



Національний технічний університет України  
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Хімічного, полімерного і  
сілікатного машинобудування

## ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЕФЕКТИВНИХ ПРОЦЕСІВ, ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

### Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

#### Реквізити освітнього компонента

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рівень вищої освіти                         | <i>Третій (освітньо-науковий)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Галузь знань                                | <i>13 Механічна інженерія</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Спеціальність                               | <i>133 Галузеве машинобудування</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Освітня програма                            | <i>Галузеве машинобудування</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Статус освітнього компонента                | <i>Обов'язкова</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Форма навчання                              | <i>очна(денна)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Рік підготовки, семестр                     | <i>2 курс, весняний семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Статус освітнього компонента                | <i>5 (150)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи     | <i>Екзамен</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Розклад занять                              | <i>3 години на тиждень (1 година лекційних та 2 години практичних занять)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Мова викладання                             | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: проф., д.т.н., Щербина Валерій Юрійович,<br><a href="https://cpsm.kpi.ua/shcherbina-valerij-yurijovich.html?tmpl=component;">https://cpsm.kpi.ua/shcherbina-valerij-yurijovich.html?tmpl=component;</a><br><br>Практичні /Семінарські: проф., д.т.н., Щербина Валерій Юрійович,<br><a href="https://cpsm.kpi.ua/shcherbina-valerij-yurijovich.html?tmpl=component;">https://cpsm.kpi.ua/shcherbina-valerij-yurijovich.html?tmpl=component;</a> |
| Розміщення курсу                            | <i>Платформа «Сікорський»</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

#### Програма освітнього компонента

##### 1. Опис освітнього компонента, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Одним з ключових завдань сучасного машинобудування є дослідження та впровадження інноваційних підходів до проектування високоефективного технологічного обладнання. Це надзвичайно актуальне питання в умовах постійного зростання вимог до енергоефективності та ресурсозбереження в галузі машинобудування.

Ефективне проектування виробничого устаткування має критично важливе значення для підвищення продуктивності, зниження експлуатаційних витрат та мінімізації екологічного впливу машинобудівних підприємств. Застосування сучасних методів моделювання, оптимізації та використання новітніх матеріалів дозволяє створювати технологічні рішення, які відповідають найвищим стандартам енергоефективності та ресурсозбереження.

В курсі «Перспективні напрями розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів, обладнання та технологій» значна увага приділяється виявленню і використанню взаємозв'язку між окремими освітніми компонентами. Це можливе при системному застосуванні певних галузей знань, які включають в себе специфічні методи досліджень і

рішення задач самого процесу проектування, його удосконалення та підвищення ефективності. Сюди входять такі розділи, як технологічне проектування, морфологічні моделі, системний підхід та інше, які представляють вагомий інтерес для сучасного фахівця.

Дослідження в цьому напрямку спрямовані на розробку інноваційних конструкцій, удосконалення систем енерго- та ресурсозбереження, впровадження нових технологічних процесів та матеріалів, що забезпечують стале виробництво і мінімальний вплив на навколишнє середовище. Реалізація цих напрямків має вирішальне значення для підвищення конкурентоспроможності машинобудівної галузі та забезпечення її сталого розвитку в довгостроковій перспективі.

Предмет освітнього компонента «Перспективні напрями розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів, обладнання та технологій» – реалізація підходів, що забезпечують вивчення новітніх систем проектування та спеціальних методів для вдосконалення, підвищення ефективності, забезпечення високої якості виконання проектно-конструкторських розробок з реалізацією найбільш ефективних проектних рішень, що орієнтує студентів на сучасний світовий рівень науково-технічних розробок.

Очікувані результати навчання включають здатність застосовувати системний підхід до розробки та проектування, використовувати морфологічні моделі та методи математичного моделювання для вирішення актуальних завдань підвищення ефективності технологічних процесів та обладнання. Це дозволить випускникам бути компетентними фахівцями, здатними розробляти та впроваджувати перспективні енерго- та ресурсоефективні рішення в машинобудівній галузі.

**Мета освітнього компонента «Перспективні напрями розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів, обладнання та технологій»**

Основна мета освітнього компонента - навчити аспірантів методам технологічного прогнозування параметрів машин та обладнання з урахуванням вимог їх експлуатації і виготовлення. Особлива увага приділяється системному підходу до проектування, використанню морфологічних моделей та інтеграції різних освітніх компонентів, таких як технологічне проектування, теорія систем, математичне моделювання тощо. Це дає змогу комплексно підходити до вирішення завдань підвищення ефективності технологічного обладнання.

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

**Інтегральна компетентність:**

Здатність розв'язувати комплексні проблеми у галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК2 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, генерувати нові ідеї та розв'язувати комплексні проблеми галузевого машинобудування.

ЗК3 Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК4 Здатність розв'язувати проблеми у сфері галузевого машинобудування на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору, з дотриманням принципів академічної доброчесності.

ФК 2 Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською (або іншими) мовами, глибоке розуміння англомовних (або інших іноземномовних) наукових текстів у машинобудівній галузі.

ФК 3 Здатність критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї у сфері галузевого машинобудування та з дотичних міждисциплінарних питань.

*ФК 4 Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.*

*ФК 6 Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики галузевого машинобудування, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.*

*ФК 7 Здатність враховувати перспективні напрями розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів, обладнання та технологій для наукових досліджень та розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних та дослідницьких задач галузевого машинобудування.*

**ЗНАННЯ:**

*ПРН 01 Мати концептуальні та методологічні знання з механічної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій*

*ПРН 11 Знати фундаментальні засади теорії гідродинаміки, тепло- та масообміну та сучасні методи та методики гідродинамічної активізації технологічних середовищ*

**УМІННЯ:**

*ПРН 06 Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми механічної інженерії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.*

*ПРН 07 Вміти планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з галузевого машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.*

*ПРН 09 Глибоко розуміти загальні принципи та методи механічної інженерії а також методологію наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у сфері галузевого машинобудування та у викладацькій практиці.*

*ПРН 12 Уміти використовувати інноваційні методи діяльності для реалізації наукових досліджень*

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

*Вивчення освітнього компонента «Перспективні напрями розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів, обладнання та технологій» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих аспірантами протягом бакалавріату та магістратури при вивченні освітніх компонент природничого та інженерно-технічного спрямування, зокрема: «Математика», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Опір матеріалів», «Деталі машин», «Теоретичні основи теплотехніки», «Механіка твердого деформованого тіла», «Технологічні основи машинобудування», «Сучасні методи розрахунку процесів і апаратів», «Методологія проектування», «Процеси, апарати і машини галузі».*

**3. Зміст освітнього компонента**

*Тема 1. Енерго- та ресурсозбереження в промисловості. Загальні питання та визначення*

Тема 2. Відкриття, винаходи, інновації при вирішенні проблем підвищення енерго- та ресурсозбереження

Тема 3. Визначення можливих напрямків підвищенні енергоефективності з використанням технологій штучного інтелекту

Тема 4. Інтенсифікація технологічних процесів за рахунок імпульсного енергетичного впливу

Тема 5. Методи інтенсифікації процесів екстрагування

Тема 6. Безвідходні технологічні схеми хімічних виробництв

Тема 7. Альтернативна енергетика

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література

1. Щербина В.Ю., Гондляр О.В., Сівецький В.І. Інжиніринг інноваційних технологій та обладнання. Механічне обладнання для виробництва в'язучих будівельних матеріалів [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. – 147 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45720>
2. Казак І.О., Щербина В.Ю., Лелека С.В., Методичних рекомендацій "Сучасні методи проектування" (Частина 1) [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ», Київ, 2017. – 58 с.
3. Щербина В.Ю., Лелека С.В., Безверхий І.О. Методологія проектування. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2024. 119 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67997>
4. Сівецький В.І., Щербина В.Ю., Гондляр О.В. Інжиніринг інноваційних технологій та обладнання. Лінії для виготовлення листових і профільних полімерних виробів [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. – 113 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45732>
5. Щербина В.Ю., Ізницький І.І., Лелека С.В., Методологія проектування. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 67 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25671>
6. Сівецький В. І., Сідоров Д. Е., Панов Є. М., Пристайлов С. О. Ресурсо- та енергозберігаючі процеси змішування при переробці полімерів - К.: Видавництво "ЕКМО", 2006. – 174с.
7. Щербина В.Ю., Методологія проектування. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2020. – 77 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25673>
8. Ворфоломеев А.В. Основи ресурсоефективності підприємств. Навч. посібник. – К.: 2018. – 52 с.
9. Електротехнології : навч. посіб. / І. В. Бацуровська. Миколаїв : МНАУ, 2021. – 258 с.
10. Врагов А. П. Масообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв : навчальний посібник / А. П. Врагов. – Суми : ВТД "Університетська книга", 2007. – 284 с.
11. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М.П. Кузнецов, О.А. Мельник – Електронні текстові дані (1 файл: 7,93 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 304 с.

##### Додаткова література

12. Щербина В.Ю., Степанюк А.Р. Кожухотрубні теплообмінники. Конструкторське проектування обладнання [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2024. 117 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/67996>
13. САПР. Застосування програмного комплексу ВЕСНА в розрахунках процесів і обладнання з врахуванням термосилових навантажень. / В.Ю. Щербина, О.С. Сахаров, В.І. Сівецький, О.В. Гондляр Навчальний посібник Київ, Видавництво "ЕКМО", 2014. – 218 с
14. Політика використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/70b895b5-1339-4d51-975b-a6114035c950/content>
15. Кушлик Р. В., Назаренко І. П., Кушлик Р. Р. Електротехнології і теплові процеси. Мелітополь : Тавр. держ. агротехнол. ун-т ім. Дмитра Мотор., 2021. 105 с.
16. Власенко В.В., Бандура В.М., Коляновська Л.М. Інтенсифікування екстрагування в технології виробництва рослинних олій. – Вінниця, РВВ ВНАУ, 2016. – 203 с.



17. Відновлювані джерела енергії / За ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.

### Інформаційні ресурси в Інтернеті

18. Закон України “Про енергоефективність” URL: <https://www.saee.gov.ua/uk/content/energy-efficiency>
19. Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року URL: [https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2021/10/brief\\_zp\\_4507\\_pro-energoefektyvnist-s.pdf](https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2021/10/brief_zp_4507_pro-energoefektyvnist-s.pdf)
20. Стала та відновлювальна енергетика. Основи. [https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+ENERG101+2023\\_T1](https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+ENERG101+2023_T1)
21. Інтерактивний семінар «Сучасні технології енергоефективності та ресурсозбереження» <https://sd4ua.org/interaktyvnyj-seminar-suchasni-tehnologiyi-energoefektyvnosti-ta-resursozberezhennya/>
22. Семінари з енергозбереження від лектора Академії Ромстал <https://romstal.ua/uk/info/108-seminar-eco>
23. Головна сторінка програмного продукту SolidWorks [Електронний ресурс] : [Вебсайт]. – Електронні дані. – Режим доступу <https://www.solidworks.com/ru> (дата звернення 10.06.2024) – Назва з екрана.
24. 3D Solid Modelling Videos : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу <https://nisheeth-inventortalks.blogspot.com/> (дата звернення 10.06.2024) – Назва з екрана.
25. Solidworks Flow Simulation. Розрахунок швидкості потоку. [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу <https://www.solidworks.com/ru/product/solidworks-flow-simulation> (дата звернення 10.06.2024) – Назва з екрана.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної освітнього компонента

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітніми компонентами, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи аспірантів спільно з викладачем;
- виховання у аспірантів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у аспірантів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в області чисельних методів розрахунку;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- набуття наочної, поєднання по можливості з демонстрацією аудіовізуальних матеріалів, макетів, моделей і зразків;
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття аудиторією.

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Кількість ауд. годин |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.    | <b>Тема 1. Енерго- та ресурсозбереження в промисловості. Загальні питання та визначення</b><br>Вступ. Загальні положення. Перспективні напрями розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів в галузях промисловості. Традиційні та прогресивні технологічні процеси. Поняття “енергетична ефективність”.<br>Системи рекуперації тепла. Рекуперації енергії в енергетичних процесах. Показники ефективності енергозберігаючих технологій. Методи підвищення енергоефективності в промислових процесах.<br>Література: [1], с. 13-16; [6], с. 21-45; [8], с. 3-15; [21]<br>Завдання на СРС. Використання когенераційних установок. Рекуперації енергії в енергетичних процесах. Визначення термінів | 2                    |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    | <i>“енергетичний аудит” та “вуглецевий слід”. Особливості використання теплових акумуляторів. Методи контролю енерговитрат на промислових підприємствах</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |
| 2. | <p><i>Сучасні проблеми та перспективи розвитку енерго- та ресурсоефективних технологій. Основні завдання для підвищення енергоефективності. Нові технології, що використовуються для підвищення енергоефективності. Технології з найбільшим потенціалом для впровадження в Україні. Державні програми України, що підтримують впровадження енергоефективних технологій</i></p> <p><i>Література [1], с. 11- 15; [6], с. 48-56; [18]; [19]</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Роль інтелектуальних енергетичних систем (Smart Grid). Методи підвищення енергоефективності промислових печей та сушарок. Тенденції розвитку енергоефективних технологій у хімічній промисловості. Основні способи зберігання енергії. Основні джерела втрат енергії в промислових процесах. Приклади сучасного енергоефективного обладнання. Державні програми України, що підтримують впровадження енергоефективних технологій.</i></p> | 2 |
| 3. | <p><b>Тема 2. Відкриття, винаходи, інновації при вирішенні проблем підвищення енерго- та ресурсозбереження</b></p> <p><i>Відкриття та винаходи в проектуванні. Повторні й одночасні відкриття. Передбачені відкриття. Несподівані (випадкові) відкриття. Події – попередники. Передчасні, запізнілі відкриття. Помилкові відкриття. Винахід. Випадкові (помилкові) винаходи. Повторні й одночасні винаходи. Несподівані винаходи. Запізнілі винаходи. Інновації в проектуванні</i></p> <p><i>Література: [4], с. 32-40; [7], с. 17-18, 23-27</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Пошукові системи. Системи для пошуку патентів Укрпатент та ЕРО. Механізми пошуку. Агенти, кроулери, роботи. Міжнародна патентна класифікація. Структура патенту: описова частина, розділ, клас, підклас, група, підгрупа. Агенти, кроулери, роботи. Описова частина, розділ, клас, підклас, група, підгрупа.</i></p>                   | 2 |
| 4. | <p><b>Тема 3. Визначення можливих напрямків підвищенні енергоефективності з використанням технологій штучного інтелекту</b></p> <p><i>Загальні відомості використанням технологій штучного інтелекту (ШІ). Приклади застосування ШІ в машинобудуванні. Алгоритми ШІ. Пошук технічних рішень. Генерування та корегування текстової документації. Аналіз якості виконання креслярських робіт. Ризики та обмеження впровадження ШІ.</i></p> <p><i>Література: [3], с. 62-72, [14], с. 3-10</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Поняття ШІ і основні види. Історія розвитку. Алгоритм ШІ для пошуку технічних рішень, генерації тексту. Методи перевірки якості та достовірності інформації отриманої з допомогою ШІ. Етичні та правові аспекти при використанні ШІ.</i></p>                                                                                                                                                | 2 |
| 5. | <p><b>Тема 4. Інтенсифікація технологічних процесів за рахунок імпульсного енергетичного впливу</b></p> <p><i>Основні поняття. Види енергетичних впливів: акустичні, електричні, магнітні, теплові, механічні, радіаційні, хімічні. Активація сировинного матеріалу. Механоактивація.</i></p> <p><i>Література [1], с. 116-125; [9], с. 78-95; [15], с. 138-153</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Енергетичний вплив на сировину. Види енергетичних впливів: акустичні, електричні, магнітні, теплові, механічні, радіаційні, хімічні.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 |
| 6. | <p><i>Механоактивація. Енергетичний вплив на сировину. Механізми подрібнення. Тонке і надтонке подрібнення, змішування і активація твердих частинок.</i></p> <p><i>Література [1], с. 119-121; [9], с. 81-92; [15], с. 140-147</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Механізми подрібнення. Активація сировинного матеріалу. Механоактивація. Тонке і надтонке подрібнення, змішування і</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | активація твердих частинок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |
| 7. | <p><b>Тема 5. Методи інтенсифікації процесів екстрагування</b></p> <p>Вилучення речовини з розчину або суміші. Підвищення ефективності процесів шляхом раціональна організація руху фаз. Контактуювання твердої та рідкої фаз в апараті. Поділ системи тверда фаза – розчин. Вплив різних технологічних та фізичних факторів, що впливають на ефективність екстрагування (температури, тиску, ступеня подрібнення, механічних та звукових коливань, електричних та магнітних полів, іонізуючого випромінювання). Методи аналізу ефективності екстрагування. Практичні приклади процесу екстрагування. Перспективи розвитку.</p> <p>Література: [8], с. 23-58; [10], с. 185-201, [16], с.142-150</p> <p>Завдання на СРС. Екстрагування у планетарному апараті. Сорбційне та екстрактивне екстрагування. Термодинамічна рівновага в процесах екстрагування. Методи підвищення селективності екстрагування. Принципи екстрагування з використанням ферментів. Проведення екстрагування в умовах високого тиску Коефіцієнту розподілу в екстрагуванні.. Використання мембранних технологій в екстрагуванні. Використання комбінованих методів екстрагування.</p> | 2         |
| 8. | <p><b>Тема 6. Безвідходні технологічні схеми хімічних виробництв</b></p> <p>Важливість безвідходних технологій (БТ) для сучасного виробництва. Визначення безвідходних та маловідходних технологій. Принципи безвідходного виробництва. Типи безвідходних технологій. Комплексний напрямок використання. Критерій безвідходності виробництва. коефіцієнтом абсолютної економічної ефективності. Вплив БТ на якість продукції. Приклади безвідходних технологій. Перспективи розвитку безвідходних технологій.</p> <p>Література: [8], с. 23-38; [11]. с. 180-204, [17]. с. 220-246</p> <p>Завдання на СРС. Основні етапи впровадження БТ. Поняття “вторинна сировина”. Процес переробки відходів у вторинну сировину. Основні принципи та завдання БТ. Методи зменшення відходів у виробництві. Економічну доцільність впровадження БТ. Поняття “екологічний слід виробництва”. Основні технологічні процеси, що використовуються у безвідходних схемах. Проблеми, що виникають при впровадженні БТ..</p>                                                                                                                                                    | 2         |
| 9. | <p><b>Тема 7. Альтернативна енергетика</b></p> <p>Актуальність використання альтернативних джерел енергії. Принципи роботи, переваги та недоліки використання енергії сонця, вітру, геотермальна, аеротермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси та інших. Потенціал використання в Україні. Перспективи розвитку альтернативних джерел енергії.</p> <p>Література: [8], с. 40-46; [11], с. 111-128; [17], с. 156-173; [20]</p> <p>Завдання на СРС. Основні виклики розвитку відновлюваної енергетики. Процес виробництва біогазу. Основні принципи зеленої енергетики. Переваги та недоліки гідроелектростанцій. Приклади використання геотермальної енергії. Переваги використання альтернативних джерел. Застосування геотермальної енергії в енергетиці та теплопостачанні. Доцільність використання теплових насосів. Виробництва енергії за допомогою геотермальних станцій. Принцип роботи когенераційних установок.</p>                                                                                                                                                                                    | 2         |
|    | <b>Всього годин</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>18</b> |

### Практичні заняття

Метою циклу практичних занять з освітнього компонента являється закріплення теоретичних знань і формування умінь роботи з сучасними системами розрахунку елементів обладнання хімічних виробництв.

Практичні роботи виконуються у комп’ютерному класі за допомогою дидактичних

засобів та сучасного програмного забезпечення кафедри ХПСМ.

Основні завдання циклу практичних занять:

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

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань<br>(перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Кількість ауд. годин |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.    | <b>Тема 1. Енерго- та ресурсозбереження в промисловості. Загальні питання та визначення</b><br>Практичне заняття 1. Пошук перспективних проектних рішень в напрямку енерго- та ресурсоефективних технологій<br>Література: [2], с 5-18; [7], с. 72-87<br>Завдання на СРС. Визначити можливі перспективних проектних рішень в напрямку енерго- та ресурсоефективних технологій використовуючи різні пошукові системи.                                                                                                                                             | 2                    |
| 2.    | <b>Тема 2. Відкриття, винаходи, інновації при вирішенні проблем підвищення енерго- та ресурсозбереження</b><br>Практичне заняття 2. Вибір технічних рішень в напрямку енерго- та ресурсозберігаючого обладнання в інформаційно - пошуковій системі УкрПатент<br>Література: [2], с 19-23; [7]<br>Завдання на СРС. Знайти патенти для модернізації обладнання в системі УкрПатент.                                                                                                                                                                                | 2                    |
| 3.    | Практичне заняття 3. Вибір патентів технічних рішень в напрямку енерго- та ресурсозберігаючого обладнання в європейській інформаційно - пошуковій системі ЕРО.<br>Література: [2], с 24-32; [7]<br>Завдання на СРС. Провести патенти для модернізації обладнання в системі ЕРО.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                    |
| 4.    | <b>Тема 3. Використання технології штучного інтелекту в проектуванні</b><br>Практичне заняття 4. Оцінка актуальності та визначення методології досліджень в напрямку розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів<br>Література: [3], с. 76-78, 101-106<br>Завдання на СРС. Використовуючи чат-боти ChatGPT, Copilot, Gemini та Рое визначити актуальність та напрямки можливого наукового дослідження. Проаналізувати отримані результати та надати висновок, в якому зазначити можливі дослідження в напрямку розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів | 4                    |
| 5.    | Практичне заняття 5. Пошук літературних посилань на напрями розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів, обладнання та технологій<br>Література: [3], с. 79-81, 107-111<br>Завдання на СРС. Використовуючи чат-бот чат-боти ELIot, Copilot (ChatGPT-4) та Gemini(ChatGPT-4) виконати пошук літературних посилань. Проаналізувати отримані результати та надати висновок, в якому зазначити дійсні літературні джерела в яких відображені напрями розвитку енерго- та ресурсоефективних процесів, обладнання та технологій.                                    | 2                    |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 6.  | <p>Практичне заняття 6*. Аналіз і опис графіків та ілюстрацій з використанням ІІІ.</p> <p>Література: [3], с. 82-89, 112-116</p> <p>Завдання на СРС. Використовуючи чат-боти Copilot (ChatGPT-4), Gemini(ChatGPT-4) та Poe проаналізувати та описати графіки та ілюстрації. Проаналізувати відповіді отримані ІІІ та скласти висновок, в якому зазначити, які з чат-ботів виявилися найбільш ефективними, надаючи повні та змістовні відповіді; які відповіді мали недоліки, в чому вони полягають.</p>                                   | 2 |
| 7.  | <p>Практичне заняття 7*. Перевірка та корегування текстової документації з допомогою ІІІ.</p> <p>Література: [3], с.92-94, 117-119</p> <p>Завдання на СРС. Використовуючи чат-боти ChatGPT, Gemini, Aria та Perplexity проаналізувати текст, виконати перевірку та корегування текстової документації. Проаналізувати отримані результати та надати висновок, де зазначити, які з чат-ботів надали повні та змістовні відповіді. Також вказати які відповіді мали недоліки та в чому вони полягають.</p>                                  | 2 |
| 8.  | <p><b>Тема 4. Інтенсифікація технологічних процесів за рахунок імпульсного енергетичного впливу</b></p> <p>Практичне заняття 8. Розрахунок на міцність ділянки обертової печі</p> <p>Література: [13], с.62-68, с.172-173</p> <p>Завдання на СРС. Використовуючи числовий комплекс “ВЕСНА” визначити напружено-деформований стану (НДС) корпусу печі, приведені, допустимі напруження. Виконати графіки напружень та переміщень. Зробити висновок про працездатність конструкції. Визначити запас міцності та можливі зони руйнувань.</p> | 4 |
| 9.  | <p>Практичне заняття 9. Розрахунок опірної станції обертової печі з визначенням оптимального розташування опірних роликів</p> <p>Література: [13], с. 87-92, с. 190-194</p> <p>Завдання на СРС. Використовуючи числовий комплекс “ВЕСНА” враховуючи циклічні навантаження визначити НДС та приведені напруження. Визначити оптимальне розташування опірних роликів для підвищення ресурсу роботи об печі. Виконати порівняння з базовою конструкцією.</p>                                                                                 | 2 |
| 10. | <p>Практичне заняття 10. Розрахунок обертової печі 4.5х80м з визначенням оптимальної товщини корпусу</p> <p>Література: [13], с. 142-143, с. 199-214</p> <p>Завдання на СРС. Використовуючи числовий комплекс “ВЕСНА” визначити НДС обертової печі. Змінюючи товщину корпусу відповідно енергетичних зон визначити оптимальну товщину для зменшення металомісткості. Визначити працездатність та запас міцності корпусу обертової печі. Порівняти з базовою конструкцією, визначивши ресурсоефективність.</p>                             | 4 |
| 11. | <p>Практичне заняття 11. Розрахунок фасонного вогнетриву з визначенням ефективного розміру теплоізоляційної комірки</p> <p>Література: [13], с. 177-178, с. 197-198</p> <p>Завдання на СРС. Використовуючи числовий комплекс “ВЕСНА” визначити тепловий стан вогнетриву з теплоізоляційною коміркою. Вказати конструкцію вогнетриву з оптимальним розміром теплоізоляційної комірки враховуючи теплову ефективність та допустимі напруження. Порівняти зменшення енерговитрат в залежності від конструкції вогнетриву.</p>                | 4 |
| 12. | <p>Практичне заняття 12*. Розрахунок руху та теплообміну теплоносія в горизонтальному теплообміннику типу ТКГ</p> <p>Література: [12], с. 17-18, 59; [24] ; [25]</p> <p>Завдання на СРС. Використовуючи можливості програми AutoCAD побудувати розрахункову область теплообмінника. З допомогою програм SW Flow Simulation промодельовати рух потоку теплоносія, теплообмін та дію</p>                                                                                                                                                    | 4 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|     | <i>гідродинамічних сил. Проаналізувати поведінку теплоносія в різних умовах, з оцінкою ефективності апарату. Вказати можливість використання отриманих результатів для оптимізації конструкції та підвищення енергоефективності теплообмінника.</i> |    |
| 13. | <b>Модульна контрольна робота.</b>                                                                                                                                                                                                                  | 2  |
|     | <b>Всього годин</b>                                                                                                                                                                                                                                 | 36 |

\* - додаткові роботи або роботи за вибором.

## 6. Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Згідно робочого навчального плану лабораторні заняття не передбачені.

## 7. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів займає 64 % часу вивчення курсу, включає також підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи аспірантів – це опанування наукових знань в області сучасних методів розрахунку машин та апаратів хімічних виробництв, що не ввійшли або не повністю розкриті в переліку лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту аспірант повинен навчитися глибоко аналізувати проблему вибору ефективних методів розрахунку і приходити до власних обґрунтованих висновків.

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Кількість годин CPC |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1.    | <b>Тема 1. Енерго- та ресурсозбереження в промисловості. Загальні питання та визначення</b><br>Використання когенераційних установок. Рекуперації енергії в енергетичних процесах. Визначення термінів “енергетичний аудит” та “вуглецевий слід”. Особливості використання теплових акумуляторів. Методи контролю енерговитрат на промислових підприємствах<br>Література: [1], с. 13-16; [6], с. 21-45; [8], с. 3-15; [21]                                                               | 8                   |
| 2.    | Роль інтелектуальних енергетичних систем (Smart Grid). Методи підвищення енергоефективності промислових печей та сушарок. Тенденції розвитку енергоефективних технологій у хімічній промисловості. Основні способи зберігання енергії. Основні джерела втрат енергії в промислових процесах. Приклади сучасного енергоефективного обладнання. Державні програми України, що підтримують впровадження енергоефективних технологій.<br>Література [1], с. 11- 15; [6], с. 48-56; [18]; [19] | 8                   |
| 3.    | <b>Тема 2. Відкриття, винаходи, інновації при вирішенні проблем підвищення енерго- та ресурсозбереження</b><br>Пошукові системи. Системи для пошуку патентів Укрпатент та ЕРО. Механізми пошуку. Агенти, кроулери, роботи. Міжнародна патентна класифікація. Структура патенту: описова частина, розділ, клас, підклас, група, підгрупа. Агенти, кроулери, роботи. Описова частина, розділ, клас, підклас, група, підгрупа.<br>Література: [4], с. 32-40; [7], с. 17-18, 23-27            | 6                   |
| 4.    | <b>Тема 3. Визначення можливих напрямків підвищенні енергоефективності з використанням технологій штучного інтелекту</b><br>Поняття штучного інтелекту ШІ і основні види. Історія розвитку. Алгоритм ШІ для пошуку технічних рішень, генерації тексту. Методи                                                                                                                                                                                                                             | 12                  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|     | перевірки якості та достовірності інформації отриманої з допомогою III. Етичні та правові аспекти при використанні III.<br>Література: [3], с. 62-72, [14], с. 3-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
| 5.  | <b>Тема 4. Інтенсифікація технологічних процесів за рахунок імпульсного енергетичного впливу</b><br>Енергетичний вплив на сировину. Види енергетичних впливів: акустичні, електричні, магнітні, теплові, механічні, радіаційні, хімічні.<br>Література [1], с. 116-125; [9], с. 78-95; [15], с. 138-153                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6         |
| 6.  | Механізми подрібнення. Активація сировинного матеріалу. Механоактивація. Тонке і надтонке подрібнення, змішування і активація твердих частинок.<br>Література [1], с. 119-121; [9], с. 81-92; [15], с. 140-147                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4         |
| 7.  | <b>Тема 5. Методи інтенсифікації процесів екстрагування</b><br>Екстрагування у планетарному апараті. Сорбційне та екстрактивне екстрагування. Термодинамічна рівновага в процесах екстрагування. Методи підвищення селективності екстрагування. Принципи екстрагування з використанням ферментів. Проведення екстрагування в умовах високого тиску Коефіцієнту розподілу в екстрагуванні. Використання мембранних технологій в екстрагуванні. Використання комбінованих методів екстрагування.<br>Література: [8], с. 23-58; [10], с. 185-201, [16], с.142-150                            | 6         |
| 8.  | <b>Тема 6. Безвідходні технологічні схеми хімічних виробництв</b><br>Основні етапи впровадження БТ. Поняття “вторинна сировина”. Процес переробки відходів у вторинну сировину. Основні принципи та завдання БТ. Методи зменшення відходів у виробництві. Економічну доцільність впровадження БТ. Поняття “екологічний слід виробництва”. Основні технологічні процеси, що використовуються у безвідходних схемах. Проблеми, що виникають при впровадженні БТ.<br>Література: [8], с. 23-38; [11]. с. 180-204, [17]. с. 220-246                                                           | 6         |
| 9.  | <b>Тема 7. Альтернативна енергетика</b><br>Основні виклики розвитку відновлюваної енергетики. Процес виробництва біогазу. Основні принципи зеленої енергетики. Переваги та недоліки гідроелектростанцій. Приклади використання геотермальної енергії. Переваги використання альтернативних джерел. Застосування геотермальної енергії в енергетиці та теплопостачанні. Доцільність використання теплових насосів. Виробництва енергії за допомогою геотермальних станцій. Принцип роботи когенераційних установок.<br>Література: [8], с. 40-46; [11], с. 111-128; [17], с. 156-173; [20] | 6         |
| 10. | <b>Підготовка до модульної контрольної роботи</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4         |
| 11. | <b>Екзамен</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 30        |
|     | <b>Всього годин 96</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>96</b> |

## Політика та контроль

### 8. Політика навчального освітнього компонента

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Аспіранти 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.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт, що відповідають робочій програмі або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
- [https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+ENERG101+2023\\_T1](https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Prometheus+ENERG101+2023_T1)
- <https://sd4ua.org/interaktyvnyi-seminar-suchasni-tehnologiyi-energoefektyvnosti-ta-resursozberezhennya/>
- <https://romstal.ua/uk/info/108-seminar-eco>

Але їхня сума не може перевищувати 25% від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках освітнього компонента не передбачені.

#### **Політика дедлайнів та перескладань**

У разі виникнення заборгованостей з освітнього компонента 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 при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку 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>

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

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

| Семестр | Навчальний час |            | Розподіл навчальних годин |           |           |     | Контрольні заходи |    |                      |
|---------|----------------|------------|---------------------------|-----------|-----------|-----|-------------------|----|----------------------|
|         | Кредити        | акад. год. | Лекції                    | Практичні | Лаб. роб. | СРС | МКР               | РР | Семестровий контроль |
| 4       | 5              | 150        | 18                        | 36        | —         | 96  | 1                 | —  | екзамен              |

#### **Рейтинг студента з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за:**

Рейтинг студента з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за роботу на практичних заняттях, модульної контрольної роботи та на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання

1. Виконання практичних робіт.



Ваговий бал – 3,0. Максимальна кількість балів на всіх практичних роботах дорівнює:  
3,0 бал x12 пр./р. = 36 балів

Критерії оцінювання знань студентів

| Бал   | Повнота відповіді                                                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2,5-3 | Своєчасне повне виконання завдання, складання всіх програм, проведення розрахунків, оформлення та захист без недоліків |
| 1-2,5 | Незначні недоліки в програмах, що не впливають на результати розрахунків                                               |
| 0,5-1 | Несвоєчасне виконання завдання, недоліки в програмах, розрахунках та оформленні                                        |
| 0     | Невиконання завдання                                                                                                   |

2. Виконання модульної контрольної роботи.

Ваговий бал – 9. Максимальна кількість балів на поточній контрольній роботі дорівнює:  
9 бал x 1 МКР = 9 балів

Критерії оцінювання знань студентів

| Бал | Повнота відповіді                                                                                                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9   | Своєчасне повне виконання завдання, складання всіх програм, проведення розрахунків, оформлення та захист без недоліків |
| 8-4 | Незначні недоліки в програмах, що не впливають на результати розрахунків                                               |
| 3-2 | Несвоєчасне виконання завдання, недоліки в програмах, розрахунках та оформленні                                        |
| 1-0 | Невиконання завдання                                                                                                   |

Заохочувальні бали:

1. модернізація практичної бази (+2...+5) балів
2. розробка дидактичного матеріалу курсу (+2...+5) балів

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$RC = R_{пз} + R_{кр} + R_{зоох} = 36 + 9 + (+2...+5) = 50 \text{ балів}$$

Складова екзамену дорівнює 50 % від R:

$$R_{екз} = 50 \text{ бали}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = RC + R_{екз} = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 50 балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх практичних занять і стартовий рейтинг не менше 34 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 29 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 14 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 29 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 14 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 50 бали. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 25 балів.

На екзамені студенти виконують екзаменаційну письмову роботу. Кожне завдання містить 4 питання. Кожне питання оцінюється у 12,5 балів. Система оцінювання питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) – 12,5-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) – 9-7 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) – 6-4 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Умовою для допуску до екзамену є мінімальний рейтинг  $R_c$ , 34 бали ( $R_c = 34$  бали). Сума стартових балів і балів за екзамен 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   |

## 10. Додаткова інформація з освітнього компонента

### Приблизний перелік питань, які виносяться на модульну контрольну роботу

1. Сформулюйте основні проблеми, що виникають при впровадженні безвідходних технологій.
2. Назвіть основні види відновлюваних джерел енергії.
3. Перелічіть основні методи збереження енергії в побуті.
4. Наведіть основні принципи безвідходних технологій.
5. Вкажіть, як впливає розмір часток на ефективність екстрагування.
6. Назвіть переваги та недоліки гідроелектростанцій.
7. Обґрунтуйте доцільність застосування теплових насосів для опалення приміщень.
8. Назвіть основні перспективні напрями розвитку енергетичних процесів.
9. Перелічіть основні переваги безвідходних технологій для навколишнього середовища.
10. Назвіть основні методи інтенсифікації процесів екстрагування.
11. Вкажіть основні переваги та недоліки біопалива як альтернативного джерела енергії.
12. Дайте визначення поняття "енергоаудит" та розкрийте його важливість.
13. Що необхідно для впровадження розумних мереж (Smart Grid) у сучасних енергосистемах?
14. Назвіть основні види відходів, що утворюються у виробництві.
15. Перелічіть фактори, що впливають на ефективність екстрагування.
16. Назвіть основні напрями розвитку енергетичних технологій.
17. Вкажіть ключові переваги та недоліки використання сонячної енергії.
18. Обґрунтуйте важливість переходу на відновлювані джерела енергії.
19. Сформулюйте підходи до оцінки енергоефективності промислових об'єктів.
20. Перелічіть основні технологічні процеси, що використовуються у безвідходних схемах.
21. Сформулюйте основні етапи процесу екстрагування.
22. Вкажіть основні показники ефективності енергозберігаючих технологій.
23. Що необхідно для успішного впровадження безвідходних технологій у виробництві?
24. Вкажіть основні принципи екстрагування з використанням ферментів.
25. Сформулюйте основні завдання безвідходних технологій.
26. Що необхідно враховувати при проектуванні безвідходних технологічних схем?
27. Назвіть основні види відновлюваних джерел енергії.
28. Обґрунтуйте важливість використання енергоефективних побутових приладів.
29. Вкажіть переваги та недоліки використання електромобілів.
30. Сформулюйте основні проблеми, що виникають при впровадженні безвідходних технологій.

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

1. Наведіть приклади енергоефективних технологій у промисловості.
2. Вкажіть переваги використання сонячних панелей.
3. Поясніть принцип роботи теплового насоса.
4. Обґрунтуйте необхідність використання вітрових електростанцій.
5. Дайте визначення терміну "енергетичний аудит".

6. Наведіть приклади використання ультразвукової обробки в екстрагуванні.
7. Вкажіть основні етапи впровадження безвідходних технологій на підприємстві.
8. Опишіть процес виробництва біогазу.
9. Сформулюйте основні принципи зеленої енергетики.
10. Наведіть приклади використання геотермальної енергії.
11. Вкажіть основні компоненти системи опалення на біомасі.
12. Поясніть, як працює система рекуперації тепла.
13. Дайте визначення процесу екстрагування.
14. Що необхідно для впровадження енергоефективних технологій у транспорті?
15. Дайте визначення терміну “вуглецевий слід”.
16. Обґрунтуйте необхідність використання безвідходних технологій у сучасній промисловості.
17. Сформулюйте основні виклики розвитку відновлюваної енергетики.
18. Назвіть основні види енергоефективних матеріалів для будівництва.
19. Наведіть приклади використання когенераційних установок.
20. Що необхідно для зменшення енергоспоживання в промисловості?
21. Дайте визначення терміну “енергетична ефективність”.
22. Вкажіть переваги та недоліки використання мікрохвильового нагрівання в екстрагуванні.
23. Дайте визначення поняттю “вторинна сировина”.
24. Опишіть процес утилізації відходів для виробництва енергії.
25. Сформулюйте основні стратегії зменшення викидів парникових газів.
26. Що необхідно для проведення екстракції за допомогою розчинників?
27. Наведіть приклади ресурсоефективних технологій у різних галузях промисловості.
28. Вкажіть переваги використання альтернативних джерел енергії порівняно з традиційними.
29. Опишіть процес переробки відходів у вторинну сировину.
30. Поясніть принцип дії сонячних батарей та їх використання в енергетиці.
31. Перелічіть основні напрями підвищення енергоефективності промислового обладнання.
32. Дайте визначення поняття “когенерація” та наведіть приклади її використання.
33. Опишіть конструкцію та принцип дії вітрових електростанцій.
34. Назвіть основні типи екстракторів, що використовуються в промисловості.
35. Назвіть сучасні технології утилізації відходів для отримання енергії.
36. Сформулюйте основні завдання безвідходних технологій.
37. Наведіть приклади застосування геотермальної енергії в енергетиці та теплопостачанні.
38. Поясніть принцип дії та сфери застосування паливних елементів.
39. Опишіть методи підвищення масообміну в процесах екстрагування.
40. Що необхідно враховувати при проектуванні енергоефективних промислових процесів?
41. Перелічіть методи підвищення енергоефективності систем освітлення.
42. Обґрунтуйте доцільність використання комбінованих систем опалення, вентиляції та кондиціонування.
43. Наведіть приклади успішного впровадження безвідходних технологій у різних галузях промисловості.
44. Поясніть, як температура впливає на процес екстрагування.
45. Опишіть особливості використання теплових акумуляторів для підвищення енергоефективності.
46. Наведіть приклади застосування рекуперації енергії в енергетичних процесах.
47. Вкажіть основні джерела втрат енергії на підприємствах та шляхи їх зменшення.
48. Перелічіть методи підвищення селективності екстрагування.
49. Поясніть роль інтелектуальних енергетичних систем (Smart Grid) у підвищенні енергоефективності.
50. Дайте визначення термодинамічної рівноваги в процесах екстрагування.
51. Що необхідно враховувати при проектуванні енергоефективних систем водопостачання та водовідведення?
52. Перелічіть методи підвищення енергоефективності промислових печей та сушарок.
53. Дайте визначення поняття “енергозбереження” та наведіть приклади його реалізації.
54. Опишіть сучасні тенденції розвитку енергоефективних технологій у хімічній промисловості.
55. Що необхідно враховувати при проектуванні безвідходних технологічних схем?

56. Назвіть основні методи підвищення енергоефективності в промислових процесах.
57. Що необхідно враховувати при виборі енергоефективного обладнання?
58. Наведіть приклади сучасних енергоефективних технологій.
59. Опишіть методи інтенсифікації екстрагування з використанням електромагнітних полів.
60. Наведіть приклади альтернативних джерел енергії та їх застосування.
61. Вкажіть основні типи відновлюваних джерел енергії.
62. Поясніть основні принципи роботи вітрових електростанцій.
63. Дайте визначення коефіцієнту розподілу в екстрагуванні.
64. Що необхідно для впровадження ресурсоефективних технологій у виробництві?
65. Перелічіть основні переваги використання біоенергетичних технологій.
66. Опишіть методи аналізу ефективності екстрагування.
67. Поясніть значення терміну “замкнений цикл виробництва”.
68. Дайте визначення поняттю “ресурсоефективність”.
69. Дайте визначення поняттю “екологічно чисті технології”.
70. Опишіть основні способи зберігання енергії.
71. Поясніть, як використовуються поверхнево-активні речовини в екстрагуванні.
72. Опишіть процес виробництва енергії за допомогою геотермальних станцій.
73. Назвіть найважливіші тенденції в розвитку енергетичного сектору на найближчі 10 років.
74. Назвіть основні джерела втрат енергії в промислових процесах.
75. Обґрунтуйте економічну доцільність впровадження безвідходних технологій.
76. Наведіть приклади успішних впроваджень енергоефективних технологій у світовій практиці.
77. Вкажіть основні методи контролю енерговитрат на промислових підприємствах.
78. Обґрунтуйте використання комбінованих методів екстрагування.
79. Поясніть принцип роботи когенераційних установок.
80. Наведіть основні принципи безвідходних технологій.
81. Опишіть вплив безвідходних технологій на якість продукції.
82. Вкажіть основні етапи впровадження безвідходних технологій на підприємстві.
83. Поясніть значення терміну “замкнений цикл виробництва”.
84. Перелічіть основні переваги безвідходних технологій для навколишнього середовища.
85. Обґрунтуйте необхідність використання безвідходних технологій у сучасній промисловості.
86. Дайте визначення поняттю “вторинна сировина”.
87. Що необхідно для проведення екстрагування в умовах високого тиску?
88. Опишіть процес переробки відходів у вторинну сировину.
89. Сформулюйте основні принципи екстрагування з використанням ферментів.
90. Назвіть основні види відходів, що утворюються у виробництві.
91. Наведіть приклади успішного впровадження безвідходних технологій у різних галузях промисловості.
92. Перелічіть методи підвищення швидкості екстрагування.
93. Дайте визначення поняттю “екологічний слід виробництва”.
94. Вкажіть основні методи зменшення відходів у виробництві.
95. Поясніть роль державної підтримки у впровадженні безвідходних технологій.
96. Перелічіть основні технологічні процеси, що використовуються у безвідходних схемах.
97. Обґрунтуйте економічну доцільність впровадження безвідходних технологій.
98. Дайте визначення поняттю “екологічний слід виробництва”.
99. Опишіть вплив безвідходних технологій на якість продукції.
100. Сформулюйте основні вимоги до обладнання для екстрагування.

**Робочу програму освітнього компонента (силабус):**

**Складено проф., д.т.н., Щербиною В.Ю.**

**Ухвалено кафедрою ХПСМ (протокол № 17 від 04.06.2025 р.)**

**Погоджено Методичною комісією інженерно-хімічного факультету (протокол № 11 від 27.06.2025 р.)**