

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Сергій ПАСІЧНИК
(ініціали та прізвище)

«26» серпня 2024 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

СТУПІНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ	<u>Бакалавр</u>
ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	<u>27 «Транспорт»</u>
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	<u>272 «Авіаційний транспорт»</u>
ОСВІТНЯ ПРОГРАМА	<u>Інтелектуальні транспортні системи</u>

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2024 року

Харків – 2024 р.

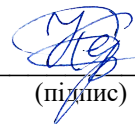
Розробник: професор каф. 301, доктор техн. наук Анатолій КУЛІК
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри (№ 301)
Системи управління літальних апаратів
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «26» серпня 2024 р.

Завідувач кафедри канд. техн. наук, с.н.с.
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(прізвище та ініціали)

Загальна інформація про викладача



ПІБ: Кулік Анатолій Степанович

Посада: професор кафедри Систем управління літальних апаратів

Науковий ступінь: доктор технічних наук

Перелік дисциплін, які викладає: теорія автоматичного управління; проектування автономних навігаційних систем (КП)

Напрям наукових досліджень: раціональне управління в умовах невизначеності

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Форма навчання	денна
Курс, семестр	3 курс, 5-6 семестри
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 11 кредитів ЄКТС / 330 годин (160 аудиторних, з яких: лекції – 64, практичні – 32, лабораторні – 64; самостійна робота – 170)
Види занять	лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота
Види контролю	проміжний контроль – модульний; підсумковий (семестровий) контроль – іспит (5 семестр), іспит (6 семестр)
Мова викладання	Українська
Анотація	Пререквізити: «Фізика», «Вища математика», «Вступ до фаху», «Електротехніка», «Технічна механіка», «Літальний апарат як об'єкт управління». Кореквізити: «Приводи авіаційних систем», «Методи обчислень та моделювання на ЕОМ», «Навігаційні прилади авіаційного транспорту». Постреквізити: «Системи управління об'єктами авіаційного транспорту», «Основи розробки інтелектуальних транспортних систем». Атестаційний екзамен.
Мета	Вивчення основних положень, теоретичних основ розробки сучасних систем автоматичного управління; сучасних принципів, схем та методів побудови систем управління об'єктами авіаційного транспорту, їх характеристик; практичне закріплення вивчених теоретичних основ розробки сучасних систем автоматичного управління; сучасних принципів, схем та методів побудови систем управління об'єктами авіаційного транспорту, їх характеристик.
Завдання	Отримання здобувачами навичок формування структури системи автоматичного управління об'єктами авіаційного транспорту, розробки функціональних і структурних схем, побудови математичних моделей функціональних елементів, вирішення задач аналізу та синтезу системи, експериментального дослідження функціональних властивостей системи; формування вимог для технічного проектування систем управління.
Методи навчання	Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних занять; індивідуальні консультації (за необхідності); самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), в тому числі виконання розрахункових робіт; словесні (пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія та ін.), наочні (ілюстрування, демонстрування).

Методи контролю	<i>Поточний контроль:</i> опитування на практичних заняттях; проведення письмових контрольних робіт з окремих розділів; захист лабораторних робіт; захист розрахункових робіт. <i>Модульний контроль:</i> складання модульного контролю. <i>Підсумковий контроль:</i> іспит (5 семестр), іспит (6 семестр).
-----------------	--

2. ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті опанування навчальної дисципліни здобувачі повинні набути такі програмні компетентності :		
Інтегральна		Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у сфері авіаційного транспорту або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні	ЗК3	навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
	ЗК4	здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
	ЗК7	здатність працювати автономно;
	ЗК9	здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
Фахові (спеціальні)	ФК2	здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкцій, параметрів та характеристик;
	ФК3	здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів;
	ФК10	здатність застосовувати методи та засоби технічних вимірювань, технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи при технічному діагностуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів;
	ФК11	здатність застосовувати сучасні програмні засоби для розробки проектно-конструкторської та технологічної документації зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів;
	ФК17	здатність застосовувати знання математики і фізики в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем і приладів авіаційної техніки;
	ФК20	здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань аналізу та синтезу систем управління об'єктами авіаційної техніки, програмувати та використо-

		увати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач проектування систем і приладів авіаційної техніки.
Перелік очікуваних результатів навчання після опанування здобувачами навчальної дисципліни:		
Програмні результати навчання	ПРН3	застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту;
	ПРН11	аналізувати побудову і функціонування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, елементів, фактори, що впливають на їхні характеристики та параметри;
	ПРН12	визначати параметри об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів шляхом проведення вимірювального експерименту з оцінкою його результатів;
	ПРН19	здійснювати технічне діагностування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів, використовуючи ефективні засоби, відповідні технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи;
	ПРН20	розробляти проектно-конструкторську та технологічну документацію зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів, використовуючи спеціалізовані сучасні програмні засоби;
	ПРН26	використовувати професійно-орієнтовані знання з математики, фізики, електротехніки, електроніки, обчислювальної техніки і програмування при проектуванні підсистем і приладів для об'єктів авіаційного транспорту;
	ПРН27	виконувати аналіз і комп'ютерне моделювання підсистем і приладів об'єктів авіаційної техніки, синтез систем управління та вибір технічних засобів їх реалізації, використовуючи професійний математичний апарат та комп'ютерно-інтегровані технології і відповідні програмні середовища.

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1

Принцип управління за задавальним впливом

Теми лекційних занять:

Тема 1. Вступ до дисципліни «Теорія автоматичного управління».

Тема 2. Стабілізація фізичних величин.

Тема 3. Моделі електродвигунів серії СЛ.

Тема 4. Експериментальне визначення параметрів передавальних функцій ОАС.

Тема 5. Вибір виконавчих органів.

Теми практичних занять:

Тема 1. Графічна лінеаризація статичних характеристик ОАС.

Тема 2. Розрахунковий вибір виконавчого елементу.

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Експериментальне дослідження принципу управління за задавальним впливом.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт; підготовка звітів до лабораторних робіт; підготовка відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 2

Принцип управління за збурювальним впливом

Теми лекційних занять:

Тема 1. Використання принципу управління за збурювальним впливом для вирішення задачі стабілізації.

Тема 2. Формування структури САС та визначення параметрів ПАС.

Тема 3. Визначення параметрів передавальних функцій електродвигуна.

Тема 4. Побудова перехідних процесів САС.

Тема 5. Частотні характеристики. Основні положення.

Теми практичних занять:

Тема 1. Перетворення структурних схем САС.

Тема 2. Розрахунок перехідних характеристик САС.

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Експериментальне дослідження принципу управління за збурювальним впливом.

Тема 2. Експериментальне дослідження принципу управління за відхиленням.

Індивідуальні завдання

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання «Система автоматичної стабілізації робочого механізму».

Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт. Здобувачам також рекомендуються додаткові матеріали (статті) для самостійного вивчення та аналізу. Термін видачі завдання – дев'ятий тиждень семестру.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт; підготовка звітів до лабораторних робіт; підготовка відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульного та семестрового контролю.

Змістовний модуль 3

Принцип управління за відхиленням

Теми лекційних занять:

Тема 1. Використання принципу автоматичного управління за відхиленням для вирішення завдання стабілізації.

Тема 2. Функціональні і структурні схеми замкнутої САС.

Тема 3. Лінеаризовані математичні моделі ОАС.

Тема 4. Загальні відомості про стійкість замкнутих САУ.

Тема 5. Критерії стійкості.

Тема 6. Показники якості систем автоматичної стабілізації.

Тема 7. Типові конфігурації перетворювального елемента САС.

Тема 8. Елементарні динамічні ланки.

Тема 9. Сучасні та перспективні підходи до проектування систем автоматичної стабілізації.

Тема 10. Класифікація систем автоматичної стабілізації.

Тема 11. Аналіз ресурсних можливостей проектування систем автоматичної стабілізації.

Тема 12. Стабілізація кутових положень нетрадиційних літальних апаратів.

Тема 13. Актуальні напрями розвитку теорії автоматичного управління.

Теми практичних занять:

Тема 1. Розрахунок частотних характеристик САС.

Тема 2. Оцінювання стійкості замкнутої САС.

Тема 3. Оцінювання якості замкнутої САС.

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Експериментальне дослідження частотних характеристик розімкненої САС.

Тема 2. Експериментальне дослідження замкнутої САС з перетворювальним елементом ПІД-типу.

Тема 3. Експериментальне дослідження замкнутої САС з коригуючим зворотним зв'язком.

Самостійна робота:

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт; підготовка звітів до лабораторних робіт;

підготовка відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 4. Позиціонування фізичних величин

Теми лекційних занять:

Тема 1. Позиціонування фізичних величин.

Тема 2. Використання принципу управління за задавальним впливом для вирішення завдання позиціонування.

Тема 3. Простір станів.

Теми практичних занять:

Тема 1. Графічна лінеаризація статичних характеристик ОАП.

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Експериментальне дослідження принципу управління за задавальним впливом.

Самостійна робота:

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт; підготовка звітів до лабораторних робіт; підготовка відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 5 Корекція САП

Теми лекційних занять:

Тема 1. Використання принципу управління за збуренням для вирішення завдання позиціонування.

Тема 2. Використання принципу управління за відхиленням для вирішення задачі позиціонування.

Тема 3. Загальні відомості про стійкість замкнутих САП.

Тема 4. Критерії стійкості.

Тема 5. Корекція функціональних властивостей системи.

Тема 6. Елементарні динамічні ланки.

Тема 7. Коригуючі пристрої.

Тема 8. Синтез послідовних коригуючих пристроїв.

Тема 9. Метод кореневого годографа.

Тема 10. Типові конфігурації перетворювального елемента САП.

Теми практичних занять:

Тема 1. Розрахунок часових характеристик САП.

Тема 2. Оцінювання стійкості замкненої САП.

Тема 3. Синтез САП методом логарифмічних амплітудно-частотних характеристик.

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Експериментальне дослідження принципу управління за збурюючим впливом.

Тема 2. Експериментальне дослідження принципу управління за відхиленням.

Тема 3. Експериментальне дослідження замкненої САП з перетворювальним елементом ПІД-типу.

Тема 4. Експериментальне дослідження замкненої САП з коригуючим зворотним зв'язком.

Індивідуальні завдання

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання «Система автоматичного позиціонування робочого механізму».

Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт. Здобувачам також рекомендуються додаткові матеріали (статті) для самостійного вивчення та аналізу. Термін видачі завдання – дев'ятий тиждень семестру.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач) та підготовка до практичних робіт; підготовка звітів до лабораторних робіт; підготовка відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульного та семестрового контролю.

Змістовний модуль 6
Особливі САП

Теми лекційних занять:

Тема 1. Нелінійні САП.

Тема 2. Гармонічна лінеаризація.

Тема 3. Цифрові автоматичні системи.

Теми лабораторних занять:

Тема 1. Експериментальне дослідження замкненої нелінійної САП.

Самостійна робота

Підготовка до лекцій; виконання домашніх завдань (розв'язання задач); підготовка звітів до лабораторних робіт; підготовка відповідей на контрольні запитання до лабораторних робіт; підготовка до модульного та семестрового контролю.

4. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання) Семестр 5

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
1	2	3	4
1	2	3	4
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	2	0...10
Виконання і захист практичних робіт	0...6	1	0...6
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	2	0...10
Виконання і захист практичних робіт	0...6	2	0...12
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Виконання і захист практичних робіт	0...6	3	0...18
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Виконання і захист РР	0...7	1	0...7
Усього за семестр			0...100

Семестр 6

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
1	2	3	4
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних робіт	0...8	1	0...8
Виконання і захист практичних робіт	0...6	1	0...6
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 5			

Робота на лекціях	0...1	10	0...10
Виконання і захист лабораторних робіт	0...8	4	0...32
Виконання і захист практичних робіт	0...6	3	0...18
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 6			
1	2	3	4
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних робіт	0...8	1	0...8
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Виконання і захист РР	0...6	1	0...6
Усього за семестр			0...100

4.2. Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

5. НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ І ПОЛІТИКА 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 заняття відпрацьовуються під час консультацій за розкладом та за домовленістю з викладачем.

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

6. ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Основна:

1. Басова, А. Є. Методи синтезу систем автоматичної стабілізації та позиціонування [Текст] : навч. посіб. / А. Є. Басова, А. С. Кулік, С. М. Пасічник, Н. М. Харіна. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 192 с.

2. Dorf, R. C. Modern Control Systems [Текст] / R. C. Dorf, R. H. Bishop. – 14th Edition. – London : Pearson, 2022. – 1022 p.

3. Раціональне управління функціонуванням технічних систем з невизначеною динамікою : звіт про НДР (заключний) / Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» ; кер.: Кулік А. С., Дергачов К. Ю. ; викон.: Пасічник С. М. [та ін.]. – Х., 2023. – 379 с. – № ДР 0121U108867. – Інв. № 0224U001073.

Додаткова:

1. Раціональне управління працездатністю макетного блока електродвигунів-маховиків [Текст] : монографія / В. Г. Джулгачов, К. Ю. Дергачов, А. С. Кулік та ін. ; за заг. ред. А. С. Куліка. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 224 с.

2. Кулік, А. С. Методи моделювання об'єктів автоматичного управління [Текст] : навч. посіб. / А. С. Кулік, С. М. Пасічник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 168 с.

3. Algorithms for control of longitudinal motion of a two-wheel experimental sample [Текст] / A. Kulik, K. Dergachev, S. Pasichnik, Yu. Nemshilov, E. Filippovich // Radioelectronic and computer systems. – 2021. – № 2 (98). – P. 16–30.

4. Алгоритми управління кутовим рухом коромисла з гвинтовими електроприводами [Текст] / А. С. Кулік, К. Ю. Дергачов, С. М. Пасічник, Ю. О. Немшилов // Авіаційно-космічна техніка та технологія. – 2020. – № 4 (164). – С. 44–59.

5. Стабілізація нестійких станів зворотного маятника з гвинтовими електроприводами [Текст] / А. С. Кулік, К. Ю. Дергачов, С. М. Пасічник, Ю. О. Немшилов // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2019. – Вип. 1 (53). – С. 81–89.

6. Franklin, G. F. Feedback Control of Dynamic Systems, [Текст] / G. F. Franklin, J. D. Powell, A. Emami-Naeini. – Global Edition. – London : Pearson, 2019. – 928 p.

Інформаційні ресурси:

Сайт кафедри 301: <http://k301.khai.edu/СУЛА> – Кафедра систем управління літальних апаратів.

Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:

5-й семестр: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3040>

6-й семестр: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1271>