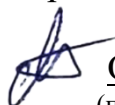


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньо-наукової програми



Олександр ЗАБОЛОТНИЙ
(підпис) (ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

« 29 » серпня 2025 р.

**СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Оптимальне керування технологічними процесами

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка


Освітня програма: Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: завідувач каф.305, д.тех.н., професор Роман ТРИЩ
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри (№305)
мехатроніки та електротехніки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Роман ТРИЩ
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студент гр. G7-303-1



(підпис)

Роман ЛАВРІНЕНКО
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Загальна інформація про викладача

Фото	ПІБ: Тріщ Роман Михайлович
	Посада: завідувач кафедри мехатроніки та електротехніки
	Науковий ступінь: доктор технічних наук
	Вчене звання: професор
Напрями наукових досліджень:	Перелік дисциплін, які викладає: <ol style="list-style-type: none">1. <i>Інформаційні методи оцінювання якості,</i>2. <i>НДР магістра</i>
	<i>кваліметрія; метрологія; статистичні методи контролю якості; оцінка ризиків продуктів, процесів, систем; міжнародні стандарти систем управління якістю.</i>

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна, заочна
Семестр	1
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 86); <u>заочна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (8 аудиторних, з яких: лекції – 4, практичні – 4; СРЗ – 142)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні (семінарські), самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – формування у здобувачів знань, навичок та умінь, необхідних для виконання науково-дослідних робіт щодо створення оптимальних систем керування технологічними процесами на базі сучасних та перспективних інформаційних технологій.

Завдання: здатність обирати методи оптимізації та синтезувати алгоритми оптимального керування технологічними процесами; застосовувати сучасні методи розробки технічного, інформаційного та алгоритмічного забезпечення оптимальних систем керування технологічними процесами.

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні компетентності (СК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, керування складними організаційно-технічними чи кіберфізичними системами та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях.
- Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності.
- Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та міждисциплінарні проекти у суміжних галузях, проявляти лідерство під час їх реалізації.
- Здатність створювати новітні системи автоматизації, комп'ютерно-інтегровані технології, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне,

програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних технологій, інструментів та компонентів.

- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

- Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

Програмні результати навчання (РН):

- Мати передові концептуальні та методологічні знання з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та з дотичних міждисциплінарних напрямів, розуміти методологію наукових досліджень. Уміти застосовувати їх у власних дослідженнях, скерованих на отримання нових знань та/або здійснення інновацій, та у викладацькій практиці.

- Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів автоматизації, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних розробок у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та дотичних міждисциплінарних напрямках.

- Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих комплексів та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних, програмних засобів та з дотриманням норм академічної і професійної етики. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

- Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, які дають змогу переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику з врахуванням економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. Забезпечувати захист інтелектуальної власності.

- Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів.

- Застосовувати сучасні цифрові технології, мікропроцесорні засоби, мехатронні компоненти, спеціалізоване програмне забезпечення, для створення новітніх систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх технічного, інформаційного, математичного, програмного та організаційного забезпечення.

- Розуміти загальні принципи та методи автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та у викладацькій практиці.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Автоматизація та моделювання технологічних процесів

Тема 1. Управління технологічними процесами

Стисла анотація. Розглядаються основні поняття управління технологічними процесами, структура систем керування, функції оператора та автоматизованих засобів. Аналізуються вимоги до якості керування, стійкості, точності та швидкодії. Висвітлюються фактори, що визначають рівень автоматизації виробництва, та роль систем керування у сучасних технологічних комплексах.

Теми практичних занять. Аналіз структури систем керування реального технологічного об'єкта.

Самостійна робота. Підготовка огляду сучасних систем автоматизації у вибраній галузі.

Тема 2. Автоматичний контроль технологічних параметрів

Стисла анотація. Вивчаються основи вимірювання технологічних параметрів, забезпечення єдності вимірювань та метрологічні характеристики засобів вимірювань. Розглядається структура систем автоматичного контролю, первинні перетворювачі, датчики, вимірювальні канали.

Теми практичних занять. Побудова структурної схеми системи автоматичного контролю.

Самостійна робота. Аналіз метрологічних характеристик датчиків технологічних параметрів.

Тема 3. Системи автоматичного регулювання

Стисла анотація. Розглядаються функціональні та структурні схеми САР, типи регуляторів, класифікація систем регулювання. Аналізуються статичні та динамічні характеристики об'єктів керування, параметри настроювання регуляторів і показники якості перехідних процесів.

Теми практичних занять. Розрахунок параметрів регулятора для заданого об'єкта.

Самостійна робота. Дослідження впливу параметрів регулятора на якість перехідного процесу.

Тема 4. Математичні моделі технологічних об'єктів

Стисла анотація. Розглядаються методи математичного моделювання технологічних процесів, передавальні функції, моделі стану, ідентифікація параметрів. Висвітлюється роль моделей у синтезі систем керування.

Теми практичних занять. Ідентифікація моделі технологічного об'єкта за експериментальними даними.

Самостійна робота. Побудова моделі об'єкта керування у просторі станів.

Тема 5. Цифрові системи керування

Стисла анотація. Розглядаються дискретні системи керування, цифрові регулятори, дискретизація та квантування сигналів. Аналізуються особливості цифрової реалізації алгоритмів керування.

Теми практичних занять. Синтез цифрового ПД-регулятора.

Самостійна робота. Порівняння аналогових і цифрових систем керування.

Тема 6. SCADA-системи та промислові контролери

Стисла анотація. Вивчається структура АСУТП, роль PLC і SCADA-систем. Аналізуються інформаційні потоки, протоколи зв'язку, архітектура промислових систем керування.

Теми практичних занять. Розробка функціональної схеми АСУТП.

Самостійна робота. Аналіз сучасних SCADA-платформ.

Тема 7. Якість та ефективність керування

Стисла анотація. Розглядаються показники якості керування: точність, швидкодія, перерегулювання, енергетична ефективність. Аналізуються критерії ефективності автоматизованих систем.

Теми практичних занять. Оцінювання якості перехідних процесів.

Самостійна робота. Порівняння критеріїв якості керування.

Тема 8. Підготовка до оптимізації систем керування

Стисла анотація. Узагальнюються підходи до аналізу та синтезу систем керування як основи для подальшої оптимізації. Розглядаються типові задачі оптимізації у технологічних процесах.

Теми практичних занять. Формування задачі оптимізації для технологічного об'єкта.

Самостійна робота. Підготовка моделі об'єкта до задачі оптимального керування.

Модульний контроль 1

МОДУЛЬ 2

Змістовний модуль 2. Оптимальне керування технологічними процесами

Тема 9. Загальні поняття оптимального керування

Стисла анотація. Розглядаються критерії оптимальності, постановка задач оптимального керування, обмеження та типи задач оптимізації. Аналізуються вимоги до оптимального керування технологічними процесами.

Практичні заняття. Формування критерію оптимальності.

Самостійна робота. Аналіз прикладів оптимальних систем.

Тема 10. Варіаційне числення в задачах оптимального керування

Стисла анотація. Вивчаються основи варіаційного числення, рівняння Ейлера–Лагранжа, застосування до задач синтезу оптимальних систем керування.

Практичні заняття. Розв’язання варіаційної задачі оптимізації.

Самостійна робота. Побудова функціонала якості.

Тема 11. Принцип максимуму Понтрягіна

Стисла анотація. Розглядається принцип максимуму, гамільтоніан, спряжені змінні. Синтез систем, оптимальних за швидкодією та енергоспоживанням.

Практичні заняття. Синтез оптимального керування за принципом максимуму.

Самостійна робота. Аналіз задачі швидкодійного керування.

Тема 12. Динамічне програмування Беллмана

Стисла анотація. Вивчається метод динамічного програмування, рівняння Беллмана, оптимальні стратегії керування.

Практичні заняття. Розв’язання задачі оптимального керування методом Беллмана.

Самостійна робота. Побудова функції цінності.

Тема 13. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів

Стисла анотація. Розглядається метод аналітичного конструювання регуляторів, квадратичні критерії якості, рівняння Ріккати.

Практичні заняття. Розв’язання рівняння Ріккати.

Самостійна робота. Синтез оптимального регулятора.

Тема 14. Оптимальні цифрові системи керування

Стисла анотація. Аналізуються дискретні оптимальні системи, цифрові алгоритми оптимального керування, адаптивні регулятори.

Практичні заняття. Синтез цифрової оптимальної системи.

Самостійна робота. Моделювання оптимального керування.

Тема 15. Адаптивне та робастне оптимальне керування

Стисла анотація. Розглядаються адаптивні системи, робастне керування, невизначеність параметрів і зовнішні збурення.

Практичні заняття. Аналіз робастності системи.

Самостійна робота. Дослідження впливу невизначеності.

Тема 16. Застосування оптимального керування у технологічних процесах

Стисла анотація. Розглядаються приклади оптимального керування у енергетиці, машинобудуванні, хімічних і виробничих процесах. Узагальнення курсу.

Практичні заняття. Розв'язання комплексної задачі оптимального керування.

Самостійна робота. Параметричний синтез систем оптимального керування.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено

6. Методи навчання

Освітні технології (проблемне навчання, аудіо-візуальні технології, технологія студентоцентрованого навчання тощо).

У залежності від виду занять використовуються наступні методи:

– на лекціях – різні види бесід, розповідь, пояснювально-ілюстративний метод, метод проблемного викладу, ілюстрація, проблемні запитання, мультимедійні презентації;

– на практичних заняттях – тестування, навчальні тренінги, виконання практичних вправ репродуктивного та творчого характеру, організації роботи у малих групах;

– у ході самостійної пізнавальної діяльності – вивчення навчальної та наукової літератури, використання довідникових джерел, відбір матеріалу, його аналіз, систематизація, класифікація, конспектування, виконання вправ, пошук відповідей на запитання.

7. Методи контролю

Проведення аудиторних занять (лекцій та практичних занять), індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою, та індивідуальним завданням.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...5	8	0...40
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			

Виконання і захист практичних робіт	0...5	8	0...40
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль - іспит проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань та задачі. Максимальна кількість балів за одне теоретичне запитання – 30 балів. Максимальна кількість балів за практичне завдання – 40 балів.

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60–74): Мати базовий рівень знань і навичок. Виконати практичні та домашні завдання на достатньому рівні.

Добре (75–89): Володіти ґрунтовними базовими знаннями і навичками. Успішно виконати всі завдання на високому рівні. Продемонструвати вміння виконувати й захищати практичні роботи вчасно, з аргументованими поясненнями прийнятих рішень і запропонованих заходів.

Відмінно (90–100): Виконати всі контрольні завдання з оцінкою «відмінно». Володіти досконалими знаннями всіх тем і вміти впевнено застосовувати їх на практиці.

9. Політика навчального курсу

Всі учасники освітнього процесу повинні дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених «Кодексом етичної поведінки», «Кодексом академічної доброчесності» ХАІ та виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність.

Виявлення ознак академічної недоброчесності регламентуються Статутом ХАІ, «Кодексом академічної доброчесності», Положенням «Про академічну доброчесність» та ін. нормативними та законодавчими документами.

Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, куратором групи, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома керівництва університету, студентського самоврядування / омбудсмена.

Вирішення конфліктних ситуацій, що виникають, регламентуються Положенням «Про комісію з академічної доброчесності» та ін. нормативними та законодавчими документами.

Пропущені на протязі семестру заняття та невиконані завдання відпрацьовуються здобувачами під час самотійної роботи. Захист завдань здійснюється протягом занять або щотижневих консультаціях викладача.

Завдання, які видаються здобувачу є унікальними та ґрунтуються виключно на навчально-методичних матеріалах, розроблених викладачем.

Нормативно-правове забезпечення норм академічної етики, політики курсу та впровадження принципів академічної доброчесності ХАІ розміщено на сайті: <https://education.khai.edu/normative/>

10. Методичне забезпечення

1. Дистанційна освіта НАУ ХАІ. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/enrol/index.php?id=8650>

11. Рекомендована література

Базова

1. Соколов С.В. Оптимальні та адаптивні системи : навч. посіб. Суми : Сумський державний університет, 2018. 221 с. ISBN 978-966-657-725-5
2. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: підручник. Дніпро: НГУ, 2020. 320 с.
3. Штаєр, Л. О. Оптимальні та адаптивні системи : конспект лекцій / Л. О. Штаєр. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. - 52 с.
4. Фірсов, С. М. Спеціальні розділи теорії автоматичного керування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для самот. роботи / С. М. Фірсов, С. Б. Кочук, Ю. В. Білоконська. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 134 с.

Допоміжна

1. Хобін В.А., Левінський М.В. Адаптивне керування об'єктами технологічного типу: алгоритми пасивного самоналагодження коефіцієнта передачі регуляторів : монографія. Одеса : Гельветика, 2019. 228 с.: табл., рис. Бібліогр.: с. 185-194. ISBN 978-966-916-717-0.

12. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України ім. В.І.Вернадського URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Науково-технічна бібліотека Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» <https://library.khai.edu/>
3. Цифровий репозитарій наукових та освітніх матеріалів Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» <https://dspace.library.khai.edu/xmlui/?locale-attribute=uk>