розрахункових вправ зі значущими помилками хімічного, стехіометричного чи математичного характеру;
- 0.25 бала: неповна і невпевнена відповідь або проведення розрахункових вправ з грубими помилками щодо хімічної чи хіміко-технологічної суті завдання;
- 0.1 бала: відповідь або вирішення розрахункової вправи з помилками принципового характеру як наслідок слабких знань фундаментальних положень хімії та теорії хімічних взаємодій;
- 0 балів: повністю невірна відповідь або неспроможність провести розрахунки за завданням викладача;
- мінус 1 бал (штрафний): відмова від виконання завдання, що сформульоване викладачем.

3. Контрольна робота

Максимальний ваговий бал: 30 (15 балів × 2 = 30 балів).

Критерії оцінювання КР:

- 12-11 балів: безпомилкове вирішення усіх розрахункових вправ або складання розрахункових рівнянь і бездоганні відповіді зі складанням схем хімічних і хіміко-технологічних перетворень при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування теоретичних знань з обґрунтування режимів технологічних процесів;
- 10-9 балів: вирішення усіх розрахункових вправ або складання розрахункових рівнянь з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); одного - двох зауважень щодо вміння застосовувати теоретичних знань з обґрунтування режимів технологічних процесів при вирішенні контрольних завдань;
- 8-7 балів: вирішення усіх розрахункових вправ з двома –трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень;
- 6-5 бали: вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок при розрахунках.
- 4-3 балів: вірне вирішення розрахункових вправ менше 60 %, принципові помилки в складанні розрахункових рівнянь.

5. Штрафні та заохочувальні бали (r_s) за :

- відсутність на практичному, або лекційному заняттях без поважних причин.....мінус 2 бали;
- виконання завдань із удосконаленням дидактичних матеріалів з дисципліни (виготовлення плакатів, схем, моделей, тощо).....від +1 до +3 балів (за кожен вид завдань, складність завдання визначається викладачем).

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів (R_c) протягом семестру складає:

$$R_c = 6 + 18 + 30 + 6 = 60 \text{ балів}$$

Сума як штрафних так і заохочувальних балів (r_s) не повинна перевищувати, як правило $0,1R_c$, себто 6 балів.

Залікова складова (R_E) шкали дорівнює 30 % від RD , а саме 40 балів.

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$RD = R_c + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Критерії оцінювання на екзамені:

30-28 балів: повні і безпомилкові відповіді на усі запитання екзаменаційного завдання, абсолютно вірні вирішення розрахункових вправ з елементами оригінального творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, бездоганне обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання з теоретичної хімії;

27-25 балів: повні і взагалі вірні відповіді на усі запитання і розрахункові завдання з 1-5 незначними помилками або з зауваженнями математичного, хімічного, методичного характеру або з зауваженнями щодо наукової і літературної грамотності оформлення і викладення залікового матеріалу;

24-22 балів: взагалі вірні відповіді на всі запитання і розрахункові завдання з 5-6 незначними помилками та 1-2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ хімії;

21-20 балів: вірні відповіді на 65-75 % запитань і розрахункових завдань;

19-18 балів: вірні відповіді на 60- 64 % запитань і розрахункових завдань.

Відповідно до «Положення про організацію навчального процесу в НТУУ «КПІ»», необхідними умовами допуску до екзамену є не менш ніж одна позитивна оцінка з атестації, зарахування контрольної роботи, всіх завдань на СРС, а також стартовий рейтинг (r_c) не менш 30 % від RD , себто: $R_c = 0,3RD = 0,3 \times 100 = 30$ балів.

Сума рейтингових балів r_k та заохочувальних/штрафних балів r_s переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали $RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s$	ECTS оцінка	Залікова оцінка
95-100	A	Відмінно
85-94	B	Добре
75-84	C	
65-74	D	Задовільно
60-64	E	
Менше 60	Fx	Незадовільно

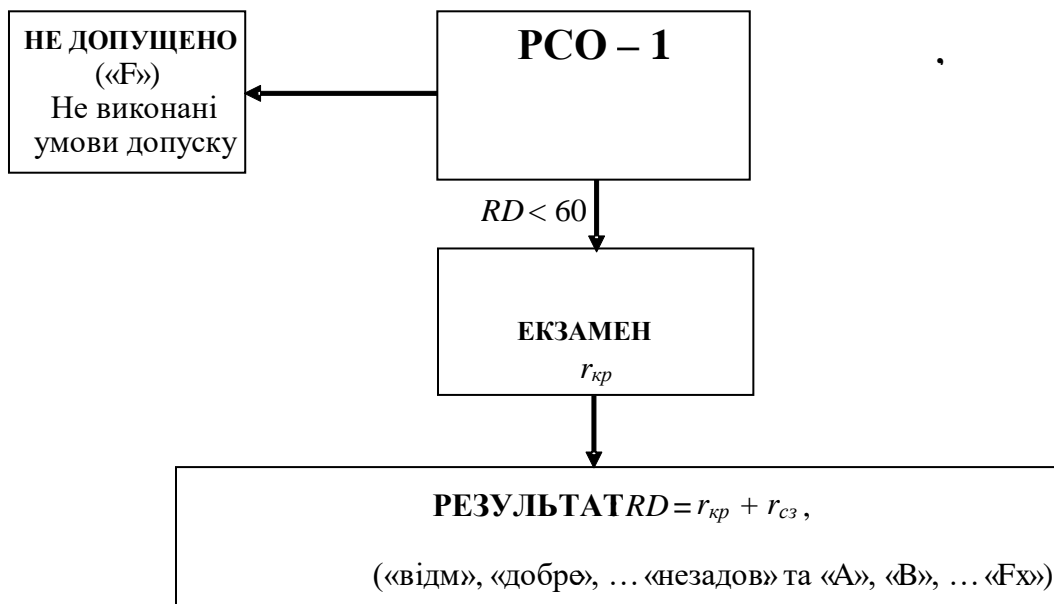


Схема функціонування рейтингової системи оцінювання (PCO) з кредитного модуля «ТПВНР»

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг менше 0.4 RD, зобов'язані виконувати екзаменаційну письмову роботу і співбесіду.

Ухвалено на засіданні кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології. Протокол № 13 від 13 червня 2018 р.

PCO складено, доц., к.х.н. _____

В.І. Супрунчук

В.о. завідувача кафедри _____
(підпис)

Н.М. Толстопалова
(ініціали, прізвище)

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ ” Теорія процесів виробництв неорганічних речовин ”

Матеріальний баланс процесу ізотермічної кристалізації в системі із трьох компонентів, один з яких утворює кристалогідрат. Експериментальне дослідження кінетики реакцій та використання даних для розрахунку об'єму технологічного реактора. Моделювання процесу ізотермічної кристалізації в системі із трьох компонентів, один з яких утворює кристалогідрат. Розрахунок робочого об'єму технологічного реактора за допомогою кінетичних експериментальних даних, заданих у вигляді таблиці. Методи експериментального дослідження та побудова діаграм розчинності багатокомпонентних систем. Особливості розрахунку робочого об'єму технологічного реактора для проведення гетерогенно-каталітичного процесу ХТНР. Модель та матеріальний баланс процесу ізотермічної кристалізації в трьохкомпонентній системі, зображений в прямокутній системі координат. Трансформація змінної в кінетичних рівняннях для використання їх в технологічних розрахунках. Моделювання процесу всолювання за допомогою діаграми розчинності трьохкомпонентної системи. Розрахунок робочого об'єму технологічного реактора для проведення гетерогенного процесу. Модель та матеріальний баланс процесу політермічної (ізогідричної) кристалізації в двохкомпонентній системі з інконгруентно розчинним кристалогідратом. Організація оптимальної температури в технологічному реакторі методом бойпасування холодної реакційної суміші. Моделювання процесу конверсійного виробництва солей з використанням діаграми розчинності чотирьохкомпонентної взаємної системи. Розрахунок робочого об'єму ізотермічного технологічного реактора з використанням кінетичного рівняння процесу. Модель та матеріальний баланс процесу політермічної (ізогідричної) кристалізації в трьохкомпонентній системі, представлена прямокутній системі координат. Розрахунок робочого об'єму адіабатичного технологічного реактора для ХТП, що описується рівнянням другого порядку по компоненту А в системі без зміни об'єму. Моделювання процесу та матеріальний баланс висолювання за допомогою діаграми розчинності трьохкомпонентної системи. Розрахунок робочого об'єму технологічного реактора для гетерогенного процесу за допомогою кінетичного рівняння. Моделювання процесу ізотермічної кристалізації в системі з утворенням кристалогідрату, представлена в прямокутному трикутнику. Використання кінетичного рівняння процесу для розрахунку робочого об'єму технологічного реактора з визначеним температурним режимом. Розрахунок матеріального балансу конверсійного процесу солеутворення з використанням діаграми розчинності чотирьохкомпонентної взаємної системи. Розрахунок робочого об'єму політермічного технологічного реактора з використанням кінетичного рівняння процесу. Моделювання та розрахунок матеріального балансу процесу ізотермічної кристалізації в трьохкомпонентній системі, в якій утворюється подвійна сіль. Використання кінетичних рівнянь процесу системи зі зміною об'єму для розрахунку робочого об'єму технологічного реактора. Розрахунок матеріального балансу процесу ізотермічної кристалізації в чотирьохкомпонентній взаємній системі. Розрахунок оптимальної температури процесів ХТНР з використанням кінетичних констант хімічної реакції. Моделювання процесу ізотермічної кристалізації в чотирьохкомпонентній взаємній системі. Використання кінетичних рівнянь n -го порядку для розрахунку робочого об'єму технологічного реактора в системі з нестехіометричною реакційною сумішшю. Моделювання та розрахунок матеріального балансу процесу політермічної (ізогідричної) кристалізації в системі з трьох компонентів, що утворюють подвійну сіль. Розрахунок оптимальної температури процесів ХТНР з використанням поняття рівноважної температури. Моделювання та розрахунок матеріального балансу процесу ізотермічної кристалізації в двохкомпонентній системі з конгруентно розчинною сполукою. Організація оптимального температурного режиму в технологічному реакторі методом проміжного охолодження реакційної суміші.