



СУЧАСНА ТЕОРІЯ УПРАВЛІННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кр. (120 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / поточний контроль
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Мураховський Сергій Анатолійович, serge.murakhovsky@gmail.com Практичні : к.т.н., Мураховський Сергій Анатолійович, serge.murakhovsky@gmail.com
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Освітній компонент «Сучасна теорія управління» забезпечує підготовку магістрів спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» в галузі аналізу та синтезу сучасних систем автоматизації, що застосовуються, зокрема, в приладобудуванні.

Метою освітнього компоненту є формування у студентів здатностей:

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;

СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

СК4. Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації.

¹В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.

Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

СК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

СК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

СК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу;

Основні завдання освітнього компоненту.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

PH05. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації;

PH07. Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації;

PH08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв

PH09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, а також при роботі за темою магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

- **Тема 1. Математичні моделі систем автоматичного управління.**

Математичні моделі систем автоматичного управління в просторі сигналів та в просторі станів. Особливості математичних моделей нелінійних об'єктів та систем автоматичного управління. Методи лінеаризації.

- **Тема 2. Основи теорії оптимальних систем.**

Постановка задачі оптимального керування. Критерії оптимізації. Класифікація задач оптимального керування. Математичні методи теорії оптимальних систем. Варіаційні методи. Рівняння Ейлера-Лагранжа.

- **Тема 3. Синтез оптимальних систем**

Принцип максимуму Понтрягіна. Задача оптимальної швидкодії. Керованість, спостережуваність та відновлюваність об'єктів. Спостерігачі. Методи оптимального

оцінювання стану неперервних та дискретних систем. Фільтри Калмана-Бьюсі. Лінійно-квадратичні регулятори.

- **Тема 4. Адаптивні системи керування**

Адаптивні системи з еталонною моделлю замкненої системи. Системи з програмною зміною параметрів регулятора Адаптивні системи стабілізації основного контура без ідентифікації об'єкта керування. Адаптивні системи з ідентифікацією об'єкта.

- **Тема 5. Робастні системи керування**

Поняття про робастні системи автоматичного управління. Аналіз робастності. Постановка задачі синтезу робастних систем. Основні технології синтезу робастних регуляторів. Робастні системи, побудовані за критерієм H^∞ . Аналіз стійкості та чутливості.

- **Тема 6. Системи екстремального керування**

Поняття про екстремальне регулювання. Методи визначення екстремуму однопараметричних об'єктів. Алгоритми екстремального керування однопараметричними і багатопараметричними об'єктами. Екстремальне керування в умовах перешкод.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Сучасна теорія керування: навч. посіб. / І.В. Новицький, С.А. Ус, м-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 263 с.
2. Сучасна теорія управління: практикум / С.А. Мураховський, – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 54 с.
3. Теорія автоматичного керування. Методологія та практика оптимізації : навчальний посібник / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 210 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття та самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

1. Загальна характеристика курсу. Характеристика сучасного стану розвитку автоматичних систем. Математичні моделі систем автоматичного управління. Методи лінеаризації.
2. Постановка задачі оптимального керування. Критерії оптимізації. Класифікація задач оптимального керування.
3. Математичні методи теорії оптимальних систем. Теорія ймовірності, спектральний та кореляційний аналіз.
4. Математичні методи теорії оптимальних систем. Варіаційні методи. Рівняння Ейлера – Лагранжа.
5. Принцип максимуму Понтрягіна. Задача максимальної швидкодії. Синтез оптимальних систем на основі принципу максимуму.
6. Метод динамічного програмування. Аналітичне конструювання регулятора. Синтез оптимальних систем на основі динамічного програмування.
7. Керованість, спостережуваність та відновлюваність об'єктів.
8. Синтез модального регулятора. Умова повної керованості.

9. Синтез спостережувачів. Умова повної спостережуваності.

10. Синтез стохастичних оптимальних систем керування. Фізичний зміст оптимального керування за неповної інформації про стан об'єкту. Фільтри Калмана-Бьюсі.

11. Системи з адаптацією за завадою. Адаптивні системи з еталонною моделлю замкненої системи. Системи з програмною зміною параметрів регулятора

12. Адаптивні системи стабілізації основного контура без ідентифікації об'єкта керування

13. Адаптивні системи з ідентифікацією об'єкта. Системи з моделлю об'єкта, що уточнюється в процесі роботи.

14. Поняття про робастні системи автоматичного управління. Аналіз робастності. Системи з невизначеними параметрами.

15. Постановка задачі синтезу робастних систем. Основні технології синтезу робастних регуляторів

16. Робастні системи, побудовані за критерієм H^∞ . Аналіз стійкості та чутливості.

17. Поняття про екстремальне регулювання. Методи визначення екстремуму однопараметричних об'єктів.

18. Алгоритми екстремального керування однопараметричними і багатопараметричними об'єктами. Екстремальне керування в умовах перешкод.

Практичні заняття:

1. Моделювання систем автоматичного управління на основі рівнянь динаміки в формі простору станів. (4 години)
2. Синтез модального регулятора. (2 години)
3. Синтез спостережувача. (2 години)
4. Синтез оптимального фільтру Калмана. (4 години)
5. Синтез оптимального керування за заданим критерієм. (2 години)
6. Синтез робастного регулятора за критерієм H^∞ . (2 години)
7. Модульна контрольна робота. (2 години)

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На самостійну роботу студентів виділяється 66 годин, з яких 30 годин - на підготовку до екзамену і 36 годин на опрацювання матеріалів лекцій 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:** Zoom (посилання на конференцію) <https://us04web.zoom.us/j/76447029037?pwd=QXRSQ0gvOHdUSjAxVHdlZ0p2RHFuZz09>;
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;
 - дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - 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 контролі 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;
- **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 контролі 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)

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	виконання індивідуальних завдань на практичних заняттях (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	9	5	45
2	Виконання модульної контрольної роботи	1	15	15

(відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)			
Усього:			60

Шкала оцінювання індивідуальних завдань:

- повністю вірно виконання завдання - 5 балів;
- вірно виконання завдання з незначними неточностями - 4 бали;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки - 3 бали;
- завдання не виконано - 0 балів.

Шкала оцінювання модульної контрольної роботи:

- повністю вірно виконання завдання - 15 балів;
- вірно 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 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

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

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 36 балів.

На екзамені студенти виконують екзаменаційну роботу, яка складається з двох запитань теоретичного та практичного характеру. У цілому студент може отримати 40 балів (20 балів за кожне питання):

- незадовільна відповідь (менше 60% необхідної інформації, принципові помилки, або відповідь відсутня) - 0 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)- 12- 14 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або є незначні неточності)- 15-18 балів;
- повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 19-20 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 дисципліни «Сучасна теорія управління» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри комп'ютерно інтегрованих оптичних та навігаційних систем, к.т.н., Мураховським Сергієм Анатолійовичем

Ухвалено кафедрою комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем (протокол № 7 від 06.07.2022 року)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету² (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)

²Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.