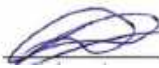


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2

 **Д.М. Кравчук**
(ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

« 29 » серпня 2025 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретичні основи автоматики

Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальність: 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

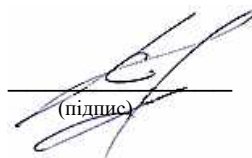
Освітня програма: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків – 2025 р.

Розробник: доцент каф. №305, к.т.н., доцент Сергій КОЧУК


(підпис)

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

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

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


(підпис)

Роман ТРИЩ
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студент гр. 349


(підпис)

Микола ТОДОРОВ
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача

	ПІБ: Кочук Сергій Борисович
	Посада: доцент кафедри мехатроніки та електротехніки
	Науковий ступінь: к. т. н.
	Вчене звання: доцент
	Перелік дисциплін, які викладає: «Основи автоматики технологічних процесів», «Теоретичні основи автоматики», «Ідентифікація і моделювання об'єктів автоматизації», «Методи проектування та моделювання безпілотних систем», «Основи мехатронних системи», «Мехатронні системи», «Безпілотні системи».
	Напрями наукових досліджень: алгоритмічне забезпечення інтелектуальних систем керування динамічними об'єктами, проектування БПЛА та їх систем керування.

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>денна, заочна</i>
Семестр	2 – гр. ст; 4 – за 4-хрічним терм. навчання
Мова викладання	українська
Тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (72 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 16; лабораторні – 24; СРЗ – 78); <u>заочна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (10 аудиторних, з яких: лекції – 2, практичні – 4; лабораторні – 4; СРЗ – 140)
Види навчальної діяльності	лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – модульний контроль, іспит
Пререквізити	вища математика, алгоритмізація та програмування, фізика, технічна механіка, електротехніка, методи обчислень та комп'ютерного моделювання

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

Мета вивчення: знання теоретичних основ побудови та розробки сучасних систем автоматичного керування (САК); засвоєння основних методів математичного опису, аналізу і синтезу САК комп'ютерно-інтегрованими технологічними процесами.

Завдання: отримання навичок формування структури САК, розробки функціональних і структурних схем, побудови математичних моделей функціональних елементів, вирішення задач аналізу та синтезу системи, експериментального дослідження функціональних властивостей системи.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі інженерії, виробництва та будівництва або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Загальні та спеціальні компетентності:

- здатність застосовувати знання попередніх дисциплін для розуміння та аналізу процесів в САК (ЗК01, ЗК05, ФК1, ФК2, ФК3);
- знання принципів побудови й основних характеристик елементів САК технологічними процесами (ЗК05, ФК2, ФК5);
- здатність використовувати методи математичного описування сигналів, елементів САК та систем управління в часовій та частотній областях (ЗК01, ЗК04, ФК3, ФК4, ФК14);
- здатність використовувати методи аналізу стійкості лінеаризованих і нелінійних безперервних САК (ЗК01, ЗК04, ЗК05, ФК3, ФК4);
- здатність застосовувати методи аналізу якості та точності керування лінійних безперервних САК (ЗК01, ЗК04, ЗК05, ФК3, ФК4);
- здатність застосовувати методи розробки функціональних та структурних схем САК (ЗК05, ФК3, ФК4, ФК5, ФК6, ФК9, ФК14);
- здатність застосовувати методи корекції та синтезу САК (ЗК01, ЗК04, ЗК05, ФК3, ФК4, ФК6, ФК9, ФК14).

Програмні результати навчання:

- розуміти суть процесів в об'єктах автоматизації, вміти проводити їх аналіз і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними (ПРН01, ПРН04, ПРН05, ПРН08);
- вміти виконувати вербальний, графічний і математичний опис сигналів, елементів та систем керування в часовій і частотній областях (ПРН03, ПРН04, ПРН05, ПРН08, ПРН13);
- вміти оцінювати стійкість, якість та точність безперервних САК за допомогою сучасних методів (ПРН03, ПРН04, ПРН05, ПРН13, ПРН18);
- вміти корегувати та синтезувати САК технологічними процесами (ПРН03, ПРН04, ПРН05, ПРН09, ПРН13, ПРН18).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Лінійні САК

Теми лекційних занять:

Тема 1. Вступ до дисципліни «Спеціальні розділи ТАУ».

Предмет і задачі дисципліни. Призначення САК. Основні поняття теорії автоматичного керування. Об'єкти управління. Приклади САК.

Тема 2. Математичний опис сигналів, елементів САК і систем у часовій та частотній областях.

Фундаментальні принципи управління: за задаючою дією за збурюючою дією, за відхиленням. Комбіноване управління. Типові закони управління: релейний, пропорційний, пропорційно-інтегральний, пропорційно-диференціальний та пропорційно-інтегрально-диференціальний закони управління. Типова структура САК. Основні функціональні елементи САК. Застосування перетворення Лапласа. Передаточні функції, статичні та динамічні характеристики САК. Типові ланки САК та їх динамічні характеристики. Перетворення структурних схем САК. Математичний опис САК у вигляді рівняння вхід-вихід (метод простору станів). Векторно-матрична структурна схема.

Тема 3. Стійкість безперервних САК.

Стійкість САК. Поняття стійкості САК за О.М. Ляпуновим. Алгебраїчні критерії стійкості. Оцінювання стійкості. Оцінювання стійкості лінійних безперервних САК за коренями характеристичного рівняння. Оцінювання стійкості САК за критеріями Е. Рауса, А. Гурвиця. Частотні критерії стійкості, критерій Г. Найквіста. Логарифмічний критерій стійкості.

Тема 4. Аналіз та синтез безперервних лінійних САК.

Оцінка якості управління. Оцінка якості управління за перехідними характеристиками. Аналіз якості управління за частотними характеристиками. Усталені значення вихідного сигналу та похибки. Показник коливальності. Полоса пропускання. Частота резонансу. Запаси стійкості за амплітудою і за фазою. Ступінь стійкості. Аналіз точності САК в сталому режимі при ступеневих, гармонічних та випадкових вхідних діях. Аналіз точності і якості управління за інтегральними оцінками. Методи забезпечення потрібної точності (порядку астатизму) САК. Корекція та синтез систем управління.

Теми практичних занять:

Тема 1. Устрій та принцип роботи сервоприводу.

Тема 2. Типові динамічні ланки. Перетворення структурних схем. Система стабілізації швидкості обертання двигуна постійного струму.

Тема 3. Стійкість лінійних систем.

Тема 4. Оцінка точності САК. Синтез послідовного корегуючого пристрою.

Теми лабораторних занять:

Тема 2, 3. Введення в середовище програмування Simulink MatLab. Експери-

ментальне дослідження статичних та динамічних характеристик об'єктів керування. Експериментальне дослідження замкненої САК. Дослідження статичних та динамічних характеристик сервоприводу.

Тема 4. Синтез ПІ-регулятора безконтактного двигуна постійного струму.

Теми, види робіт, що на належать до самостійної роботи: аналіз розвитку автоматики, математичний опис елементарних динамічних ланок, методика побудови частотних характеристик САК, стійкість систем енергетиці.

Модульний контроль 1

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Нелінійні САК

Теми лекційних занять

Тема 5. Нелінійні системи та їх аналіз.

Особливості нелінійних систем. Види нелінійностей. Правила перетворення структурних схем нелінійних САК. Оцінювання стійкості нелінійних САК: методи О.М. Ляпунова, метод В.М. Попова. Гармонічна лінеаризація нелінійних САК.

Теми практичних занять:

Тема 5. Приклади моделей безпілотних систем.

Теми лабораторних занять:

Тема 5. Дослідження математичних моделей руху БПЛА.

Теми, види робіт, що на належать до самостійної роботи: нелінійні елементи в технологічних процесах.

Модульний контроль 2

Модуль 3

Змістовий модуль 3. Дискретні САК

Теми лекційних занять

Тема 6. Математичний опис дискретних елементів САК.

Функціональна схема цифрової САК (ЦСАК). Математичний опис процесів квантування і імпульсної модуляції безперервних сигналів. Гратчасті функції та операції над ними. Дискретні перетворення Лапласа і Фур'є. Z-перетворення гратчастих функцій. Теорема В.О. Котельникова. Частотні характеристики фіксатора. Передаточні функції цифрового регулятора та імпульсного фільтра. Передаточні функції з'єднань дискретних систем. Рівняння стану і виходу цифрової САК. Векторно-матрична структурна схема.

Тема 7. Стійкість лінійних цифрових САК.

Стійкість лінійних ЦСАК. Оцінювання стійкості лінійних ЦСАК: за коренями характеристичного рівняння, за аналогом критерію Гурвиця, за критерієм

Михайлова, логарифмічний критерій. Рекурентний метод побудови перехідної характеристики ЦСАК.

Тема 8. Аналіз та синтез дискретних САК.

Аналіз якості управління ЦСАК. Оцінювання точності, швидкодії, перерегулювання, запасів стійкості за амплітудою і за фазою. Аналіз точності ЦСАК в сталому режимі при степеневих, лінійних та квадратичних входних діях. Методи корекції ЦСАК. Синтез послідовного цифрового коригуючого пристрою за допомогою білінійного перетворення. Вибір періоду квантування T_0 .

Теми практичних занять:

Тема 6. Математичне описування дискретних елементів в часовій та частотній областях. Передаточні функції ЦСАК.

Тема 7. Оцінювання стійкості цифрових САК.

Тема 8. Оцінювання точності цифрових САК.

Теми лабораторних занять:

Тема 6. Експериментальне дослідження замкненої цифрової САК.

Тема 7. Експериментальне дослідження впливу величини періоду квантування на стійкість цифрових САК.

Теми, види робіт, що на належать до самостійної роботи: амплитудно-та широтноімпульсна модуляція безперервних сигналів в цифрових САК, опис ЦСАК дискретними рівняннями вхід-вихід.

Модульний контроль 3

Модуль 4

Змістовий модуль 4. Сучасні САК

Теми лекційних занять

Тема 9. Оптимальні системи керування.

Загальні поняття оптимального управління. Критерії оптимальності. Постановка задачі оптимального управління. Типи задач оптимізації. Приклади оптимальних систем. Основні поняття варіаційного числення. Принцип максимуму Понтрягіна. Диференційне рівняння Беллмана, метод динамічного програмування. Постановка задачі аналітичного конструювання. Оптимальне керування з квадратичним критерієм якості.

Тема 10. Адаптивні та інтелектуальні САК.

Поняття адаптивного управління. Формування задачі адаптивного управління. Принципи побудови адаптивних САК. Структура адаптивної САК. Екстремальні та САК зі змінною структурою, безпошукові САК. Інтелектуальні САК. Нечіткі регулятори.

Теми практичних занять:

Тема 9. Приклади синтезу оптимальної САК.

Тема 10. Адаптивні, самоналагоджувальні системи та нечіткі регулятори.

Теми лабораторних занять:

Тема 9. Дослідження оптимальної системи кутової стабілізації БПЛА.

Тема 10. Дослідження системи кутової стабілізації БПЛА з нечітким регулятором.

Теми, види робіт, що на належать до самостійної роботи: оптимальні САК технологічними процесами, адаптивні (самоналагоджувальні) технологічні процеси.

Модульний контроль 4

5. Індивідуальні завдання

1. Розрахунково-графічна робота на тему «Синтез послідовного коригуючого пристрою САК»
2. Виконання розрахункової роботи на тему «Синтез ПД-регулятора цифрової САК»

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю вивчення дисципліни, письмових модульних контролів, захист лабораторних робіт, виконання розрахунково-графічної роботи, фінальний контроль у вигляді іспиту.

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			
Робота на лекціях	0...0,5	10	0...5
Виконання ПЗ і захист лабораторних робіт	2...4	6	12...24
Модульний контроль	3...6	1	3...6
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	1	0...0,5

Виконання ПЗ і захист лабораторних робіт	2...4	2	4...8
Модульний контроль	3...6	1	3...6
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	3	0...1,5
Виконання ПЗ і захист лабораторних робіт	2...4	4	8...16
Модульний контроль	3...6	1	3...6
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	2	0...1
Виконання ПЗ і захист лабораторних робіт	2...4	3	6...12
Модульний контроль	3...6	1	3...6
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з теоретичного запитання та двох практичних завдань. Максимальна кількість балів за одне теоретичне запитання – 40 балів. Максимальна кількість балів за практичне завдання – 30 балів.

При складанні семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Таблиця 8.2 – 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

Приклад 1

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні принципи побудови систем автоматичного керування;
- методи аналізу та синтезу САК;
- методи опису об'єктів керування в часової та частотної областях;

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- описувати й розраховувати САК;
- виконувати аналіз та синтез САК об'єктами різної фізичної природи.

Приклад 2

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно давати характеристику існуючим САК, принципам їх побудови. Описувати об'єкти автоматизації за допомогою передавальних функцій.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти аналізувати та оцінювати роботу САК, синтезувати алгоритми керування.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Пропущені на протязі семестру заняття та невиконані завдання відпрацьовуються здобувачами під час самостійної роботи. Захист завдань здійснюється на протязі занять або щотижневих консультацій викладача.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Силабус дисципліни «Теоретичні основи автоматики».
2. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» за спеціальністю G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» для підготовки магістрів. 2025р. <https://khai.edu/ua/education/osvitni-programi-i-komponenti-z-2025-roku/osvitni->

[programi-i-komponenti-dlya-magistriv/osvitno-profesijni-programi180/kompyuterno-integrovani-tehnologichni-procesi-i-virobnictva2/](https://www.khai.edu/course/view.php?id=4398)

3. Навчально-методичний комплекс дисципліни:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4398>

11. Рекомендована література

Базова

1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і дог. — К.: Либідь, 2007. — 656 с. - ISBN: 966-06-0447-5, ISBN13: 978-966-06-0447-6.
2. Гоголюк П.Ф. Теорія автоматичного керування: навч. посіб. / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. — 280 с. — ISBN: 978-966-553-725-0.
3. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. / А. О. Іванов. — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. — 250 с.
4. Фірсов С. М. Спеціальні розділи теорії автоматичного керування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для самост. 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.
5. Збірник задач із систем автоматичного управління / О. Г. Гордін, К. Ю. Дергачов, В. Г. Джулгаков та ін.; під заг. ред. А. С. Куліка, В. Ф. Симонова. — Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. — 206с.

Допоміжна

1. Ю.О. Бурчін Основи електронної автоматики: навч. посіб. / Бурчін Ю.О, Маренич С.Ю., Петренко М.М. — Харків: ХУПС, 2015
2. Кочук, С. Б. Ідентифікація об'єктів автоматизації [Електронний ресурс] : навч. посіб. до лаб. практикуму / С. Б. Кочук, А. О. Нікітін, Л. М. Лутай. — Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021.— 45 с.
3. Павлов А. В., Журавльов А. Ю. Нелінійні системи автоматичного управління: конспект лекцій / А. В. Павлов, А. Ю. Журавльов. — Суми: Видавництво Сумський держ. університет, 2019. — 76с.
4. Опорний конспект лекцій з дисципліни “Теорія автоматичного управління” для студентів ОКР «бакалавр», 6050201 – «Системна інженерія» / Укл.: Николайчук Я.М., Возна Н.Я.— Тернопіль: Гал-друк, 2015. — 59 с.

12. Інформаційні ресурси

Сайт університету: <https://www.khai.edu>.

Сайт кафедри <https://k305.khai.edu>

Сайт бібліотеки <https://library.khai.edu/>