



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



Кафедра технології
неорганічних речовин,
водоочищення та загальної
хімічної технології

Автоматичне регулювання та управління технологічними процесами у виробництві

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>Для всіх освітніх програм спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна, цикл загальної підготовки</i>
Форма навчання	<i>змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен письмовий</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години на тиждень (1 пара), комп'ютерний практикум 1 година на тиждень (1 пара раз на два тижні) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент Сангінова Ольга Вікторівна, sanginova.olga@lll.kpi.ua, телеграм: @OlhaSan</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	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

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 та інженерії повинен не тільки обслуговувати і вдосконалювати технологічні процеси, а й системи управління 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 та автоматизації хіміко-технологічних процесів і систем.*

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- *здатність використовувати знання, уміння і навички в галузі природничо-наукових та професійно-профільованих дисциплін для роботи з автоматизованими системами*

- управління розробляти математичні моделі технологічних систем галузі та застосовувати математичне моделювання для розв'язання науково-технічних задач;
- використовувати методи фундаментальних і прикладних дисциплін у дослідницькій діяльності;
 - розуміти процеси і явища у технологічних комплексах окремої галузі (відповідно до освітньої програми), аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації;
 - використовувати апарат системного дослідження для оцінки функціонування технологічних систем галузі;
 - застосовувати сучасні методи теорії управління до промислових об'єктів;
 - використовувати професійно-профільовані знання й практичні навички в галузі теорії автоматичного управління для автоматизації технологічних процесів і систем;
 - здатність впроваджувати, експлуатувати та модернізувати окремі технічні засоби, системи автоматизації 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 автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, основних напрямків розвитку засобів автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих та інформаційних технологій;
- принципів побудови систем автоматичного управління, ієрархію систем автоматизованого та автоматичного управління та принципів взаємодії систем різних рівнів, показників ефективності і надійності систем керування;
- ієрархічної структури побудови сучасних АСР та АСКТП;
- класифікації АСР та АСКТП;
- технічного забезпечення АСР та АСКТП і склад комплексу технічних засобів;
- складу і призначення типових керуючих функцій АСР та АСКТП;
- видів забезпечень АСР та АСКТП;
- 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:

- застосовувати математичний апарат у процесі розв'язання професійних задач, побудови і аналізу результатів математичних моделей з використанням даних, які характеризують поведінку об'єкта керування знайти шляхи вдосконалення об'єкта та добрати потрібні системи автоматичного керування;
- розробляти математичні моделі об'єкту (процесу) дослідження, генерувати розрахункову модель, виконувати числовий розрахунок та аналізувати результати розрахунку;

- проводити аналіз технологічного процесу як об'єкту керування;
- розробляти алгоритмічну структуру підсистем керування як окремих технологічних процесів 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 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 керування 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 управління 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 АСКТП. 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. Медведев 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 інші. – 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 управління 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.
2	Продовження теми 1: Принципові, функціональні, та структурні схеми систем керування. Системи автоматичного контролю, регулювання і автоматичного управління та їх особливості та відзнаки. Класифікація систем керування.
3	Тема 2 – Технологічні процеси як об'єкти управління: Системний аналіз технологічних процесів. Об'єкти із зосередженими й розподіленими параметрами. Види збурень. Одноємнісні та багатоемнісні об'єкти.
4	Продовження теми 2: Акумуляюча здатність об'єктів керування. Самовирівнювання об'єктів керування (стійкий, нестійкий та нейтральний об'єкти керування). Інерційність та запізнення об'єктів керування.
5	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.
6	Продовження теми 3: Статичні характеристики з'єднань ланок. Статична характеристика ланки зі зворотним зв'язком. Методи визначення статичних характеристик.
7	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.
8	Продовження теми 3: Передавальні функції. Визначення передавальної функції групи елементів. Передавальна функція систем із зворотнім зв'язком. Передавальні функції розімкненої та замкнутої систем.
9	Продовження теми 3: Метод частотних характеристик. Амплітудна, фазова та амплітудно-фазова характеристики форми запису амплітудно-фазової характеристики (АФХ). Частотні характеристики замкнутої та розімкненої САУ.
10	Продовження теми 3: Вільний і збурений рух АСУ. Стійкість САУ. Критерії стійкості: Ляпунова, Гурвиця, Михайлова, Найквіста. Написання модульної контрольної роботи (частина 1)
11	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-

	<i>регуляторів, що відповідають заданому запасу стійкості за допомогою частотних характеристик.</i>
12	<i>Тема 4 – Автоматизовані системи управління 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 АСУ ТП. Функціональна блок-схема сучасної АСКТП. Основні види архітектур сучасних АСКТП. Взаємозв'язок процесів проектування, підготовки та управління виробництвом.</i>
13	<i>Продовження теми 4: 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).</i>
14	<i>Продовження теми 4: Завдання та структура рівнів АСУ ТП. Польовий рівень (Input/Output-Field level). Середній рівень (Control level). Верхній рівень (HMI). Робота АСКТП в супервизорному режимі.</i>
15	<i>Продовження теми 4: Основні функції АСКТП інформаційних функцій АСКТП. Склад і призначення типових керуючих функцій АСКТП. Склад і призначення допоміжні функції АСКТП. Режими роботи АСКТП. Типові задачі управління в АСКТП.</i>
16	<i>Продовження теми 4: Склад АСКТП. Технічне забезпечення АСКТП і склад комплексу технічних засобів. Програмне забезпечення АСКТП, його склад і призначення. Призначення інформаційного забезпечення АСКТП. Організаційне забезпечення АСКТП.</i>
17	<i>Продовження теми 4: 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. Написання модульної контрольної роботи (частина 2)</i>
18	<i>Продовження теми 4: Характеристики типових SCADA-програм.</i>

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 «Автоматичне регулювання та управління технологічними процесами у виробництві». 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	<i>Моделі статичної об'єктів керування</i>	<i>Дослідити процес отримання моделей статичного складного технологічного об'єкту керування. Набути вмінь побудови і аналізу статичних характеристик.</i>
2	<i>Моделі динамічної об'єктів керування</i>	<i>Дослідити процес отримання часової характеристики системи автоматичного керування при відомому математичному описі її динаміки. Набути вмінь</i>

		розв'язання диференціальних рівнянь за допомогою класичного методу. Набути вмінь розв'язку диференціальних рівнянь з використанням операторного методу.
3	Критерії стійкості	Дослідити процес визначення стійкості системи автоматичного керування за допомогою алгебраїчних критеріїв стійкості. Набути вмінь визначення стійкості системи керування з використанням наступних критеріїв стійкості: кореневого критерію і критерію Гурвиця.
4	Захист робіт 1-3: захист відбувається за індивідуальними завданнями із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).	
5	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.
6	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.
7	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.
8	Захист розрахунково-графічної роботи: захист відбувається за індивідуальними завданнями із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо).	
9	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.

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, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

<i>Вид СРС</i>	<i>Кількість годин на підготовку</i>
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, складання попередніх варіантів програм для проведення розрахунків на заняттях, оформлення звітів з комп'ютерних практикумів</i>	<i>2 – 3 години на тиждень</i>
<i>Виконання розрахунково-графічної роботи</i>	<i>10 годин</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>4 години</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>30 годин</i>

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: письмовий екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 70 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) 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 (10 відповідей).

2. **Критерії нарахування балів:**

2.1. Робота на практичних заняттях:

На практичних заняттях студенти набувають уміння практично застосовувати знання з автоматичного регулювання та управління 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 – 4 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3 бали;
- є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 2 бали.
- Робота не виконана або не захищена – 0 балів.

Максимальна кількість балів за роботу на практичних заняттях – **24**.

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 бали;
- наявність суттєвих недоліків у відповіді на питання вхідного контролю (неповна відповідь, але не менше 60% інформації) – 0,5 бали;
- студент не зміг відповісти на питання вхідного контролю – 0 балів;

Виконання роботи:

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 1,5 бали;
- робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має не принципові неточності – 1,3 балів;
- 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) – 1,5 бали;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – 1,3 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.

Одна МКР поділяється на 2 роботи по 45 хв. кожна. Ваговий бал кожної роботи – **10 балів**; оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10–9 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8,9 – 7.5 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 7,4 – 6 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.3. Розрахунково-графічна робота.

Ваговий бал – **16 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 16 – 14,4 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 14,3 – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 11,9 – 9,6 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:

1 бал: студент вірно і повністю виконав індивідуальне завдання;

0,5 балів: 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 – 10. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за всі відповіді – 10.

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 $0,5 \cdot 18^1 = 9$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 34^2 = 17$ балів і розрахунково-графічна робота подана на перевірку.

4. На **екзамені** студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне теоретичне питання та практичне завдання оцінюється у 10 балів.

Система оцінювання теоретичного питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9 - 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7 - 8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 5-6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичних запитань:

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

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

- «відмінно», повне безпомилкове розв’язування завдання – 9 - 10 балів;
- «добре», повне розв’язування завдання з несуттєвими неточностями – 7 - 8 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 5-6 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 70 балів:

$$RC = r_{пр} + r_{мкр} + r_{ргр} + r_{лек} = 24+20+16+10= 70 \text{ балів}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх комп’ютерних практикумів, написання МКР, виконання та захист РГР та кількість рейтингових балів не менше 35.

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 екзамену наведені у Google Classroom «Автоматичне регулювання та управління технологічними процесами у виробництві» (платформа Sikorsky-distance).
- Перелік матеріалів та засобів, якими дозволено користуватись під час екзамену: 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.