



ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування ¹
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	Частина 1: 3 курс, осінній семестр Частина 2: 3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Частина 1: 5кр.(150 год.) Частина 2: 5кр.(150 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Частина 1: Іспит/ поточний контроль Частина 2: Іспит/ поточний контроль
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: д.т.н., проф. Бурау Надія Іванівна n.i.burau@gmail.com к.т.н. Мураховський Сергій Анатолійович serge.murakhovsky@gmail.com Практичні: д.т.н., проф. Бурау Надія Іванівна n.i.burau@gmail.com , к.т.н., доц. Півторак Діана Олександрівна , p_diana@i.ua к.т.н. Мураховський Сергій Анатолійович serge.murakhovsky@gmail.com
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua , https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=3660 https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=3865

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Теорія автоматичного керування» призначена для забезпечення підготовки майбутніх бакалаврів з методів аналізу та синтезу систем автоматичного керування (САК) процесами та технологічними об'єктами, які є предметом професійного інтересу.

Дисципліна «Теорія автоматичного керування» складається з двох освітніх компонент:

- Освітній компонент 1 «Теорія лінійних систем автоматичного управління»;
- Освітній компонент 2 «Оптимальні та цифрові системи»

Метою освітнього компонента є формування у студентів здатностей:

ЗК01. здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК04. здатність використання інформаційних та комунікаційних технологій;

- ФК3. здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування;
- ФК6. здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу;
- ФК7. здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів

Основні завдання дисципліни.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- ПРН5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

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

Для вивчення та успішного засвоєння дисципліни студенти повинні опанувати такі дисципліни: «Вища математика» та «Спеціальні розділи математики». У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у таких дисциплінах, як «Технічні засоби автоматизації», а також при виконанні випускної кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Освітній компонент 1.

• **Розділ 1. Теорія лінійних систем автоматичного управління**

- Тема 1. Основні поняття та визначення в теорії автоматичного керування.

Визначення системи автоматичного керування. Фундаментальні принципи керування. Класифікація систем автоматичного керування.

- Тема 2. Математичний опис систем автоматичного керування

Рівняння динаміки систем у просторі сигналів та у просторі станів. Поняття про режими роботи систем. Статичні характеристики. Лінеаризація нелінійних характеристик.

- Тема 3. Динамічні характеристики ланок і систем автоматичного керування.

Поняття динамічної ланки. Перетворення Лапласа. Визначення передатної функції. Визначення функції ваги та перехідної функції ланки, системи. Типи динамічних ланок: позиційні, інтегруючі, диференціюючі; їх динамічні характеристики. Структурні схеми систем автоматичного керування. Передатні функції типових з'єднань динамічних ланок. Передатні функції систем автоматичного керування.

- Тема 4. Точність автоматичних систем в усталених режимах

Поняття та передатні функції статичної та астатичної систем. Усталені похибки за довільних вхідних дій. Усталені похибки статичних та астатичних систем за типових збурень; похибки за гармонічного збурення.

- Тема 5. Частотні характеристики ланок та систем автоматичного керування

Поняття комплексної передатної функції; визначення амплітудно-частотної, фазочастотної та амплітудно-фазо-частотної характеристик ланки (системи). Частотні характеристики елементарних динамічних ланок: позиційних; інтегруючих; диференціюючих. Частотні

характеристики розімкненої та замкненої системи автоматичного керування. Поняття та визначення логарифмічних частотних характеристик. Логарифмічні частотні характеристики динамічних ланок; розімкненої системи.

- Тема 6. Стійкість систем автоматичного керування.

Поняття та умови стійкості лінійної системи. Алгебраїчний критерій стійкості Гурвіца. Частотні критерії стійкості. Критерій Михайлова. Методика побудови годографа Михайлова. Критерій стійкості Михайлова-Найквіста (амплітудно-фазо-частотний критерій); логарифмічний частотний критерій стійкості. Запаси стійкості.

- Тема 7. Перехідні процеси в системах автоматичного керування

Вимоги до перехідного процесу. Прямий метод побудови перехідної характеристики, прямі показники якості перехідного процесу. Типи перехідних процесів. Непрямі показники якості перехідного процесу: частотні, кореневі, інтегральні.

- Тема 8. Корекція та основи синтезу систем автоматичного керування

Корекція систем керування. Послідовні корегувальні ланки: введення похідної від похибки; введення інтегралу від похибки. Паралельні корегувальні ланки: жорсткий зворотній зв'язок; гнучкий зворотній зв'язок. Корекція систем за зовнішніми впливами.

Освітній компонент 2.

- **Розділ 1. Оптимальні та цифрові системи керування**

- Тема 1. Основи теорії цифрових систем керування

Перетворення даних і квантування. Математичний опис цифро-аналогового перетворення, аналого-цифрового перетворення. Математичний опис процесу квантування. Імпульсна теорема. Фіксатор нульового і першого порядку.

- Тема 2. Математичний опис та характеристики дискретних систем

Визначення z-перетворення. Обчислення z-перетворень. Відповідність між s і z-площинами. Зворотне z-перетворення. Теорема z-перетворень. Імпульсна передатна функція. Імпульсна передатна функція з фіксатором нульового порядку. Поняття про приведену передатну функцію. Білінійне перетворення. Методи розв'язання білінійних рівнянь.

- Тема 3. Аналіз та синтез дискретних систем

Алгебраїчні критерії стійкості цифрових систем керування. Годограф Найквіста. Логарифмічні частотні характеристики. Запаси стійкості за фазою і амплітудою. Амплітудно-частотна діаграма Нікольса. Визначення смуги пропускання. Трансформація сталих часу в цифрових системах керування з довільним порядком астатизму неперервної частини. Послідовна корекція цифрових систем керування за допомогою аналогових регуляторів в ланцюгу зворотного зв'язку. Цифрові регулятори. Синтез цифрових систем керування за допомогою білінійного перетворення. Синтез цифрових систем регуляторів з використанням корневих годографів на z-площині.

- Тема 4. Синтез оптимальних систем

Принцип максимуму Понтрягіна. Задача оптимальної швидкодії. Керованість, спостережуваність та відновлюваність об'єктів. Спостерігачі. Методи оптимального оцінювання стану. Фільтри Калмана-Бьюсі.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Голюк П.Ф. Теорія автоматичного керування: навчальний посібник/ П.Ф. Голюк, Т.М. Гречин. – Л.: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 280 с.
2. Теорія автоматичного керування. Методологія та практика оптимізації : навчальний посібник / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 210 с.

3. Теорія цифрових систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник / І. Р. Пархомей, В. П. Пасько, О. М. Польшакова, О. А. Стенін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.851 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 133 с.
4. Теорія автоматичного управління. Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Н.І. Бурау, Д.О. Півторак. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 57 с.
5. Теорія автоматичного управління. Теорія лінійних систем автоматичного управління. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / С.А. Мураховський, Д.О. Півторак. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. - 94 с.

Додаткова література

6. Методичні вказівки до контрольних завдань з курсу «Теорія автоматичного керування» [електронний ресурс]/ Н.І. Бурау, Д.О. Півторак, С.А. Мураховський. – Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – 36 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Освітній компонент 1.

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття, лабораторні роботи (комп'ютерний практикум), індивідуальні завдання, самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття.

1. Загальна характеристика системи автоматичного керування. Визначення системи автоматичного керування.
2. Фундаментальні принципи автоматичного керування та приклади їх реалізації. Класифікація автоматичних систем.
3. Математичний опис неперервних систем у просторі сигналів (за схемою вхід – вихід) та у просторі станів (за допомогою змінних стану).
4. Поняття про перехідний та усталений режими в системах керування. Статичні характеристики. Лінеаризація нелінійних характеристик.
5. Поняття динамічної ланки. Перетворення Лапласа. Визначення передатної функції.
6. Визначення функції ваги та перехідної функції ланки, системи.
7. Типи динамічних ланок: позиційні, інтегруючі, диференціюючі. Позиційні динамічні ланки (пропорційна, аперіодична, коливальна). Рівняння динаміки, передатні функції, вагові та перехідні характеристики пропорційної та аперіодичної ланок.
8. Позиційні динамічні ланки другого порядку (аперіодична другого порядку, коливальна). Рівняння динаміки, передатні функції, вагові та перехідні характеристики аперіодичної другого порядку та коливальної ланок.
9. Інтегруючі ланки. Рівняння динаміки, передатні функції, вагові та перехідні характеристики ідеальної та інерційної інтегруючих ланок
10. Диференціюючі ланки. Рівняння динаміки, передатні функції, вагові та перехідні характеристики ідеальної та інерційної диференціюючих ланок
11. Структурні схеми систем автоматичного керування: визначення, побудова структурної схеми на прикладі слідкуючої системи.

12. Передатні функції типових з'єднань динамічних ланок: послідовне з'єднання ланок, паралельне з'єднання ланок, ланка, охоплена зворотнім зв'язком.
13. Передатні функції систем автоматичного керування: передатна функція розімкненої системи, коефіцієнт підсилення розімкненої системи; головна передатна функція замкненої системи та передатна функція за збуренням; передатна функція замкненої системи за похибкою.
14. Поняття та передатні функції статичної та астатичної систем. Усталені похибки за довільних вхідних дій.
15. Усталені похибки статичних та астатичних систем за типових збурень; похибки за гармонічного збурення.
16. Поняття комплексної передатної функції; визначення амплітудно-частотної, фазочастотної та амплітудно-фазо-частотної характеристик ланки (системи).
17. Частотні характеристики елементарних динамічних ланок: позиційних; інтегруючих; диференціюючих.
18. Частотні характеристики розімкненої та замкненої системи автоматичного керування.
19. Поняття та визначення логарифмічних частотних характеристик. Логарифмічні частотні характеристики пропорційної, інтегруючої та диференціюючої динамічних ланок.
20. Логарифмічні частотні характеристики позиційних ланок: аперіодичної, форсуючої, коливальної.
21. Поняття та умови стійкості лінійної системи. Алгебраїчний критерій стійкості Гурвіца.
22. Частотні критерії стійкості. Критерій Михайлова. Методика побудови годографа Михайлова.
23. Критерій стійкості Михайлова-Найквіста (амплітудно-фазо-частотний критерій); логарифмічний частотний критерій стійкості. Запаси стійкості.
24. Вимоги до перехідного процесу. Прямий метод побудови перехідної характеристики, прямі показники якості перехідного процесу. Типи перехідних процесів.
25. Непрямі показники якості перехідного процесу: частотні, кореневі, інтегральні.
26. Корекція систем керування. Послідовні корегувальні ланки: введення похідної від похибки; введення інтегралу від похибки.
27. Паралельні корегувальні ланки: жорсткий зворотній зв'язок; гнучкий зворотній зв'язок. Корекція систем за зовнішніми діями.

Практичні заняття.

1. Складання рівнянь динаміки для типових елементів систем автоматичного керування.
2. Динамічні характеристики ланок та систем автоматичного керування: перетворення рівнянь динаміки, визначення передатних функцій.
3. Динамічні характеристики ланок та систем автоматичного керування: визначення вагових та перехідних функцій.
4. Перетворення структурних схем, визначення передатних функцій розімкнених та замкнених систем автоматичного керування.

5. Усталені похибки лінійних систем за детермінованих збурень: визначення усталених похибок.
6. Побудова логарифмічних частотних характеристик розімкненої системи.
7. Стійкість лінійних систем автоматичного керування: оцінка стійкості за алгебраїчним критерієм Гурвіца та частотним критерієм Михайлова.
8. Методи підвищення точності систем автоматичного керування.

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

1. Моделювання власного руху систем автоматичного керування.
2. Побудова вагових та перехідних характеристик динамічних ланок.
3. Побудова вагових та перехідних характеристик систем автоматичного керування.
4. Частотні характеристики динамічних ланок.
5. Логарифмічні частотні характеристики систем автоматичного керування.
6. Визначення усталених похибок систем автоматичного керування.
7. Дослідження стійкості систем автоматичного керування.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання передбачають розв'язання практичних завдань для закріплення теоретичного матеріалу та підготовки до практичних занять і лабораторного практикуму. Модульна контрольна робота полягає в розв'язанні практичних завдань за такими темами, як: визначення передатних функцій, вагових і перехідних характеристик динамічних ланок за заданим рівнянням динаміки; перетворення структурних схем і визначення передатних функцій розімкненої системи, головної замкненої системи і замкненої системи за похибкою; побудова асимптотичних логарифмічних частотних характеристик розімкненої системи.

Освітній компонент 2.

Основні форми навчання - лекції, комп'ютерний практикум, практичні заняття, індивідуальні завдання та самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

1. Загальна характеристика цифрових систем. Переваги цифрових систем керування. Приклади сучасних систем автоматичного керування з ЕОМ.
2. Квантування неперервних сигналів. Математичний опис процесу квантування, ідеальне квантування. Теорема Котельникова-Шеннона. Властивості дискретних сигналів. Ефект поглинання частот.
3. Решітчасті функції. Поняття про решітчасті функції, поняття про різниці решітчастих функцій та різницеві рівняння.
4. Дискретне перетворення Лапласа, z-перетворення. Основні властивості z-перетворення. Перехід від неперервної передатної функції до дискретної. Таблиця z-перетворення.
5. Відновлення сигналів. Формуючі елементи та екстраполятори. Еквівалентна схема імпульсної системи. Дискретні моделі систем. Запис рівнянь у формі простору станів. Операторний метод опису систем.
6. Рівняння розімкнених дискретних систем. Рівняння відносно оригіналів. Рівняння відносно зображень.

7. Передатні функції дискретних систем. Передатна функція приведеної неперервної частини. Передатна функція розімкненої імпульсної системи.
8. Імпульсні перехідні функції дискретних систем. Визначення імпульсної перехідної функції. Зворотне z-перетворення.
9. Передатні функції типових з'єднань ланок. Послідовне та паралельне з'єднання ланок. Рівняння та передатні функції замкнених імпульсних систем.
10. Частотні характеристики дискретних систем автоматичного керування. Амплітудно-частотна та фазочастотна характеристики. Білінійне перетворення. Псевдочастотні характеристики.
11. Стійкість дискретних систем. Визначення стійкості дискретної системи. Аналіз стійкості лінійних дискретних систем: алгебраїчні критерії стійкості.
12. Стійкість дискретних систем. Аналіз стійкості лінійних дискретних систем: частотні критерії стійкості.
13. Оцінка якості керування за кривою перехідного процесу. Точність дискретних систем в усталених режимах. Коефіцієнти похибок.
14. Алгоритми цифрового обробки сигналів. Цифрове диференціювання. Цифрове інтегрування.
15. Цифрові фільтри. Фільтри з скінченою імпульсною характеристикою. Фільтри з нескінченою імпульсною характеристикою.
16. Синтез дискретних систем. Вимоги та критерії. Поняття робастних систем. Синтез дискретних систем із забезпеченням вимог стійкості, точності.
17. Принцип максимуму Понтрягіна. Задача оптимальної швидкодії.
18. Керованість, спостережуваність та відновлюваність об'єктів. Методи оптимального оцінювання стану. Фільтри Калмана-Бьюсі

Комп'ютерний практикум:

1. Моделювання дискретних систем автоматичного управління.
2. Побудова та аналіз перехідних характеристик дискретних САУ.
3. Побудова та аналіз частотних характеристик дискретних САУ.
4. Побудова та аналіз псевдочастотних характеристик дискретних САУ.
5. Дослідження стійкості дискретних систем автоматичного керування за допомогою алгебраїчних критеріїв.
6. Дослідження стійкості дискретних систем автоматичного керування за допомогою частотних критеріїв.
7. Кореневі годографи дискретних систем автоматичного керування.
8. Синтез цифрових регуляторів.
9. Синтез дискретного оптимального фільтру Калмана.

Практичні заняття:

1. Визначення частоти дискретизації неперервних сигналів
2. Пряме та зворотне z-перетворення
3. Пряме та зворотне z-перетворення
4. Визначення дискретних передатних функцій багатовимірних цифрових систем на основі рівнянь стану. Контрольна робота
5. Визначення дискретних передатних функцій приведеної неперервної частини
6. Визначення дискретних передатних функцій приведеної неперервної частини
7. Визначення частотних характеристик цифрових систем автоматичного керування
8. Використання білінійного перетворення

9. Визначення керованості та спостережуваності дискретних систем

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання передбачають розв'язання практичних завдань для закріплення теоретичного матеріалу та підготовки до практичних занять і лабораторного практикуму. Модульна контрольна робота полягає в розв'язанні практичних завдань за такими темами: визначення дискретних передатних функцій приведеної неперервної системи, псевдочастотних характеристик дискретних систем на основі білінійного перетворення; перетворення структурних схем і визначення передатних функцій дискретних систем, аналіз стійкості дискретних систем за алгебраїчними критеріями.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами, підготовку до практичних занять, лабораторного/комп'ютерного практикуму та виконання модульної контрольної роботи.

Освітній компонент 1.

На самостійну роботу студентів виділяється 60 годин, з яких 30 годин – на підготовку до екзамену і 30 годин на опрацювання матеріалів лекцій, практичних і лабораторних занять/комп'ютерних практикумів, та вивчення навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

Освітній компонент 2.

На самостійну роботу студентів виділяється 78 годин, з яких 30 годин - на підготовку до екзамену і 48 годин на опрацювання матеріалів лекцій, комп'ютерних практикумів та вивчення навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - обов'язкова присутність студента на заняттях;
 - при навчанні в дистанційному режимі: Zoom-конференція за посиланням викладача;
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка безпосередньо не стосується дисципліни;
 - дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернеті або на платформі дистанційного навчання Moodle;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила виконання завдань на практичних заняттях**
 - на практичному занятті студент надає виконане практичне завдання для перевірки викладачу, під час опитування відповідає на запитання викладача;
 - при дистанційному навчанні надсилає виконане практичне завдання за темою заняття на електронну адресу викладача чи Telegram канал, під час опитування відповідає на запитання викладача;

- в окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту виконаного практичного завдання;
- **правила захисту лабораторних робіт/ комп'ютерних практикумів:**
 - захист проходить на лабораторній роботі (комп'ютерному практикумі);
 - до захисту допускаються студенти з виконаною лабораторною роботою (комп'ютерним практикумом) та заповненим протоколом;
 - захист полягає у співбесіді за теоретичними та практичними завданнями відповідно до протоколу;
 - при дистанційному навчанні студент надсилає оформлений протокол виконаної лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму) на електронну адресу викладача чи Telegram канал, під час опитування відповідає на запитання викладача;
 - в окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила захисту модульної контрольної роботи:**
 - виконання та захист модульної контрольної роботи проходить на практичному занятті;
 - при дистанційному навчанні виконання та захист окремих виконаних пунктів (завдань) модульної контрольної роботи проходить за визначеним календарним планом, студент надсилає оформлене виконане завдання на електронну адресу викладача чи Telegram канал;
 - у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - штрафні бали призначаються за несвоєчасний захист лабораторних робіт/комп'ютерних практикумів та завдань модульної контрольної роботи, заохочувальні – за виконання ускладнених завдань;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;
 - вчасним захист вважається в межах двох занять наступної теми (поточною вважається тема, завдання з якої хоче захистити студент) навчального часу відповідно до силабусу та/або календарного плану;
 - невчасним вважається захист робіт з затримкою більше ніж на два практичні (лабораторні) заняття наступної теми, порушення даного дедлайну призводить до зменшення кількості балів за роботи та оцінюється на 1 бал нижче, ніж вказано п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання» за кожні наступні три заняття наступних тем;
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
 - при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;

- якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;
- якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

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

Освітній компонент 1.

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	опитування за темою практичного заняття (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	4	1	4
2	розв'язання практичних завдань (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	4	1	4
3	виконання та захист лабораторних робіт/ комп'ютерних практикумів (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	7	4	28
4	Виконання та захист модульної контрольної роботи(відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	1	24	24
			Усього:	60

Шкала оцінювання лабораторних робіт/комп'ютерних практикумів:

- повністю вірно виконана, оформлена робота, правильні відповіді на запитання - 4 бали;
- вірне виконання, оформлення з незначними недоліками, відповіді з незначними неточностями- 3 бали;

- робота не виконана, або робота виконана, але відповіді на запитання не правильні - 0 балів.

Шкала оцінювання модульної контрольної роботи:

- повністю вірне виконання завдання – 23-24 бали;
- вірне виконання завдання з незначними неточностями – 18-22 бали;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 14-17 балів;
- завдання не виконано - 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме на менш ніж 15 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 20 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 30 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 45 балів).

Семестровий контроль: екзамен (письмовий).

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Екзамен	1	40	40

Умови допуску до семестрового контролю: оцінка з модульної контрольної роботи не менше 14 балів; виконання та захист усіх лабораторних робіт/ комп'ютерних практикумів; семестровий рейтинг не менше, ніж 36 балів.

Складає семестрового контролю складає 40 балів.

Екзаменаційний білет містить 8 питань теоретичного та практичного характеру.

Кожне питання в білеті оцінюється у 5 балів відповідно до системи оцінювання:

- повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації)/повне безпомилкове розв'язання практичного завдання – 5 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності)/повне розв'язання практичного завдання з несуттєвими неточностями – 4 бали;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)/практичне завдання виконане з певними недоліками – 3 бали;
- незадовільна або відсутня відповідь/практичне завдання не виконано або виконано неправильно – 0 балів.

Освітній компонент 2.

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	виконання та захист комп'ютерних практикумів (практикуми №1-9 відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	9	5	45
2	виконання контрольної роботи (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	1	15	15
Усього:				60

Шкала оцінювання комп'ютерних практикумів:

- повністю вірно виконана, оформлена робота, правильні відповіді на запитання - 5 балів;
- вірне виконання, оформлення з незначними недоліками, відповіді з незначними неточностями- 4 бали;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки, відповіді з незначними неточностями - 3 бали;
- робота не виконана, або робота виконана, але відповіді на запитання не правильні - 0 балів.

Шкала оцінювання модульної контрольної роботи:

- повністю вірне виконання завдання - 15 балів;
- вірне виконання завдання з незначними неточностями – 12-14 балів;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 9-11 балів;
- завдання не виконано - 0 балів.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менш ніж 15 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 20 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 30 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 45 балів).

Семестровий контроль: екзамен.

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Екзамен	1	40	40

Умови допуску до семестрового контролю: виконання та захист усіх комп'ютерних практикумів, позитивна оцінка з модульної контрольної роботи (не менше 9 балів), семестровий рейтинг не менше, ніж 36 балів.

Складова семестрового контролю складає 40 балів.

Екзаменаційний білет містить 4 питання теоретичного та практичного характеру.

Кожне питання в білеті оцінюється у 10 балів відповідно до системи оцінювання:

- повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації)/повне безпомилкове розв'язання практичного завдання – 10 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності)/повне розв'язання практичного завдання з несуттєвими неточностями –8-9 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)/практичне завдання виконане з певними недоліками – 6-7 балів;
- незадовільна або відсутня відповідь/практичне завдання не виконано або виконано неправильно – 0 балів.

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)

У рамках опанування освітнього компонента 2 дисципліни: «Теорія автоматичного керування. Частина 2. Оптимальні та цифрові системи» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: д.т.н., проф. Бурау Надією Іванівною

к.т.н. Мураховським Сергієм Анатолійовичем

к.т.н., доц. Півторак Діаною Олександрівною

Ухвалено кафедрою КІОНС (протокол № 14 від 06.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)