



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



Кафедра технології
неорганічних речовин,
водоочищення та загальної
хімічної технології

Сучасні методи керування хіміко-технологічними процесами

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція 1 години на тиждень (1 пара раз на два тижні), комп'ютерний практикум 2 години на тиждень (1 пара) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Сангінова Ольга Вікторівна, sanginova.olga@lll.kpi.ua, телеграм: @OlhaSan</i> <i>к.т.н., доцент Бондаренко Сергій Григорович</i> Комп'ютерні практикуми: <i>к.т.н., доцент Сангінова Ольга Вікторівна, sanginova.olga@lll.kpi.ua</i> <i>к.т.н., доцент Бондаренко Сергій Григорович</i>
Розміщення курсу	Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасні технологічні об'єкти хімічної промисловості мають порівняно високий рівень автоматизації і фахівець з хімічних технологій неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення повинен не тільки обслуговувати і вдосконалювати технологічні процеси, а й системи керування ними. Повна інформація про хід технологічного процесу, яку надають системи автоматизованого керування, дозволить забезпечити підвищення якості продукції і ведення процесу в безаварійному режимі.

Предмет дисципліни: складні хіміко-технологічні виробничі системи, автоматизація яких потребує спеціалізованих прийомів і методів теорії керування хіміко-технологічних процесів і систем.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- розуміти процеси і явища у технологічних комплексах окремої галузі (відповідно до освітньої програми), аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти керування, визначати способи та стратегії керування ними;
- використовувати апарат системного дослідження для оцінки функціонування технологічних систем галузі;
- застосовувати сучасні методи теорії управління до промислових об'єктів;
- здатність впроваджувати, експлуатувати та модернізувати окремі технічні засоби, системи керування та комп'ютерно-інтегровані технологічні комплекси;
- використовувати засоби комп'ютерної техніки для розрахункового аналізу і структурного синтезу технологічних систем галузі.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- принципів побудови систем автоматичного керування технологічними процесами;
- сучасного стану науки та прогресивних наукових розробок у сфері комп'ютерно-інтегрованих технологій, основних напрямків розвитку систем керування, комп'ютерно-інтегрованих та інформаційних технологій;
- ієрархічної структури побудови сучасних систем керування;
- класифікації систем керування;
- технічного забезпечення автоматичних та автоматизованих систем керування і склад комплексу технічних засобів;
- властивостей елементів системи автоматизованого керування;
- методів побудови та розв'язування рівнянь, які описують динаміку системи автоматизованого керування та її елементів;
- часових характеристики типових ланок систем автоматичного керування;
- критеріїв оцінки стійкості системи автоматизованого керування;
- аналізу якості процесу керування.

уміння:

- проводити аналіз технологічного процесу як об'єкту керування;
- розробляти алгоритмічну структуру підсистем керування як окремими технологічними процесами, так і технологічними комплексами хімічних виробництв;
- аналізувати математичну модель динаміки системи;
- вивчати поведінку окремих елементів системи та системи в цілому;
- проводити оцінку стійкості лінійної системи та передбачати дії, котрі підвищують стійкість системи;
- визначати частотні характеристики;
- аналізувати вплив елементів системи на показники якості процесу;
- мати навички розроблення спеціалізованого програмного забезпечення для мікропроцесорних систем управління, програмованих контролерів та засобів людино-машинного інтерфейсу.

досвід:

- використання методів теорії автоматичного керування для прийняття рішень по вибору оптимальних налаштувань для технічної реалізації системи;

- застосування сучасних технологій розрахунку систем автоматизованого керування до хіміко-технологічних процесів.

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

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

Вища математика	Властивості неперервних функцій. Системи алгебраїчних рівнянь. Звичайні диференціальні рівняння та їх системи. Матриці та матричні перетворення.
Обчислювальна математика	Методи наближення функцій. Чисельне диференціювання та інтегрування. Числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь. Чисельні методи розв'язку нелінійних рівнянь. Основні елементи теорії похибок.
Контроль та керування хіміко-технологічними процесами	Класифікація елементів систем керування за їх динамічними властивостями. Диференціальні рівняння та передавальні функції елементів систем керування. Об'єкти керування. Математичне моделювання систем керування. Технічні засоби впливу на технологічні процеси

Компетентності, отримані студентами в процесі вивчення цієї дисципліни, застосовуються ними при виконанні магістерської дисертації та у професійній діяльності.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основи побудови автоматичних систем керування. Основні поняття і загальні відомості.

Особливості автоматизації хімічних виробництв. Термінологічна база. Системи автоматичного контролю, регулювання і автоматичного управління, їх особливості та відзнаки. Параметри технологічних процесів. Класифікація систем керування. Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСКТП), їх призначення та функції. Архітектура АСКТП. Рівні організації сучасних АСКТП.

Тема 2. Технологічні процеси як об'єкти керування.

Системний аналіз технологічних процесів. Об'єкти із зосередженими й розподіленими параметрами. Види збурень. Одноємнісні та багатоемнісні об'єкти. Акумуляюча здатність об'єктів керування. Самовирівнювання об'єктів керування (стійкий, нестійкий та нейтральний об'єкти керування). Інерційність та запізнення об'єктів керування.

Тема 3. Математичні моделі систем керування.

Формалізовані математичні методи опису властивостей систем керування.

Статика САР. Статичні характеристики. Використання статичних характеристик в практиці регулювання. Лінійні та нелінійні статичні характеристики. Методи лінеаризації статичних характеристик. Статичні характеристики з'єднань ланок. Методи визначення статичних характеристик.

Динаміка САР. Динамічні характеристики. Диференціальні рівняння опису динаміки систем. Розрахунок вільних і вимушених процесів у системі. Принцип суперпозиції. Типові вхідні впливи. Перехідні процеси. Визначення перехідних характеристик за допомогою класичного методу та при застосуванні метода операційного числення.

Передавальні функції. Визначення передавальної функції групи елементів. Передавальна функція систем із зворотнім зв'язком. Передавальні функції розімкненої та замкнутої систем.

Метод частотних характеристик. Амплітудна, фазова та амплітудно-фазова характеристики. Форми запису амплітудно-фазової характеристики (АФХ). Частотні характеристики замкнутої та розімкненої системи керування. Вільний і збурений рух систем керування. Стійкість систем керування. Критерії стійкості: Ляпунова, Гурвиця, Михайлова, Найквіста.

Оцінка якості регулювання за допомогою перехідного процесу й частотних характеристик. Математичні моделі автоматичних регуляторів. Системи дискретного керування. Цифрові регулятори.

Тема 4. Автоматизовані системи керування технологічними процесами.

Інтегровані системи керування підприємством та принципи інтеграції систем керування технологічними процесами. Принципи побудови сучасних АСКТП. Системний принцип побудови й функціональна структура АСКТП. Структура сучасної АСКТП. Функціональна блок-схема сучасної АСКТП. Основні види архітектур сучасних АСКТП. Взаємозв'язок процесів проектування, підготовки та управління виробництвом Типова структура виробничих АСКТП. Технологічні рівні об'єкта автоматизації. Структура програмно-технічних комплексів, що забезпечують функції АСКТП.

Режими роботи АСКТП. Типові задачі управління в АСКТП. Робота АСКТП в супервизорному режимі. Завдання та структура рівнів АСУ ТП. Польовий рівень (Input/Output-Field level). Середній рівень (Control level). Верхній рівень (HMI).

Основні функції АСКТП. Склад і призначення типових керуючих функцій АСКТП. Склад і призначення допоміжних функцій АСКТП. Технічне забезпечення АСКТП і склад комплексу технічних засобів. Програмне забезпечення АСКТП, його склад і призначення. Призначення інформаційного забезпечення АСКТП. Організаційне забезпечення АСКТП.

Характеристики типових SCADA-програм. Мережі засоби, протоколи та робочі станції. Мережева архітектура Ethernet. Використання програмно-технічних комплексів та SCADA-програм. Обчислювальні мережі та вузли нижнього та верхнього рівнів ієрархічно-розподілених АСКТП. Системи планування потреб виробництва у матеріалах та вимоги до них (MRP-системи). Системи планування ресурсів підприємства (ERP-системи). Системи керування виробництвом (MES-системи).

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. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов. / Под ред. Е.Г. Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 368с.*

2. Медведєв Р.Б. Керування хіміко-технологічними процесами. /Навчальний посібник/. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 192с.
3. Втюрин В.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Основы АСКТП. Учебное пособие. / – СПб.: 2006. – 152с.

Додаткова

4. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін; Національний університет харчових технологій. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
5. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: Навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 160 с.
6. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: Навчальний посібник / В. Г. Трегуб; Національний університет харчових технологій. – К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
7. Промислові засоби автоматизації / А.К. Бабченко та інш. – Харків.: НТУ «ХПІ», 2001. – 470 с.
8. Теорія автоматичного керування: методичні вказівки і завдання до виконання домашньої контрольної роботи та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Автори: Бондаренко С.Г., Сангінова О.В. – К.: НТУУ "КПІ", 2013. – 108 с.
9. Полоцкий Л.М. , Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации. - М. : Химия, 1982. - 296 с.
10. Ротач В. Я. Расчет настройки промышленных систем регулирования. М. : Энергия, 1973 - 440 с.

Інформаційні ресурси

11. Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу av6qzuf.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами робіт комп'ютерного практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій при змішаному навчанні застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [11]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Опис заняття
1	Тема 1 – Основи побудови автоматичних систем керування. Основні поняття і загальні відомості: Предмет вивчення і задачі дисципліни. Особливості автоматизації хімічних виробництв. Автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСКТП), їх призначення та функції. Концепції побудови АСКТП. Рівні організації сучасних АСКТП. Автоматичний регулятор, об'єкт керування, система керування. Параметри технологічних процесів. Термінологічна база. Принципові, функціональні, та структурні схеми систем керування. Системи автоматичного контролю, регулювання і

№	Опис заняття
	автоматичного управління та їх особливості та відзнаки. Класифікація систем керування.
2	Тема 2 – Технологічні процеси як об'єкти керування: Системний аналіз технологічних процесів. Об'єкти із зосередженими й розподіленими параметрами. Види збурень. Одноємнісні та багатоемнісні об'єкти. Акумуляюча здатність об'єктів керування. Самовирівнювання об'єктів керування (стійкий, нестійкий та нейтральний об'єкти керування). Інерційність та запізнення об'єктів керування.
3	Тема 3 – Математичні моделі систем керування: Формалізовані математичні методи опису властивостей систем керування. Статика САР. Статичні характеристики. Використання статичних характеристик в практиці регулювання. Лінійні та нелінійні статичні характеристики. Чутливість каналу керування. Графічна та аналітична лінеаризація статичних характеристик. Статичні характеристики з'єднань ланок. Статична характеристика ланки зі зворотним зв'язком. Методи визначення статичних характеристик.
4	Продовження теми 3: Динаміка САР. Динамічні характеристики. Диференціальні рівняння описи динаміки систем. Розрахунок вільних і вимушених процесів у системі. Принцип суперпозиції. Типові вхідні впливи. Перехідні процеси. Визначення перехідних характеристик за допомогою класичного методу та при застосуванні метода операційного числення.
5	Продовження теми 3: Передавальні функції. Визначення передавальної функції групи елементів. Передавальна функція систем із зворотнім зв'язком. Передавальні функції розімкненої та замкнутої систем.
6	Продовження теми 3: Метод частотних характеристик. Амплітудна, фазова та амплітудно-фазова характеристики форми запису амплітудно-фазової характеристики (АФХ). Частотні характеристики замкнутої та розімкненої САУ. Вільний і збурений рух АСУ. Стійкість САУ. Критерії стійкості: Ляпунова, Гурвиця, Михайлова, Найквіста.
7	Продовження теми 3: Оцінка якості регулювання за допомогою перехідного процесу й частотних характеристик. Математичні моделі автоматичних регуляторів. Системи дискретного керування. Цифрові регулятори. Визначення параметрів П-, І- ПІ-, ПІД-регуляторів, що відповідають заданому запасу стійкості за допомогою частотних характеристик.
8	Тема 4 – Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Інтегровані системи керування підприємством та принципи інтеграції систем керування технологічними процесами. Принципи побудови сучасних АСКТП. Основні види архітектур сучасних АСКТП. Взаємозв'язок процесів проектування, підготовки та управління виробництвом. Типова структура виробничих АСКТП. Технологічні рівні об'єкта автоматизації. Структура програмно-технічних комплексів, що забезпечують функції АСКТП. Системи планування потреб виробництва у матеріалах та вимоги до них (MRP-системи). Системи планування ресурсів підприємства (ERP-системи). Системи керування виробництвом (MES-системи).
9	Продовження теми 4: Завдання та структура рівнів АСКТП. Польовий рівень (Input/Output-Field level). Середній рівень (Control level). Верхній рівень (HMI). Робота АСКТП в супервизорному режимі. Основні функції АСКТП інформаційних функцій АСКТП. Склад і призначення типових керуючих функцій АСКТП. Склад і призначення допоміжних функцій АСКТП. Режими роботи АСКТП. Типові задачі управління в АСКТП. Технічне забезпечення АСКТП і склад комплексу технічних засобів. Програмне забезпечення АСКТП, його склад і

№	Опис заняття
	призначення. Призначення інформаційного забезпечення АСКТП. Організаційне забезпечення АСКТП.

Комп'ютерний практикум

Метою комп'ютерного практикуму є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Сучасні методи керування хіміко-технологічними процесами». Матеріал комп'ютерного практикуму спрямований на одержання досвіду розв'язання практичних задач хімічної технології, дослідженні поведінки систем керування на обладнанні, яке є типовим для підприємств хімічної промисловості з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень, набуття умінь роботи з обладнанням та обробки отриманих результатів.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1	Моделі статичності об'єктів керування	Дослідити процес отримання моделей статичності складного технологічного об'єкту керування. Набути вміння побудови і аналізу статичних характеристик.
2		Захист роботи 1: захист відбувається за індивідуальними завданнями із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).
	Моделі динамічності об'єктів керування	Дослідити процес отримання часової характеристики системи автоматичного керування при відомому математичному описі її динаміки.
3		Набути вміння розв'язання диференціальних рівнянь за допомогою класичного та операторного методів.
4		Захист роботи 2: захист відбувається за індивідуальними завданнями із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).
5	Критерії стійкості	Дослідити процес визначення стійкості системи автоматичного керування за допомогою алгебраїчних критеріїв стійкості. Набути вміння визначення стійкості системи керування з використанням кореневого критерію.
6		Набути вміння визначення стійкості системи керування з використанням критерію Гурвиця.
7		Захист роботи 3: захист відбувається за індивідуальними завданнями із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).
8	Синтез контуру управління фізичного параметра	Набути уміння налаштовувати стандартні інтерфейси для роботи з об'єктами керування. Набути уміння налаштовувати мікропроцесорну плату Arduino/Genuino 101 та відповідне програмне середовище для роботи з вимірювальними приладами. Дослідити чинники, які впливають на процес вимірювання та способи корегування сигналів.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
8	Захист роботи 4: захист відбувається за індивідуальними завданнями (у дистанційному режимі - із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).	
9	Управління нагрівом технологічної суміші в печі	Дослідити процес управління нагрівом технологічної суміші в печі із використанням контролера. Набути досвіду використання регулятора при керуванні хіміко-технологічними процесами.
10	Захист роботи 5: захист відбувається за індивідуальними завданнями (у дистанційному режимі - із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).	
11	Сигналізація й реєстрація параметрів процесу в режимі реального часу при керуванні тепловим об'єктом	Дослідити процес створення контурів сигналізації технологічних параметрів та створення системи трендів при керуванні тепловим об'єктом із використанням контролера. Набути досвіду роботи з алармами і трендами при керуванні хіміко-технологічними процесами.
12	Захист роботи 6: захист відбувається за індивідуальними завданнями із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).	
13	SCADA-системи	Мережі засоби, протоколи та робочі станції. Мережева архітектура Ethernet. Використання програмно-технічних комплексів та SCADA-програм.
14		Обчислювальні мережі та вузли нижнього та верхнього рівнів ієрархічно-розподілених АСКТП. Характеристики типових SCADA-програм.
15	Написання модульної контрольної роботи	
16	Захист розрахунково-графічної роботи: захист відбувається за індивідуальними завданнями із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).	
17	Підсумкове заняття	До відома студентів доводиться кількість балів, яку вони набрали протягом семестру. Студенти, які були не допущеними до семестрового контролю з кредитного модуля, мають усунути причини, що призвели до цього.
18	Залікове заняття	семестровий контроль у вигляді письмової залікової контрольної роботи проводиться з тими студентами, які не змогли отримати за рейтингом позитивну оцінку, але були допущені до семестрового контролю, а також з тими, хто бажає підвищити свою позитивну оцінку.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів, виконання розрахунково-графічної роботи, підготовка до захисту практичних завдань, модульної контрольної роботи та розрахункової роботи. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів	2 – 3 години на тиждень
Виконання розрахунково-графічної роботи	10 годин
Підготовка до захисту розрахунково-графічної роботи (повторення матеріалу)	4 години
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4 години

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції та комп'ютерні практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, комп'ютерні практикуми – у комп'ютерних класах. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій та комп'ютерних практикумів є обов'язковим.

На початку кожної лекції лектор може проводити опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою, підвищення зацікавленості та залучення слухачів до розв'язання прикладів.

Правила захисту комп'ютерних практикумів та розрахунково-графічної роботи:

1. До захисту допускаються студенти, які правильно виконали розрахунки (при неправильно виконаних розрахунках їх слід усунути).
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання комп'ютерного практикуму без поважної причини штрафуються штрафуються 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За кожний тиждень запізнення з поданням розрахунково-графічної роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 5 балів).
4. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
5. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
6. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

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 комп'ютерних практикумах, МКР, захист РГР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з дисципліни розраховується виходячи із 100-бальної шкали, і складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях (6 відповідей);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР);
- експрес-контроль на лекціях (7 відповідей).

2. **Критерії нарахування балів:**

2.1. Робота на практичних заняттях:

На практичних заняттях студенти набувають уміння практично застосовувати знання з систем керування технологічними процесами у виробництві шляхом розв'язання відповідно сформульованих задач. Перед виконанням практичного завдання проводиться вхідний контроль з метою визначення рівня підготовки до заняття.

- бездоганна робота – 6 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 5 балів;
- є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 4 бали.
- Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

Максимальна кількість балів за роботу на практичних заняттях – 36.

Підготовка до роботи:

- якісна підготовка, повна відповідь на питання вхідного контролю – 1 бал;
- наявність незначних недоліків у відповіді на питання вхідного контролю (неповна відповідь, але не менше 90% інформації) – 0,8 балу;
- наявність суттєвих недоліків у відповіді на питання вхідного контролю (неповна відповідь, але не менше 60% інформації) – 0,5 балу;
- студент не зміг відповісти на питання вхідного контролю – 0 балів;

Виконання роботи:

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 3 бали;
- робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має не принципові неточності – 2 бали;
- робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – 1 бал;
- 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) – 2 бали;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 1,5 балів;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив ряд суттєвих неточностей – 1 бал;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності – 0 балів.

2.2. Модульний контроль.

Модульна контрольна робота оцінюється у **30 балів**; оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 27–30 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 23–26 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 18–22 бали;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.3. Розрахунково-графічна робота.

Ваговий бал – **20 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 18–20 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 15–17 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 12–14 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

Захист РГР відбувається на 15 тижні; робота подається на перевірку не пізніше, ніж за тиждень до захисту.

2.4. Експрес-контроль на лекціях.

Експрес-контроль проводиться у письмовій формі за матеріалами попередньої лекції. Студент отримує одне індивідуальне завдання на початку лекції, яке виконує протягом 5 хв. Завдання експрес-контролю оцінюється наступним чином:

2 бали: студент вірно і повністю виконав індивідуальне завдання;

1 бал: студент виконав не менше 75% індивідуального завдання;

0 балів: студент виконав менше 60% індивідуального завдання або був відсутній на лекції під час проведення експрес-контролю.

Кількість експрес-опитувань – 7. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за всі відповіді – 14.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 26^1 = 13$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 52^2 = 26$ балів і розрахунково-графічна робота подана на перевірку.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 100 балів:

$$RC = r_{пр} + r_{мкр} + r_{ргр} + r_{лек} = 36 + 30 + 20 + 14 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання заліку студенту потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також зарахування всіх комп'ютерних практикумів, написання МКР, виконання та захист РГР. Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують письмову залікову контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Оцінка з кредитного модулю у такому випадку формується наступним чином: до оцінки, яку студент отримав за РГР, додається оцінка за залікову контрольну роботу. Завдання контрольної роботи складається з 6-8 задач різної складності. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Система оцінювання практичних запитань:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 90–100%;

¹ Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

² Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 70 – 80%;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 55-60%;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Максимальна кількість балів за залікову контрольну роботу – 80.

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 дисципліни (освітнього компонента)

- *Вимоги до оформлення розрахункової роботи, перелік запитань до МКР та заліку наведені у Google Classroom «Сучасні методи керування хіміко-технологічними процесами» (платформа Sikorsky-distance).*
- *Перелік матеріалів та засобів, якими дозволено користуватись під час залікової контрольної роботи: протоколи комп'ютерних практикумів, таблиця зображення основних функцій за Лапласом, математичний пакет Mathcad або аналогічний.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

к.т.н. доц. Бондаренком С.Г.

к.т.н. доц. Сангіною О.В.

Ухвалено кафедрою технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології (протокол № 19 від 30.06.2021 р.)¹

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2021 р.)

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