



# ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ВИСОКОГО ТИСКУ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Другий (магістерський)</i>                                                                                                                                                                                                                                    |
| Галузь знань                                | <i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>                                                                                                                                                                                                                   |
| Спеціальність                               | <i>G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)</i>                                                                                                                                                                                                                  |
| Освітня програма                            | <i>Інжиніринг інноваційного галузевого обладнання</i>                                                                                                                                                                                                            |
| Статус дисципліни                           | <i>Вибіркова</i>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Форма навчання                              | <i>очна (денна/дистанційна/змішана)</i>                                                                                                                                                                                                                          |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>1 курс, весняний семестр, ЛМ-51мп</i>                                                                                                                                                                                                                         |
| Обсяг дисципліни                            | <i>5 кредитів ЕКТС, 150 годин</i>                                                                                                                                                                                                                                |
| Семестровий контроль / контрольні заходи    | <i>Екзамен/поточний контроль</i>                                                                                                                                                                                                                                 |
| Розклад занять                              | <i>2 години лекцій щотижня, 2 години практик (1 пара раз на два тижні)</i>                                                                                                                                                                                       |
| Мова викладання                             | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                                                |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | <i><b>Лекторка:</b> к.т.н. Гусарова Олена Віталіївна,<br/>+380663120701, O.V.Husarova@nas.gov.ua<br/><b>Практичні:</b> к.т.н. Гусарова Олена Віталіївна,<br/>+380663120701, O.V.Husarova@nas.gov.ua<br/><b>Лабораторні:</b> не передбачено навчальним планом</i> |
| Розміщення курсу                            | <i><a href="https://classroom.google.com">https://classroom.google.com</a></i>                                                                                                                                                                                   |

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Завдяки процесам синтезу з використанням високого тиску вирішена одна з головних проблем сучасності - створена сировинна база для виробництва полімерів, смол, добрив, фарб, лаків, вибухівки, біоматеріалів тощо.*

*Забезпечення надійного функціонування обладнання високого тиску потребує фундаментальних інженерних знань та методів розрахунків.*

*Проектування обладнання для реалізації таких технологічних процесів потребує знання особливостей процесів, алгоритмів складних трудомістких розрахунків з використанням комп'ютерних систем, яке дозволяє суттєво зменшити час на проведення розрахунків та проектних робіт, експлуатаційні та капітальні витрати.*

*Основа освітнього компоненту «Процеси та обладнання високого тиску» – вивчення фізичних засад і визначення умов для раціонального їх проведення шляхом створення відповідного обладнання.*

***Ціль вивчення** освітнього компоненту «Процеси та обладнання високого тиску» полягає в наданні майбутнім магістрам знання фундаментальних законів, на яких ґрунтуються основні процеси синтезу, пов'язані з хімічною промисловістю, застосування їх для теоретичного аналізу конкретних процесів, а також розрахунку й проектування обладнання для їх реалізації.*

Значний обсяг освітнього компоненту читається з використанням матеріалів, які є узагальненням науково-дослідних та проєктно-конструкторських робіт викладених у монографіях, навчальних посібниках і періодичних виданнях різних авторів.

**Метою** вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань, а саме:

- Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у обладнанні високого тиску.

- Спираючись на методи математичного моделювання та використовуючи комп'ютерні технології, CAD-системи та інші прикладні програми вирішувати задачі пов'язані з синтезом аміаку, метанолу та сечовини (карбаміду).

Відповідно до мети підготовка магістра за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, для розв'язання інженерних задач, пов'язаних з синтезом аміаку, метанолу та сечовини.

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

Дисципліна «Процеси та обладнання високого тиску» є вибірковою дисципліною.

Вимоги до початку вивчення включають базові знання, що отримуються протягом першого семестру підготовки магістра, зокрема знання з дисциплін: «Конструкторське проєктування обладнання», «Інжиніринг інноваційних технологій та обладнання».

Вивчення дисципліни буде корисним при засвоєнні матеріалу таких дисциплін як «практика», «Виконання магістерської дисертації», а також сприятиме кращому засвоєнню матеріалів вибірових дисциплін, таких як «Процеси та обладнання синтезу та переробки високомолекулярних сполук», «Надійність, довговічність устаткування і застосування новітніх кавітаційних технологій».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Обладнання високого тиску у виробництві аміаку.

Тема 2. Обладнання високого тиску у виробництві метанолу.

Тема 3. Обладнання високого тиску у виробництві сечовини (карбаміду).

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Процеси та обладнання високого тиску. Курс лекцій. Розділ 1. Обладнання синтезу у виробництві аміаку [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проєктування інноваційного галузевого обладнання» спец. 133 Галузеве машинобудування / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Гусарова. – Електрон. текст. дані (1 файл: 3.45 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 209 с. – Назва з екрана. URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/73876>

2. Технологія зв'язаного азоту: Підручник / Товажнянський Л. Л., Лобойко О. Я. та ін. Харків: НТУ "ХПІ", 2007. – 536 с.

3. Кожухар В.Я. Технологія зв'язаного азоту : навчальний посібник / В.Я. Кожухар, Ю.М. Єпутатов, Л.В. Іванченко. Одеса: ОП, 2021. 280 с.

4. Технологія зв'язаного азоту: технологія та алгоритми розрахунків виробництва аміаку і метанолу. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / А.Л. Концевой ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,55 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 211 с. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42796/1/Amiak\\_metanol.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42796/1/Amiak_metanol.pdf)

5. Волошин М.Д. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. Мінеральні добрива: навчальний посібник / М. Д. Волошин, Я. М. Черненко, А. В. Іванченко, М. А. Олійник. — Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016. — 354 с. ISBN 978-966-175-130-8

#### **Додаткова література:**

6. Андреев І. А., Зубрій О.Г. Апарати високого тиску. — К.: ІЗМН, 2000. — 178 с.
7. <https://ua.waykun.com/articles/vlastivosti-amiaku-shhilnist-teploemnist.php>
8. Гринь С. О. Історичні аспекти створення промислового синтезу аміаку / С. О. Гринь, П. В. Кузнєцов // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : История науки и техники. — Харьков : НТУ "ХПИ". — 2009. — № 29. — С. 36-42.
9. Технологія аміаку: навч. посібник / М. А. Янковський, І. М. Демиденко, Б. І. Мельников, О. Я. Лобойко, Г. М. Корона ; УДХТУ. — Дніпропетровськ: УДХТУ; Горлівка: Концерн Стирол, 2004. — 293 с.
10. Chinchin, G. C., Mansfield, K., and Spencer, M. S. The methanol synthesis: how does it work // CHEMTECH. United States: N. p.: - № 20:11. - 1990. - p. 692-699.
11. Методи розрахунків у технології неорганічних виробництв (ч. І. Зв'язаний азот): Підручник / Лобойко О.Я., Товажнянський Л.Л., Слабун І.О. та ін. // За ред. О. Я. Лобойко і Л. Л. Товажнянського. — 3-тє вид., доп. і перероб. — Х. : НТУ "ХПИ", 2001. — 511 с.
12. Смолянкін О.О., Федік Л.Ю. Аналіз технологічного процесу отримання карбаміду як об'єкта керування // Перспективні технології та прилади. - № 21. — 2022. — С. 119-124. DOI: <https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2022-21-18>
13. Каталізатори в технології неорганічних речовин : монографія / Л. Л. Товажнянський О. Я. Лобойко, А. М. Бутенко, Г. І. Гринь, І. О. Слабун, М. В. Кошовець, А. С. Савенков, В. І. Тошинський ; ред.: Л. Л. Товажнянський, О. Я. Лобойко ; НТУ «ХПИ». — Харків : Підручник НТУ «ХПИ», 2013. — 220 с

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

##### **Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Процеси та обладнання високого тиску», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області процесів синтезу, що використовують високий тиск;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів досліджень;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

| <i>№ з/п</i> | <i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>                                                                                                                                                                                                                              | <i>Годин</i> |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|              | <i>Тема 1. Обладнання високого тиску у виробництві аміаку</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
| <i>1</i>     | <i>Лекція 1. Обладнання високого тиску в різних галузях промисловості. Фізико – хімічні властивості аміаку. Синтез аміаку. Методи зв'язування атмосферного азоту. Технологічні схеми. Матеріальні баланси. Література [1-4]. Завдання до СРС: Історична довідка. Альтернативні методи зв'язування азоту [8].</i>                                           | <i>2</i>     |
| <i>2</i>     | <i>Лекція 2. Сировина для синтезу аміаку. Одержання азотно-водневої суміші. Фізико-хімічні основи синтезу аміаку. Рівноважна концентрація. Оптимальні умови ведення процесу. Література [1-4]. Завдання до СРС: Вплив каталізаторів на реакцію синтезу аміаку [1- 4, 13].</i>                                                                              | <i>2</i>     |
| <i>3</i>     | <i>Лекція 3. Реактори синтезу аміаку. Класифікація. Реактори трубчасті, поличні. Температурний режим. Матеріальний баланс в цілому та компонентів. Визначення концентрацій аміаку на виході з реактора. Література [1-4]. Завдання до СРС: Конструкція насадки [3, 4].</i>                                                                                 | <i>2</i>     |
| <i>4</i>     | <i>Лекція 4. Каталізатори синтезу аміаку, механізм і кінетика синтезу аміаку. Дезактивація каталізатора. Технологія одержання промислового каталізатора синтезу аміаку. Марки і характеристики промислових каталізаторів. Література [1-4]. Завдання до СРС: Сучасні каталізатори синтезу аміаку [3].</i>                                                  | <i>2</i>     |
| <i>5</i>     | <i>Лекція 5. Визначення об'єму каталізатора та основних розмірів реактора. Основні закономірності для визначення геометричних розмірів каталізаторної коробки. Розрахунок об'єму каталізатора по полицям реактора. Матеріальний баланс полиць. Розрахунок теплових потоків в реакторі. Література [1-4] Завдання до СРС: Використання газових законів.</i> | <i>2</i>     |
| <i>6</i>     | <i>Лекція 6. Теплообмінники вбудовані та виносні. Розрахунок процесу теплообміну. Котли–утилізатори теплоти. Розрахунок теплообмінного обладнання. Теплообмінні пристрої для підігріву свіжого газу та розігріву реактора. Література [1-4] Завдання до СРС: Стартові підігрівачі [9].</i>                                                                 | <i>2</i>     |
| <i>7</i>     | <i>Лекція 7. Розділення газової суміші. Способи виділення аміаку з газової суміші. Розрахунок холодильника – конденсатора. Література [1-4] Завдання до СРС: Конструкції конденсаторів [1-3, 9].</i>                                                                                                                                                       | <i>2</i>     |
| <i>8</i>     | <i>Лекція 8. Сепарація газово–рідинної суміші. Нагнітаючі та циркуляційні компресори. Призначення, конструкції та основні параметри. Література [1-4]. Завдання до СРС: Конструкції сепараторів [1, 2, 3, 9].</i>                                                                                                                                          | <i>2</i>     |
| <i>9</i>     | <i>Лекція 9. Тестування на засвоєння лекційного матеріалу за темою 1. Література [1-4]. Завдання до СРС: повторити матеріал до теми 1 [1-4, 9]</i>                                                                                                                                                                                                         | <i>2</i>     |
|              | <i>Тема 2. Обладнання високого тиску у виробництві метанолу</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
| <i>10</i>    | <i>Лекція 10. Апарати високого тиску у виробництві метанолу. Метилловий</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>2</i>     |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|    | спирт. Властивості, використання. Характеристика продукту. Історична довідка. Фізико – хімічні основи синтезу метилового спирту. Література [4, 10].<br>Завдання до СРС: Характеристика готового продукту [4, 10].                                                                                                                                                           |    |
| 11 | Лекція 11. Технологічні схеми синтезу метилового спирту. Сучасні технологічні тенденції синтезу метанолу. Каталізатори синтезу метанолу. Огляд сучасних каталізаторів синтезу метанолу («Johnson Matthey Catalysts», «Sud-Chemie» AG, «Haldor Topsoe»).<br>Література [2, 4, 13].<br>Завдання до СРС: Охорона навколишнього середовища під час виробництва метанолу [2, 10]. | 2  |
| 12 | Лекція 12. Реактори синтезу метилового спирту. Вимоги до конструкційних матеріалів. Захист обладнання від корозії. Реактори трубчасті, поличні. Температурний режим. Розрахунок реактора синтезу метанолу.<br>Література [2, 4, 10].<br>Завдання до СРС: Конструкція насадки.                                                                                                | 2  |
| 13 | Лекція 13. Тестування на засвоєння лекційного матеріалу за темою 2.<br>Література [2, 4, 10].<br>Завдання до СРС: вивчити тему 2.                                                                                                                                                                                                                                            | 2  |
|    | Тема 3. Обладнання високого тиску у виробництві сечовини (карбаміду)                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
| 14 | Лекція 14. Апарати високого тиску у виробництві сечовини (карбаміду). Призначення сечовини. Властивості, використання. Характеристика сировини та готового продукту. Історична довідка. Фізико – хімічні основи синтезу сечовини.<br>Література [2, 5, 12].<br>Завдання до СРС: Історична довідка.                                                                           | 2  |
| 15 | Лекція 15. Способи виробництва сечовини. Опис технологічної схеми з рідинним рециклом. Суміщені виробництва карбаміду і аміаку. Об'єднаний процес «Міцуї Тоацу» та «Снам Проджертті». Економічні переваги об'єднаних процесів.<br>Література [2, 5, 12].<br>Завдання до СРС: Опис технологічної схеми вузла одержання гранульованого карбаміду [5].                          | 2  |
| 16 | Лекція 16. Основні апарати у виробництві сечовини. Реактори синтезу сечовини. Розрахунок реактору синтезу сечовини. Керування технологічним процесом і контроль виробництва.<br>Література [2, 5, 12].<br>Завдання до СРС: Основні апарати у виробництві сечовини, їх переваги та недоліки [5].                                                                              | 2  |
| 17 | Лекція 17. Тестування на засвоєння лекційного матеріалу за темою 3.<br>Література [2, 5, 12].<br>Завдання до СРС: вивчити матеріал до теми 3.                                                                                                                                                                                                                                | 2  |
| 18 | Лекція 18. Аналіз обладнання та порівняння технологій синтезу аміаку, метанолу та сечовини (карбаміду). Шляхи удосконалення технологій.<br>Література [1-13].<br>Завдання до СРС: повторити матеріал тем 1-3.                                                                                                                                                                | 2  |
|    | Разом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 36 |



## Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів з даної дисципліни практичні заняття займають 30% аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації магістра. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають технічне мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних методів синтезу;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

| № з/п | Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)                         | Годин  |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | <u>Практичне заняття 1.</u><br>Визначення константи рівноваги, рівноважної концентрації, робочої концентрації аміаку на виході з реактора.<br>Література [1-4, 7] | 2      |
| 2     | <u>Практичне заняття 2.</u><br>Матеріальний баланс реактора синтезу аміаку.                                                                                       | 2      |
| 3     | <u>Практичне заняття 3.</u><br>Розрахунок об'ємного потоку в каналах реактора та їх геометричних розмірів.                                                        | 2      |
| 4     | <u>Практичне заняття 4.</u><br>Визначення теплофізичних властивостей газу та повітря, розрахунок коефіцієнтів тепловіддачі.<br>Література [7]                     | 2      |
| 5     | <u>Практичне заняття 5.</u><br>Визначення теплових потоків в реакторі синтезу аміаку.                                                                             | 2      |
| 6     | <u>Практичне заняття 6.</u><br>Уточнення температурного режиму в реакторі синтезу аміаку.                                                                         | 2      |
| 7     | <u>Практичне заняття 7.</u><br>Розрахунок об'єму каталізатора в реакторі синтезу аміаку.                                                                          | 2      |
| 8     | <u>Практичне заняття 8.</u><br>Розрахунок матеріального та теплового балансів конденсації, температурного режиму.                                                 | 2      |
| 9     | <u>Практичне заняття 9.</u><br>Алгоритм розрахунку реактора синтезу метанолу.<br>Елементи розрахунку реактора синтезу сечовини (карбаміду).                       | 1<br>1 |
|       | Разом                                                                                                                                                             | 18     |

## Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 64% часу вивчення дисципліни, включаючи і підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань з курсу, що не увійшли в перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування

активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися моделювати сучасні процеси синтезу та розділення, що використовуються в хімічній інженерії.

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Кількість годин СРС |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1     | Умови роботи промислових каталізаторів.<br>Отрути для каталізаторів.<br>Контроль та автоматизація процесу синтезу аміаку.<br>Зберігання та транспортування аміаку.<br>Контроль та автоматизація процесу синтезу метилового спирту.<br>Зберігання та транспортування метилового спирту.<br>Контроль та автоматизація процесу синтезу сечовини (карбаміду).<br>Зберігання та транспортування сечовини (карбаміду).<br>Література [1-13] | 66                  |
| 2     | Підготовка до екзамену                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 30                  |
|       | Всього годин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 96                  |

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом. При розв'язанні задач на практичних заняттях студенти можуть користуватися будь-якими джерелами інформації та засобами обчислень. Всі завдання виконуються індивідуально.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату, але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.
- штрафні бали застосовуються за несвоєчасне виконання та захист практичних робіт та тестів 1-3.

#### Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

#### Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань за використання друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здачі екзамену за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

### **Політика академічної поведінки і етики**

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

## **7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

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

| Семестр | Навчальний час |            | Розподіл навчальних годин |        |           |     | Контрольні заходи    |
|---------|----------------|------------|---------------------------|--------|-----------|-----|----------------------|
|         | Кредити        | акад. год. | ауд год.                  | Лекції | Практичні | СРС | Семестровий контроль |
| 2       | 5              | 150        | 54                        | 36     | 18        | 96  | екзамен              |

### **Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання**

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

**Виконання завдань на практичних заняттях.**

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за практичні заняття  $4 \cdot 9 = 36$ .

**Тестування засвоєння лекційного матеріалу .**

Ваговий бал – 8. Максимальна кількість балів за тестування засвоєння лекційного матеріалу  $3 \cdot 8 = 24$ .

Відповіді на екзамені: 40 балів.

**Умовою першої атестації** є виконання 50% практичних робіт (на час атестації). **Умовою другої атестації** – є виконання 75% практичних робіт (на час атестації).

**Штрафні бали:** невчасне виконання практичних робіт (пізніше, ніж на наступному практичному занятті) – мінус 1 бал; надсилання практичних робіт в кінці семестру – мінус 2 бали; не вчасне написання тесту без поважних причин (тест виконується на парі) – мінус 1 бал.

**Умовою допуску до екзамену** є виконання всіх завдань на практичних заняттях та тестувань, відвідування не менше 60% лекцій.

Сума отриманих студентом балів переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

| <b>Кількість балів</b>    | <b>Оцінка</b> |
|---------------------------|---------------|
| 95...100                  | відмінно      |
| 85...94                   | дуже добре    |
| 75...84                   | добре         |
| 65...74                   | задовільно    |
| 60...64                   | достатньо     |
| RD < 60                   | незадовільно  |
| Не виконані умови допуску | не допущено   |

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

**Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль**

1. Галузі застосування апаратів високого тиску.



2. *Способи зв'язування атмосферного азоту.*
3. *Синтез аміаку (історична довідка).*
4. *Використання аміаку.*
5. *Фізико-хімічні основи синтезу аміаку.*
6. *Рівновага реакції синтезу аміаку. Константа рівноваги реакції синтезу аміаку.*
7. *Рівноважна концентрація реакції синтезу аміаку.*
8. *Тепловий ефект реакції синтезу аміаку.*
9. *Вплив тиску та температури на рівновагу реакції синтезу аміаку.*
10. *Сировина для виробництва синтетичного аміаку.*
11. *Одержання азотно-водневої суміші.*
12. *Схеми синтезу аміаку середнього тиску.*
13. *Схеми синтезу аміаку низького тиску.*
14. *Схеми синтезу аміаку високого тиску.*
15. *Трубчатий реактор синтезу аміаку.*
16. *Поличний реактор синтезу аміаку.*
17. *Матеріальний баланс реактора синтезу аміаку.*
18. *Визначення концентрацій та матеріальних потоків компонентів на виході з реактору синтезу аміаку.*
19. *Розрахунок основних розмірів реактора синтезу аміаку.*
20. *Використання газових законів при розрахунку геометричних розмірів реактора.*
21. *Конструкції теплообмінників реактора синтезу аміаку.*
22. *Розрахунок теплообмінника реактора синтезу аміаку.*
23. *Кінетика синтезу аміаку.*
24. *Марки і характеристики промислових каталізаторів.*
25. *Дезактивація каталізатора.*
26. *Технологія одержання промислового каталізатора синтезу аміаку.*
27. *Визначення об'єму каталізатора.*
28. *Розрахунок об'єму каталізатора та висоти полки поличного реактора.*
29. *Розрахунок втрат теплоти в оточуюче середовище.*
30. *Розрахунок теплових потоків в реакторі синтезу аміаку.*
31. *Теплообмінне обладнання агрегату синтезу аміаку.*
32. *Конструкції підігрівачів.*
33. *Розрахунок електричних підігрівачів.*
34. *Способи виділення аміаку із газової суміші.*
35. *Рівновага системи рідина-пара.*
36. *Конструкції водяних холодильників-конденсаторів.*
37. *Конструкції аміачних холодильників-конденсаторів.*
38. *Конструкція конденсаційної колони.*
39. *Матеріальний баланс холодильника-конденсатора.*
40. *Особливості процесу конденсації аміаку із газової суміші.*
41. *Розрахунок коефіцієнту тепловіддачі при конденсації аміаку.*
42. *Сепарація (розділення) газо-рідинної суміші.*
43. *Конструкції сепараторів.*
44. *Розрахунок сепаратора. Швидкість осадження часточки у полі сили тяжіння.*
45. *Циркуляційні компресори.*
46. *Метиловий спирт. Використання метилового спирту.*
47. *Синтез метилового спирту (історична довідка).*
48. *Сировина для виробництва метилового спирту.*
49. *Фізико – хімічні основи синтезу метилового спирту.*
50. *Рівновага реакції синтезу метилового спирту.*
51. *Матеріали для апаратів схем синтезу метилового спирту.*
52. *Захист обладнання синтезу метилового спирту від корозії .*

53. *Схема виробництва метилового спирту .*
54. *Сучасні технологічні тенденції синтезу метанолу.*
55. *Каталізатори синтезу метилового спирту при високому тиску.*
56. *Сучасні каталізатори синтезу метилового спирту («Johnson Matthey Catalysts», «Sud-Chemie» AG, «Haldor Topsoe»).*
57. *Реактори синтезу метилового спирту.*
58. *Контроль та автоматизація процесу синтезу метилового спирту.*
59. *Зберігання та транспортування метилового спирту.*
60. *Сечовина (карбамід). Використання у народному господарстві.*
61. *Синтез сечовини (історична довідка).*
62. *Фізико - хімічні основи синтезу карбаміду.*
63. *Параметри реакції та їх вплив на вихід карбаміду.*
64. *Схеми синтезу карбаміду.*
65. *Суміщені виробництва карбаміду і аміаку.*
66. *Об'єднаний процес «Міцуї Тоацу» та «Снам Проджертті».*
67. *Реактор синтезу карбаміду.*
68. *Захист обладнання синтезу карбаміду від корозії.*
69. *Контроль та автоматизація процесу синтезу сечовини (карбаміду).*
70. *Зберігання та транспортування сечовини (карбаміду).*

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

*Складено ст. викладачка кафедри МАХНВ, канд.техн.наук, Олена Гусарова*

*Ухвалено кафедрою МАХНВ (протокол № 20 від 12.06.2025)*

*Погоджено Методичною радою факультету<sup>1</sup> (протокол № 11 від 27.06.2025)*

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.