|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Емблема  кафедри (за наявності)** | **Кафедра органічної хімії та технології органічних речовин** |
| **Основи технологічного проектування виробництв**  **Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)** | | |

# Реквізити навчальної дисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| Рівень вищої освіти | *Другий (магістерський)* |
| Галузь знань | *016 – Хімічна біоінженерія* |
| Спеціальність | *161 Хімічні технології та інженерія* |
| Освітня програма | *Хімічна технологія органічних речовин* |
| Статус дисципліни | *Нормативна* |
| Форма навчання | *очна(денна)* |
| Рік підготовки, семестр | *1курс, осінній семестр* |
| Обсяг дисципліни | *90 годин* |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | *Диф.залік; письмовий* |
| Розклад занять | *Лекції - 18 год., Лабораторні роботи – 36 год.* |
| Мова викладання | *Українська* |
| Інформація про  керівника курсу / викладачів | Лектор: *к.х.н., доцент, Бутова Катерина Дмитрівна, ebutova@yahoo.com*  Лабораторні: *к.х.н., доцент, Бутова Катерина Дмитрівна, ebutova@yahoo.com* |
| Розміщення курсу | Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, <https://do.ipo.kpi.ua/course/view.php?id=4235> |

# Програма навчальної дисципліни

# Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

# *Предмет навчальної дисципліни – устаткування заводів основного та тонкого органічного синтезу та проектування технологічного обладнання хімічних виробництв.*

# *Метою кредитного модуля «Основи технологічного проектування виробництв» є формування у студентів здатностей:*

# *-здатність вирішувати типові завдання у проектуванні хімічних виробництв (КСП-3);*

# *-здатність проводити технохімічні розрахунки технологічних виробництв (КЗП-5, КЗН-5);*

# *-здатність розраховувати основні геометричні та конструктивні параметри технологічного обладнання (КСП-3, КЗП-1).*

# *Основні завдання кредитного модуля.*

# *Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля «Основи технологічного проектування виробництв» мають продемонструвати такі результати навчання:*

# *знання:*

# *-основ загальнотеоретичних дисциплін в об'ємі, необхідному для вирішення виробничих, конструкторських та дослідницьких завдань;*

# *-етапів розрахунків та принципів побудови технологічних схем;*

# *-основ проектування та стандартизації;*

# *уміння:*

# *-визначати та знаходити необхідну для розрахунку та проектування технологічної схеми інформацію;*

# *-проводити матеріальні та теплоенергетичні розрахунки, розрахунок апаратури, необхідної для оснащення виробництва;*

# *-розміщувати обладнання технологічної схеми на плані та в будівельному об'ємі;*

# *-проводити техніко-економічне обґрунтування рішень, що приймаються при проектуванні;*

# *досвід:*

# *-у проведенні матеріальних розрахунків хіміко-технологічних процесів;*

# *-у проведенні розрахунків типів та конструктивних особливостей апаратури для оформлення хіміко-технологічного процесу;*

# *-у визначенні термодинамічних параметрів та проведенні термодинамічних розрахунків хіміко-технологічних процесів;*

# *-у компоновці технологічних схем хімічних виробництв та розміщенні їх елементів на будівельних планах та в будівельному просторі.*

# Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

# *Згідно робочого навчального плану кредитний модуль «Основи технологічного проектування виробництв» дисципліни «Основи технологічного проектування виробництв» викладається студентам першого року підготовки ОКР «магістр» за спеціальністю 161 - Хімічні технології та інженерія у першому навчальному семестрі. Матеріал кредитного модуля базується на дисциплінах: «Прикладна механіка» «Процеси та апарати хімічних виробництв», «Загальна хімічна технологія» та «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології» «Основи проектування технологічних виробництв». Набуті в результаті вивчення курсу знання, уміння та навички будуть застосовані у курсах «Хімія і технологія органічних речовин», «Каталітичні процеси в технології органічних сполук» та у дипломній кваліфікаційній роботі.*

# Зміст навчальної дисципліни

*Лекції:*

# *Тема 1 – Основи матеріалознавства.*

# *Тема 2 – Характеристика технологічних процесів та конструкції реакторів.*

# *Тема 3 – Основи теорії реакторів.*

# *Тема 4 – Допоміжне технологічне обладнання.*

# *Тема 5 – Технохімічні розрахунки.*

*Лабораторні роботи:*

# *Тема 1 - Розрахунок теплового та матеріального балансу*

# *Тема 2 - Класифікація технологічних процесів .*

# *Тема 3 - Конструкції реакторів.*

# *Тема 4 - Допоміжне технологічне обладнання*.

# Навчальні матеріали та ресурси

***Базова***

*1.Рейхсфельд, В. О. Оборудование производств основного органического синтеза и синтетического каучука. [Текст] / В. О. Рейхсфельд, Л. И. Еркова. – Л.: Химия,1974. – 440 с.*

*2.Рейхсфельд, В.О. Оборудование производств основного органического синтеза и синтетического каучука. [Текст] / В. О. Рейхсфельд, В. С. Шеин, В. И. Єрмаков. – Л.: Химия, 1985. – 264 с.*

***Допоміжна***

*3.Альперт, Л. З. Основы проектирования химических установок. [Текст] / Л. З. Альперт. – М.: Высшая школа, 1989. – 304 с.*

*4.Генкин, А. Е. Оборудование химических заводов. [Текст] / А. Е. Генкин. – М.: Высшая школа, 1978. – 272с.*

*5.Беркман, Б. Е. Основы технологического проектирования производств органического синтеза. [Текст] / Б. Е. Беркман. – М.: Химия, 1970. – 215 с.*

*6.Козулин, М. А. Примеры и задачи по курсу Оборудование заводов химической промышленности. [Текст] / М. А. Козулин. – М-Л.: Машиностроение, 1966. – 42 с.*

*7.Лащинский, А. А. Основы конструирования и расчеты химической апаратуры. [Текст] / А. А. Лащинский, А. Р. Толчинский. – Л.: Машиностроение, 1970. – 383 с.*

*8.Шерешевский, И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. [Текст] / И. А. Шерешевский. – Л.: Стройиздат, 1979. – 211 с.*

*9.Гутник, С.П. Расчеты по технологии органического синтеза. [Текст] / С. П. Гутник, В. Е. Сосонко, В. Д. Гутман. –М.: Химия, 1988. – 272 с.*

*10.Родионов, В.Н. Методические указания по расчету и выбору оборудования в курсовом и дипломном проектировании. [Текст] / В. Н. Родионов. – К.: КПИ, 1990. – 44 с.*

# Навчальний контент

# Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Назви розділів і тем* | *Всього* | *Лекції* | *Лаб* | *СРС* |
| *Тема 1 – Матеріали для хімічного машинобудування.* | *10* | *4* | *2* | *4* |
| *Тема 2 – Характеристика технологічних процесів та конструкції реакторів.* | *30* | *7* | *10* | *12* |
| *Письмове опитування 1* |  | *1* |  |  |
| *Тема 3 – Основи теорії реакторів.* | *24* | *3* | *12* | *8* |
| *Письмове опитування 2* |  | *1* |  |  |
| *Тема 4 – Технохімічні розрахунки.* | *18* | *2* | *10* | *6* |
| *Залік* | *8* |  | *2* | *6* |
| *Всього годин* | *90* | *18* | *36* | *36* |

***Лекційні заняття***

|  |  |
| --- | --- |
| *№ з/п* | *Назва теми лекції та перелік основних питань*  *(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)* |
| ***Тема 1 – Матеріали для хімічного машинобудування.*** | |
| *1* | *Вступ. Основні напрямки у розвитку машинобудування. Класифікація хімічного обладнання. Стандартизація в хімічному машинобудуванні. Вимоги, що пред'являються до хімічного обладнання. Матеріали, що використовуються в хімічному машинобудуванні. Вибір матеріалів під час конструювання. Метали. Сталі, чавуни, леговані та рулонні сталі, їх характеристика і маркування. Кольорові та рідкоземельні метали, сплави на їх основі. Мідь, алюміній, нікель, титан, свинець та інші метали в хімічному машинобудуванні*  *Література [1, с. 11-17; 2]. [1, с. 19–35; 2, с. 12-32; 3].*  *СРС: Основи класифікації хімічного обладнання з точки зору корозійної стійкості матеріалів виготовлення.*  *Література [1; 2].* |
| *2* | *Неметалічні матеріали. Матеріали захисних покриттів, Теплоізоляційні матеріали. Наповнювальні та прокладочні матеріали, сальникові ущільнення.*  *Способи захисту конструкційних матеріалів від корозії Хімічна та електрохімічна корозії. Класифікація. Причини та наслідки. Види газової корозії та методи захисту від неї.*  *Література [1, с. 36–42; 2, с. 12-32; ] [3, с. 36–42 ].*  *СРС: Конструкційні матеріали на основі глинозему. Переваги та недоліки/*  *Література [3; 5].* |
| ***Тема 2 – Характеристика технологічних процесів та конструкції реакторів*** | |
| *3* | *Характеристика технологічних процесів та конструкцій реакторів виробництв основного органічного синтезу. Аналіз факторів, що впливають на перебіг органічних реакцій. Ступінь перетворення. Температура. Тиск, залежність перебігу рівноважної реакції від тиску. Час контакту. Каталітичні процеси. Гомогенний та гетерогенний каталіз.*  *Література [1; 2].*  *СРС: Ступінь перетворення в необоротних та оборотних процесах.*  *Література [1; 5].* |
| *4* | *Класифікація конструкцій реакторів. Реактори для проведення гомогенних газових процесів та процесів у рідкій фазі, типи перемішуючих пристроїв.*  *Література [1, 2]*  *СРС: Швидкісні перемішуючі пристрої та особливості їх конструкції.*  *Література [7].* |
| *5* | *Конструкції реакторів для газофазних процесів над твердим каталізатором. Ізотермічні та адіабатичні процеси та реактори. Секціоновані апарати та їх переваги, порівняльна характеристика ізотермічних та адіабатичних реакторів.*  *Література [1,2].*  *СРС: Способи забезпечення температурного режиму у газофазних процесах.*  *Література [7].* |
| *6* | *Конструкції реакторів для газофазних процесів над каталізаторм, що рухається. Типові конструкції та способи переміщення каталізатора. Реактори для газофазних процесів з псевдозрідженим шаром каталізатора.*  *Література [1,2].*  *СРС: Переваги режиму псевдозрідженого шару, вимоги до конструкції та способи усунення недоліків.*  *Література [7].* |
| ***Тема 3 – Основи теорії реакторів.*** | |
| *7* | *Основи теорії реакторів. Види технохімічних розрахунків. Класифікація реакторів за ступенем періодичності. Модель реактора періодичної дії для проведення реакцій 1 -, 2- та n-го порядків.*  *Література [1,2].*  *СРС: Рішення задач на визначення кінетичних та геометричних параметрів реакторів повного змішування періодичної дії.*  *Література [3; 10].* |
| *8* | *Модель реактора повного (ідеального) змішування безперервної дії. Характеристика процесу вимивання в такому апараті. Модель реактора повного (ідеального) витіснення безперервної дії. Характеристика процесу вимивання в такому апараті. Вплив умов ідеального витіснення на геометричні розміри апарата.*  *Література [1,2].*  *СРС: Рішення задач на визначення кінетичних та геометричних параметрів реакторів повного змішування та повного витіснення.*  *Література [3; 10].* |
| ***Тема 4 – Технохімічні розрахунки.*** | |
| *9* | *Матеріальні розрахунки та баланси. Принципи складання. Матеріальні баланси періодичних та безперервних виробництв. Систематика розрахунку, принципи побудови схем матеріальних потоків. Основні розрахункові формули та рекомендації.*  *Література [3, 9].* |

***Лабораторні роботи***

***Характеристика технологічних процесів та конструкції реакторів***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *№*  *з/п* | *Назва теми* | *Кількість годин* |
| *1* | *Конструкції апаратів для газофазних процесів над рідким каталізатором. Характеристика дифузійної та кінетичної областей подібних процесів. Реактори з механічним розпилом рідини, колонного, барботажного, пінного типу та типу ерліфт.*  *Література [1, с2].*  *СРС: Розрахунок геометричних параметрів апаратів колонного типу.*  *Література [7].* | *6* |
| *2* | *Конструкції реакторів для системи рідина-тверда речовина. Вимоги до конструкцій та типи перемішуючих пристроїв для механічного, циркуляційного та пневматичного змішування.*  *Література [1, 2].*  *СРС: Ефективні перемішуючі пристрої на основі реактивного струменя.*  *Література [7].* | *6* |

***Основи теорії реакторів***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *3* | *Порівняльна характеристика моделей реакторів повного витіснення та повного змішування. Інтегральна функція розподілу часу перебування реагентів у апаратах типу ПЗ та ПВ. Недоліки апаратів типу ПЗ та способи їх усунення.*  *Література [1,2].*  *СРС: Рішення задач на визначення кінетичних параметрів технологічних процесів.*  *Література [3; 10].* | *6* |
| *4* | *Рушійна сила процесу в апаратах типу ПЗ та ПВ. Способі збільшення рушійної сили в апаратах типу ПЗ. Ефективність безперервно діючих апаратів. Залежність ККД та продуктивності безперервно діючого апарата від ступеня конверсії в ньому. Ступінь конверсії та вихід. Селективність в апаратах типу ПЗ та ПВ.*  *Література [1,2].*  *СРС: Рішення задач на визначення рушійної сили технологічних процесів.*  *Література [3; 10].* | *6* |

***Технохімічні розрахунки***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *5* | *Розрахунок кількості та місткості реакційних апаратів. Класифікація розрахунків. Розрахункові формули для апаратів періодичної та безперервної дії. Розрахунок кількості та місткості допоміжних ємностей, теплових та масообмінних апаратів.*  *Література [3, 9, 10].*  *СРС: Вирішення розрахункових задач.*  *Література [8, 9, 10].* | *4* |
| *6* | *Теплоенергетичні розрахунки. Мета розрахунку та систематика його проведення. Розрахунок теплових ефектів органічних реакцій емпіричними та напівемпіричними методами. Розрахунок теплових втрат, витрат теплоносія або холодоагента, поверхні теплообміну. Основні розрахункові формули.*  *Література [3, 9].*  *СРС: Побудова діаграм теплового навантаження реакторів.*  *Література [2-4].* | *6* |
| *7* | *Залікове заняття* | *2* |

# Самостійна робота студента

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *№ з/п* | *Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання* | *Кількість годин СРС* |
| *1* | *Тема 1. Основи класифікації хімічного обладнання з точки зору корозійної стійкості матеріалів виготовлення.*  *Література [1; 2].* | *2* |
| *2* | *Тема 2. Принципи класифікації конструкційних та легованих сталей.*  *Література [2; 3].* | *2* |
| *3* | *Тема 3. Конструкційні матеріали на основі глинозему. Переваги та недоліки*  *Література [3; 5].* | *2* |
| *4* | *Тема 4. Види газової корозії та методи захисту від неї.*  *Література [3; 5].* | *2* |
| *5* | *Тема 5. Ступінь перетворення в необоротних та оборотних процесах.*  *Література [1; 5].* | *2* |
| *6* | *Тема 6. Швидкісні перемішуючі пристрої та особливості їх конструкції.*  *Література [7].* | *2* |
| *7* | *Тема 7. Способи забезпечення температурного режиму у газофазних процесах.*  *Література [7].* | *2* |
| *8* | *Тема 8. Переваги режиму псевдозрідженого шару, вимоги до конструкції та способи усунення недоліків.*  *Література [7].* | *2* |
| *9* | *Тема 9. Розрахунок геометричних параметрів апаратів колонного типу.*  *Література [7].* | *2* |
| *10* | *Тема 10. Ефективні перемішуючі пристрої на основі реактивного струменя.*  *Література [7].* | *2* |
| *11* | *Тема 11. Рішення задач на визначення кінетичних та геометричних параметрів реакторів повного змішування періодичної дії.*  *Література [3; 10].* | *2* |
| *12* | *Тема 12. Рішення задач на визначення кінетичних та геометричних параметрів реакторів повного змішування та повного витіснення.*  *Література [3; 10].* | *2* |
| *13* | *Тема 13. Рішення задач на визначення кінетичних параметрів технологічних процесів.*  *Література [3; 10].* | *2* |
| *14* | *Тема 14. Рішення задач на визначення рушійної сили технологічних процесів.*  *Література [3; 10].* | *2* |
| *15* | *Тема 15. Вирішення задач на складання матеріальних балансів простих процесів.*  *Література [8,9].* | *2* |
| *16* | *Тема 16. Вирішення розрахункових задач.*  *Література [8, 9, 10].* | *2* |
| *17* | *Побудова діаграм теплового навантаження реакторів.*  *Література [2-4].* | *2* |
| *18* | *Підготовка до заліку.* | *2* |

# Політика та контроль

# Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

* *відвідуваня лекцій та лабораторних занять є обов’язковим;*
* *під час занять обов’язковим є відключення телефонів;*
* *захистом лабораторних робіт вважається вчасно здані розділи індивідуального поекту;*
* *не допускається до заліку студенти, які не виконали індивідуального проекту;*

# Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Для перевірки засвоєння студентами знань, отриманих при прослуховуванні лекцій, виконанні лабораторних робіт та при самостійній роботі у відповідності до учбового плану проводяться два письмових опитування - *календарний контроль.*

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1) письмове опитування №1 тривалістю 1 академічна година;

3) письмове опитування №2 тривалістю 1 академічна година.

**Система рейтингових балів (*r*k) та критерії оцінювання**

**1. Письмове опитування №1:**

Кількість завдань цього виду – 1.

Завдання на письмове опитування складається з чотирьох теоретичних запитань. Ваговий бал – 4х10=40 балів. Отже за письмове опитування студент може отримати 40 балів.

***Критерії оцінювання:***

10 балів: «*відмінно*» – безпомилкове вирішення усіх розрахункових вправ при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з хімії при вирішенні контрольних завдань;

8-9 балів: «*добре*» – вирішення усіх розрахункових вправ з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок та 1-2 зауважень щодо вміння застосовувати фундаментальні знання з хімії при вирішенні контрольних завдань та відповіді на теоретичні питання;

6-7 балів: «*задовільно*» – вирішення усіх розрахункових вправ з двома –трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень до теоретичних викладок, помилки у формулах;

5-0 балів: відповідь принципово невірна або відсутня.

**3. Письмове опитування №2**

Кількість завдань цього виду – 1.

Завдання на друге письмове опитування складається з чотирьох задач. Ваговий бал – 4х15=60 балів.

***Критерії оцінювання кожного запитання письмового опитування:***

14-15 балів: «*відмінно*» – безпомилкове вирішення усіх розрахункових вправ при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з хімії при вирішенні контрольних завдань;

12-13 балів: «*добре*» – вирішення усіх розрахункових вправ з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок та 1-2 зауважень щодо вміння застосовувати фундаментальні знання з хімії при вирішенні контрольних завдань та відповіді на теоретичні питання;

10-11 балів: «*задовільно*» – вирішення усіх розрахункових вправ з двома –трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень до теоретичних викладок, помилки у формулах;

9 балів: «*достатньо*» – вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок у відповідях.

8-0 балів: відповідь принципово невірна або відсутня.

**Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля:**

Максимальна сума балів протягом семестру складає:

 балів

Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» необхідно мати рейтинг не менше 60 балів.

**Залік**

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому їх отримані раніше бали анулюються і рахуються лише бали за залікову контрольну роботу і ця ***рейтингова оцінка є остаточною***.

Залік з даної частини кредитного модуля проводиться у письмовій формі. Білет складається з трьох теоретичних запитань, однієї задачі та опису однієї конструкції типового апарату. Ваговий бал – 5х20=100 балів.

***Критерії оцінювання кожного питання письмового опитування*:**

19-20 балів: «*відмінно*» – безпомилкове вирішення усіх розрахункових вправ при наявності елементів продуктивного творчого підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з хімії при вирішенні контрольних завдань;

15-18 балів: «*добре*» – вирішення усіх розрахункових вправ з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок та 1-2 зауважень щодо вміння застосовувати фундаментальні знання з хімії при вирішенні контрольних завдань та відповіді на теоретичні питання;

13-14 балів: «*задовільно*» – вирішення усіх розрахункових вправ з двома –трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих зауважень до теоретичних викладок, помилки у формулах;

12 балів: «*достатньо*» – вірне вирішення розрахункових вправ (але не менше 50 %); наявність принципових помилок у відповідях.

11-0 балів: відповідь принципово невірна або відсутня.

*Семестровий контроль: залік*

*Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 50 балів.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

|  |  |
| --- | --- |
| *Кількість балів* | *Оцінка* |
| 100-95 | Відмінно |
| 94-85 | Дуже добре |
| 84-75 | Добре |
| 74-65 | Задовільно |
| 64-60 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску | Не допущено |

# Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

***Приклади завдань для письмового опитування****.*

**Письмове опитування №1**

з кредитного модуля „*Основи технологічного проектування виробництв* ”

ВАРІАНТ №1

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | Кольорові та рідкісні метали як конструкційні матеріали. |
| 2. | Конструкційні матеріали на основі графіту. |
| 3. | Футеровка. |
| 4. | Оптимальна температура екзотермічних процесів. |

**Письмове опитування №2**

з кредитного модуля „*Основи технологічного проектування виробництв* ”

ВАРІАНТ №1

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | Модель реактора ідеального змішування періодичної дії. |
| 2. | Що таке рушійна сила процесу? Способи її підвищення. |
| 3. | Порівняння часу перебування в апаратах ідеального змішування й ідеального витіснення. |
| 4. | Як зміниться продуктивність РІЗ при зменшенні ступеня конверсії в ньому з 0,9 до 0,35. У реакторі відбувається реакція другого порядку, *k*=0,3. |

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцент, к.х.н., доцент кафедри ОХ та ТОР, Бутова Катерина Дмитрівна

**Ухвалено** кафедрою ОХ та ТОР (протокол № 3 від 24.11.2020)

**Погоджено** Методичною комісією факультету[[1]](#footnote-1) (протокол № 2 від 14.10.2020)

1. Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін. [↑](#footnote-ref-1)