



Контроль та керування хіміко-технологічними процесами

Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг освітнього компонента	<i>5 кредитів, 150 год. (Лекції 6 год., лабораторні роботи 8 год., СРС 136 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>за розкладом на tu.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: <i>к.т.н., доцент Сангінова Ольга Вікторівна, sanginova.olga@ill.kpi.ua, телеграм: @OlhaSan</i> Лабораторні роботи: <i>к.т.н., доцент Сангінова Ольга Вікторівна, sanginova.olga@ill.kpi.ua,</i>

Програма освітнього компонента

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

Сучасні технологічні об'єкти хімічної промисловості мають велику швидкість перебігу технологічних процесів, чутливість до порушень технологічних режимів, високу складність технологічних процесів, підвищені вибухо- та пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи, а також роботу з високими (або низькими) температурами, з високим (надвисоким) тиском або глибоким вакуумом. Зростання вартості виготовлення продукції, посилення конкуренції, застосування нових норм і стандартів вимагають подальшого вдосконалення не тільки технологічних процесів, а і засобів автоматизації та технологій керування. Але при цьому технологічні об'єкти хімічної промисловості мають порівняно високий рівень автоматизації й фахівець з хімічної технології повинен не тільки обслуговувати і вдосконалювати технологічні процеси, але й системи керування ними.

Автоматизація виробництва передбачає автоматичний контроль технологічних параметрів, що характеризують перебіг процесу, впливають на якість кінцевих та проміжних продуктів і дозволяють ведення процесу в безаварійному режимі, автоматичне (або автоматизоване) керування, сигналізацію про відхилення від номінальних режимів, а також захист процесів від аварійних ситуацій.

Предмет освітнього компонента: прилади та технічні засоби, контролю, регулювання та керування технологічними процесами, інформаційне та метрологічне забезпечення засобів автоматизації.

Метою освітнього компонента є формування у студентів здатностей:

- правильно обирати параметри контролю та регулювання;
- обґрунтовано обирати прилади контролю та керування для схем автоматизації технологічних процесів;
- визначати метрологічні характеристики приладів контролю та керування;
- розуміти та складати схеми автоматизації технологічних процесів.

Програмні компетентності:

- ЗК 03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ФК 05. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.

Програмні результати навчання:

- ПРН 07. Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.
- ПРН 08. Використовувати сучасні обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії, зокрема, для розрахунків устаткування і процесів хімічних виробництв.

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

Зазначається перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

Загальна хімічна технологія	Хімічні та фізико-хімічні характеристики сировини і продуктів виробництва. Методи спостереження, опису, ідентифікації об'єктів хімічної технології, та продукції промисловості.
Процеси та апарати хімічних виробництв	Фізико-хімічні основи основних гідравлічних, гідромеханічних механічних, тепло- та масообмінних процесів, їх математичні моделі та принципи розрахунку відповідних апаратів. Конструкції апаратів для реалізації механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів і особливості їх розрахунку.
Фізика	Основні елементи теорії похибок. Фізичні основи механіки. Основи молекулярної фізики та термодинаміки. Електрика і магнетизм.
Загальна та неорганічна хімія	Основні стехіометричні закони, фізико-хімічну основу природних явищ, сучасні положення теорії будови атома та речовин, типові властивості сполук. Типові хімічні реакції, які відбуваються в основному обладнанні і апаратах; закони кінетики, що обґрунтовують вплив зовнішніх факторів на швидкість проходження процесів та ефективність використання реагентів.
Комп'ютерна графіка	Оформляти конструкторські документи відповідно до вимог діючих стандартів. Виконувати конструкторсько-технологічні документи за допомогою систем автоматизованого проектування.
Інформаційні технології	Отримання, застосування і перетворення інформаційних потоків.

Освітні компоненти, які базуються на результатах навчання: виробнича та переддипломна практики, а також при виконанні атестаційної роботи бакалаврів (дипломне проєктування) та у професійній діяльності.

3. Зміст освітнього компонента

Розділ 1 Основи автоматизації технологічних процесів.

Тема 1.1 Загальні відомості.

Предмет вивчення і задачі освітнього компонента. Місце та роль автоматизації у народному господарстві. Основні поняття та визначення. Склад систем автоматичного контролю, регулювання та керування. Призначення елементів. Основні принципи автоматичного керування.

Тема 1.2 Технічне забезпечення систем керування.

Автоматичні регулятори. Виконавчі механізми. Регулюючі органи. Перетворювачі сигналів. Класифікація систем автоматичного керування.

Розділ 2 Методи та засоби автоматичного контролю технологічних параметрів.

Тема 2.1 Загальні відомості про засоби вимірювальної техніки.

Значення та завдання вимірювань. Основні поняття та визначення. Класифікація приладів вимірювання. Основні метрологічні характеристики засобів вимірювання. Похибки результатів вимірювань та їх оцінка. Принципи та методи вимірювань. Сигнали (аналоговий та дискретний) вимірювальної інформації. Вимірювання методами безпосередньої оцінки та порівняння з мірою (заміщенням, повного зрівноважування та диференційним). Поняття єдності та метрологічного забезпечення вимірювань.

Тема 2.2 Вимірювання температури.

Основні положення та поняття. Класифікація засобів вимірювання температури. Температурні шкали, їх характеристики та зв'язок між ними. Термометри розширення. Манометричні термометри. Термометри опору. Матеріали для виготовлення термометрів опору та будова термометрів. Засоби вимірювання, що працюють в комплекті з термометрами опору. Будова термопар. Термоелектричні матеріали і термоелектричні перетворювачі. Увімкнення вимірювального приладу в коло термопари. Поправка на температуру вільних кінців термопари. Характеристики стандартних термопар. Прилади для вимірювання термоелектрорушійних сил. Пірометри випромінювань.

Тема 2.3 Вимірювання тиску.

Основні положення та поняття. Одиниці вимірювання тиску і зв'язок між ними. Класифікація приладів для вимірювання тиску і розрідження. Рідинні прилади для лабораторних і технічних вимірювань тиску. Поршневі манометри. Прилади для вимірювання тиску з трубчатими пружинами. Мембранні і сильфонні прилади для вимірювання тиску. Електричні манометри та вакуумметри. Вибір, розташування і захист (від агресивних середовищ) приладів для вимірювання тиску.

Тема 2.4 Вимірювання рівня рідких та сипких матеріалів.

Основні положення та поняття. Класифікація приладів вимірювання рівня, їх характеристики та принцип дії. Візуальні рівнеміри. Поплавкові та буйкові рівнеміри. Гідростатичні рівнеміри: дифманометричні рівнеміри, пневмометричні рівнеміри, дзвонові рівнеміри, глибинні зонди. Вагові рівнеміри. Теплові рівнеміри. Оптичні та лазерні рівнеміри. Електричні рівнеміри: ємнісні та індуктивні рівнеміри. Акустичні рівнеміри. Радіоізотопні рівнеміри. Радарні та хвилеводні рівнеміри. Рівнеміри для сипких матеріалів.

Тема 2.5 Вимірювання кількості та витрат.

Основні положення та поняття. Методи вимірювання витрати та кількості. Класифікація приладів для вимірювання витрат. Витратоміри зі звужувальними пристроями. Стандартні звужуючі пристрої, їх характеристики. Витратоміри динамічного тиску. Витратоміри постійного перепаду тиску. Витратоміри змінного рівня. Тахометричні витратоміри: камерні лічильники, турбінні та кульові витратоміри. Ультразвукові витратоміри. Індуктивні (електромагнітні) витратоміри. Теплові та радіоізотопні витратоміри. Вихрові витратоміри. Коріолісові витратоміри. Кореляційні витратоміри. Вимірювання витрати та кількості сипких речовин.

Тема 2.6 Вимірювання складу та властивостей речовин.

Основні положення та поняття. Класифікація і основні характеристики приладів для аналізу складу середовищ. Газоаналізатори: теплові, магнітні, оптикоакустичні. Концентратоміри: кондуктометричні, електродні та безелектродні. Вимірювання в'язкості: віскозиметри витікання, ротаційні та кульові віскозиметри. Вимірювання густини: вагові густиноміри, поплавкові густиноміри, вібраційні та радіоізотопні густиноміри. Вимірювання вологості газових сумішей. Характеристики вологості газових сумішей. Прилади та методи вимірювання вологості.

Розділ 3 Основи автоматичного керування технологічних процесів.

Тема 3.1 Загальні поняття о системах автоматичного керування.

Автоматичний регулятор та об'єкт керування. Принципова, функціональна, та структурна схеми систем автоматичного регулювання (САР). Розімкнені, замкнені і комбіновані САР. Системи стабілізації, програмного регулювання і слідкуючі системи. Неперервні, релейні, імпульсні, лінійні та нелінійні САР. Одноконтурні та багатоконтурні САР. Регулятори та системи прямої та непрямої дії. Статичні та астатичні САР. Технологічний процес як об'єкт керування. Класифікація об'єктів керування. Канали впливу в об'єкті керування. Акумуляюча спроможність об'єктів керування. Класифікація автоматичних регуляторів.

Тема 3.2 Статика та динаміка систем керування.

Статика та динаміка систем керування. Статичні характеристики САР. Динамічні характеристики САР. Типові входні впливи. Стійкість лінійних САР. Показники якості процесу керування.

Розділ 4 Автоматизація технологічних процесів.

Тема 4.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації.

Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації. Вибір рівня автоматизації та параметрів контролю, регулювання й сигналізації. Вибір на технологічній схемі точок контролю. Вибір приладів для САР. Пристрої сполучення ЕОМ з об'єктами керування: нормувальні перетворювачі, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.

Тема 4.2 Загальні принципи побудови схем автоматизації

Загальні принципи побудови схем автоматизації. Графічне зображення технологічного устаткування та комунікацій. Графічне зображення приладів та засобів автоматизації. Літерні умовні позначення для приладів та засобів автоматизації. Правила побудови умовних графічних позначень засобів автоматизації. Графічне оформлення схем автоматизації. Опис розробленої схеми автоматизації.

Тема 4.3 Автоматизація типових технологічних процесів.

Типові рішення задачі автоматизації технологічних процесів. Автоматизація теплообмінників. Автоматизація печей. Автоматизація процесів масообміну.

Автоматизація процесів переміщення рідин і газів. Автоматизація розділення і очищення неоднорідних систем.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова:

1. Бабіченко А.К., Тошинський В.І., Михайлов В.С., Подустов М.О., Пугановський О.В. Промислові засоби автоматизації. Ч. 1. Вимірювальні пристрої / За заг. ред. А.К. Бабіченка: Навчальний посібник. – Харків: НТУ«ХПІ», 2001. – 470с.
2. Ларичева Л.П. Контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів: навч. посібник/Л.П. Ларичева, М.Д. Волошин, О.П. Луценко– Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 320 с.
3. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; За ред. проф. Є.С. Поліщука. Друге видання, доповнене та перероблене – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 544 с.
4. Пушкар, М.С. Проектування систем автоматизації [Текст]: навч. посібник/ М.С. Пушкар, С.М. Проценко– Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.

Додаткова

5. Дипломне проектування: Автоматизація технологічних процесів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. Г. Бондаренко, О. В. Сангінова, А. М. Шахновський. – Електронні текстові данні (1 файл: 5,1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 122 с.
6. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2кн. Кн. 1. Методи та технічні засоби автоматичного контролю хіміко-технологічних процесів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., як інавчаються за напрямом навчання: «Хімічна технологія та інженерія». –К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с.
7. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с.
8. Технологічні вимірювання та прилади: Метрологічні характеристики приладів для вимірювання витрат [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. Г. Бондаренко, О. В. Сангінова. – Електронні текстові данні (1 файл: 5,1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 161 с.
9. Технологічні вимірювання і прилади. Вимірювання температури [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С. Г. Бондаренко, Д. М. Складанний. – Електронні текстові данні (1 файл: 2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 83 с.
10. Технологічні вимірювання і прилади. Вимірювання рівня та витрат [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С. Г. Бондаренко, Д. М.

Складанний, А. О. Абрамова. – Електронні текстові данні (1 файл: 2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 117 с.

11. Технологічні вимірювання і прилади. Вимірювання тиску та розрідження: Лабораторні роботи [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С. Г. Бондаренко, Д. М. Складанний, А. О. Абрамова. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 50 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування освітнього компонента

Лекційні заняття

При читанні лекцій при змішаному навчанні застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	Розділ 1. Основи автоматизації технологічних процесів: Тема 1.1 Загальні відомості. Тема 1.2 Технічне забезпечення систем керування. Розділ 2. Методи та засоби автоматичного контролю технологічних параметрів Тема 2.1 Загальні відомості про засоби вимірювальної техніки. Тема 2.2 Вимірювання температури. Тема 2.3 Вимірювання тиску.
2	(продовження розділу 2) Тема 2.4 Вимірювання рівня рідких та сипких матеріалів. Тема 2.5 Вимірювання кількості та витрат. Тема 2.6 Вимірювання складу та властивостей речовин. Розділ 3 Основи автоматичного керування технологічних процесів Тема 3.1 Загальні поняття о системах автоматичного керування. Тема 3.2 Статика та динаміка систем керування.
3	Розділ 4 Автоматизація технологічних процесів Тема 4.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації Тема 4.2 Загальні принципи побудови схем автоматизації Тема 4.3 Автоматизація типових технологічних процесів

Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітнього компонента «Контроль та керування хіміко-технологічними процесами». Матеріал лабораторних робіт спрямований на одержання досвіду роботи з лабораторним обладнанням, оснащеним вимірювальною апаратурою, обчислювальною технікою, а також оволодінням методиками експериментальних досліджень та обробки отриманих результатів в області технічних засобів автоматизації хіміко-технологічних процесів і систем.

На вступному занятті до студентів доводяться правила роботи в лабораторії та положення техніки безпеки. Ознайомлення з будовою та призначенням лабораторних стендів, визначення переліку лабораторних робіт, ознайомлення з методичними матеріалами.

Тема	Опис запланованої роботи	Кількість годин
Технічне забезпечення систем керування	Відповідно до отриманого індивідуального завдання дослідити роботу елементів системи керування і отримати метрологічні характеристики цього обладнання. Продемонструвати отримані метрологічні характеристики викладачу.	4
	Захист роботи	
Система автоматизації хіміко-технологічного процесу	Відповідно до отриманого індивідуального завдання розробити систему автоматизації. Схему системи автоматизації виконати в середовищі SolidWorks, (AutoCAD). Продемонструвати схему викладачу.	4
	Захист роботи	

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, проведення розрахунків, оформлення звітів з до лабораторних робіт підготовка до модульної контрольної роботи- Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Повторення лекційного матеріалу, вивчення матеріалів до самостійної роботи, підготовка до лабораторних робіт, проведення розрахунків, оформлення звітів з лабораторних робіт	86 годин
Підготовка до МКР	20 годин
Підготовка до екзамену	30 годин
Всього	136

Політика та контроль

7. Політика освітнього компонента

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи проводяться в навчальних аудиторіях. Відвідування лекцій та лабораторних занять є обов'язковим (за винятком форс-мажорних обставин, спеціально оговорених окремими документами КПІ ім. Ігоря Сікорського).

Правила відвідування занять: заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лабораторних заняттях.

Правила захисту лабораторних робіт (за винятком форс-мажорних обставин, спеціально оговорених окремими документами КПІ ім. Ігоря Сікорського):

1. До виконання допускаються студенти, які правильно відповіли на запитання вхідного контролю.

2. Робота над індивідуальним завданням виконується протягом часу, що відведений на роботу згідно графіку. Якщо робота виконана менше, ніж на половину протягом відведеного часу без поважної причини, то робота не вважається виконаною. В подальшому здобувачеві вищої освіти надається новий варіант і відповідний час на виконання роботи в межах робочого часу викладача.

3. Якщо під час виконання роботи пролунав сигнал повітряної тривоги і у здобувачів вищої освіти, що знаходяться в укритті, немає можливості закінчити виконання роботи, то їм буде наданий додатковий час у відповідності до втраченого.

4. До захисту допускаються студенти, які правильно виконали завдання (при неправильно виконаному завданні помилки слід усунути).

5. Після перевірки завдання на захист викладачем виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

6. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини оцінюються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів (за винятком форс-мажорних обставин, спеціально оговорених окремими документами КПІ ім. Ігоря Сікорського):

1. Несвоєчасне виконання лабораторної роботи без поважної причини штрафується 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
4. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
5. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається Положенням про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Контроль та керування технологічних процесів».

При використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лабораторних роботах, МКР.
2. Семестровий контроль: екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з дисципліни розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 50. Максимальна кількість балів за здачу екзамену складає 50 балів.

Рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- лабораторні роботи (2 роботи);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);

2. Критерії нарахування балів:

Лабораторні роботи мають ваговий бал 10. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 20 балів.

2.1. – Лабораторні роботи:

- бездоганна робота – 10 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 7,5 балів;
- є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 6 балів.

Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

Оцінка за роботу складається з балів за виконання (з урахуванням підготовленого протоколу роботи) та за захист, які оцінюються наступним чином:

Виконання роботи:

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – **4 бали**;
- робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має не принципові неточності – **4 бали**;
- робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – **2 бали**;
- робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – **0 балів**.

Якість захисту роботи:

- студент вірно і повністю виконав всі надані до захисту завдання (відповів на запитання) – **6 балів**;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – **4 бали**;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності – **0 балів**.

2.2. Модульний контроль.

Ваговий бал – **30 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 24 – 30 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 18 – 22 бали;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 12 – 16 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

3. Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 50 балів:

$$RC = r_{\text{лаб}} + r_{\text{мкр}} = 20 + 30 = 50 \text{ балів}$$

4. Відповідно до «Положення про організацію навчального процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського, необхідною умовою допуску до екзамену є виконані та захищені лабораторні роботи, виконана модульна контрольна робота, семестровий рейтинг не менше 30 балів.

Екзамен включає два питання теоретичного характеру у вигляді написання розгорнутих відповідей та одне практичне завдання. Це дозволяє перевірити набуті в результаті вивчення освітнього компонента знання студентів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

9. Додаткова інформація з освітнього компонента

- *Перелік запитань до МКР та екзамену наведені у додатку до силабусу.*
- *Зарахування окремих результатів, отриманих в межах неформальної освіти, здійснюється згідно Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті <https://osvita.kpi.ua/node/179>.*

Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено доцентами кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології:

к.т.н. доц. Сангіною О.В.

к.т.н. доц. Бондаренко С.Г.

Ухвалено кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол № 26 від 30.06.2025 р.)¹

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.06.2025 р.)

¹ Силабус спочатку погоджується метод. комісією, а потім ухвалюється кафедрою.