

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

Кафедра систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Сергій ПАСІЧНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 29 » серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
HABЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Системи управління об'єктами авіаційного транспорту

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 27 «Транспорт»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 272 "Авіаційний транспорт"
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інтелектуальні транспортні системи»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Вводиться в дію з «01» вересня 2025 р.

Харків – 2025 р.

Розробник: доцент каф. 301, PhD Дмитро СОКОЛ
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)

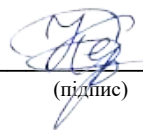


Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри (№ 301)
систем управління літальних апаратів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «28» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)



Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач групи 361



Олександр ГОРБАЧ
(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Сокол Дмитро Вадимович

Посада: доцент кафедри систем управління літальних апаратів (№ 301)

Науковий ступінь: PhD

Перелік дисциплін, які викладає:

- Системи управління літальними апаратами;
- Основи побудови автономних навігаційних систем;
- Проектування автономних навігаційних систем.

Напрями наукових досліджень:

- автоматичне управління;
 - раціональне управління;
 - модельно-орієнтоване проектування.
-

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	6
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>Семестр 6</u> <u>денна</u> : 4 кредити ЄКТС / 120 годин (56 аудиторних, з яких: лекції – 24, лабораторні – 32; СРЗ – 64)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, виконання розрахункової роботи, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, захист лабораторних робіт, захист розрахункової роботи, семестровий контроль – залік
Пререквізити	Вища математика. Фізика. Електротехніка. Вступ до фаху. Основи метрології. Електроніка та основи схемотехніки. Теорія автоматичного управління. Навігаційні прилади авіаційного транспорту. Приводи авіаційних систем.

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

Мета: формування у здобувачів знань і умінь, необхідних для розробки систем управління літальними апаратами.

Завдання: надання здобувачам знань про теоретичні основи, принципи будови, особливості технічного виконання та характеристики систем управління літаками; закони та способи керування, алгоритми функціонування, типові структури та динамічні властивості і характеристики точності систем управління рухомими об'єктами, а також про методи їх технічної реалізації.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: 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 компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК7. Здатність працювати автономно.

ЗК8. Здатність працювати в команді.

ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ФК1. Здатність дотримуватися у професійній діяльності вимог міжнародних та національних нормативно-правових документів в галузі авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту та їх систем.

ФК2. Здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик.

ФК3. Здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів

ФК6. Здатність розробляти з урахуванням безпечних умов використання, міцнісних, естетичних, ергономічних і економічних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів авіаційного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування,

технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції.

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.

ФК18. Здатність використовувати знання з основ електротехніки, електроніки, схемотехніки при розв'язанні практичних завдань проектування 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 використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач проектування систем і приладів авіаційної техніки.

Програмні результати навчання:

ПРН2. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та іноземною мовами усно і письмово.

ПРН3. Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту.

ПРН8. Застосовувати міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

ПРН10. Знати основні положення нормативно-правових та законодавчих актів України у сфері авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

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.

ПРН15. Знати особливості та вміти розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів авіаційного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та

організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції.

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.

ПРН25. Знати необхідні положення авіаційної метеорології та транспортної географії, вміти їх використовувати при проектуванні, експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті об'єктів авіаційного транспорту.

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.

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Системи поліпшення стійкості та керованості літака

Тема 1. Літак як об'єкт управління у поздовжньому русі.

Стисла анотація.

Математичні моделі просторового руху літака. Математичні моделі поздовжнього руху літака. Рівняння поздовжнього короткоперіодичного руху. Передавальні функції поздовжнього короткоперіодичного руху. Структурна схема поздовжнього короткоперіодичного руху. Показники поздовжньої керованості. Вимоги до пілотажних характеристик літака у поздовжньому русі.

Теми лекцій:

1. Математичні моделі просторового руху літака. Математичні моделі поздовжнього руху літака.

2. Показники поздовжньої керованості. Вимоги до пілотажних характеристик літака у поздовжньому русі.

Теми лабораторних занять:

1. Дослідження пілотажних властивостей літака як об'єкта управління в поздовжньому русі.

2. Дослідження впливу коефіцієнтів лінійної моделі поздовжнього короткоперіодичного руху літака на характеристики стійкості і керованості.

Самостійна робота здобувачів освіти:

Опрацювання матеріалу згідно теми, формування питань до викладача, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 2. Літак як об'єкт управління у бічному русі.

Стисла анотація.

Рівняння руху літака у бічному русі. Математичні моделі бічного руху літака. Передумови поділу повного бічного руху на ізольовані види руху. Математична модель координованого розвороту. Математична модель плоского розвороту. Показники бічної керованості літака.

Теми лекцій:

1. Рівняння руху літака у бічному русі. Математичні моделі бічного руху літака.

2. Математична модель координованого розвороту. Математична модель плоского розвороту. Показники бічної керованості літака.

Теми лабораторних занять:

1. Дослідження пілотажних властивостей літака як об'єкта управління в бічному русі.

2. Дослідження впливу коефіцієнтів лінійної моделі бічного руху літака на характеристики стійкості і керованості.

Самостійна робота здобувачів освіти:

Опрацювання матеріалу згідно теми, формування питань до викладача, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 3. Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штурвального управління.

Стисла анотація.

Демпфери тангажа. Автомати поздовжньої стійкості. Автомати поздовжнього управління. Корекція передаточних чисел систем управління. Автоматична корекція статичних характеристик поздовжньої керованості. Демпфери крену та рискання, автомати флюгерної стійкості. Автомати поліпшення керованості по крену. Автомати перехресного зв'язку.

Теми лекцій:

1. Демпфери тангажа. Автомати поздовжньої стійкості. Автомати поздовжнього управління.

2. Демпфери крену та рискання, автомати флюгерної стійкості. Автомати поліпшення керованості по крену. Автомати перехресного зв'язку.

Самостійна робота здобувачів освіти:

Опрацювання матеріалу згідно теми, формування питань до викладача.

Модульний контроль. Модульна робота 1.

Змістовний модуль 2. Системи кутової стабілізації та управління траєкторією руху літака

Тема 4. Активні системи управління польотом літака.

Стисла анотація.

Поняття про активні системи управління польотом. Задачі, що вирішуються активними системами управління польотом. Типова структура активної системи управління польотом. Керування нестійким літаком. Системи обмеження граничних режимів польоту.

Теми лекцій:

1. Поняття про активні системи управління польотом. Задачі, що вирішуються активними системами управління польотом. Типова структура активної системи управління польотом.

2. Керування нестійким літаком. Системи обмеження граничних режимів польоту.

Самостійна робота здобувачів освіти:

Опрацювання матеріалу згідно теми, формування питань до викладача.

Тема 5. Автоматичне управління кутом тангажа.

Стисла анотація.

Типові режими роботи автопілотів. Закони управління, реалізовані у системі управління польотом. Типова структура та закони управління автопілотів тангажа. Динамічні та характеристики точності автопілотів тангажа. Типова структура та закони управління перевантажувальних автопілотів.

Теми лекцій:

1. Типові режими роботи автопілотів. Закони управління, реалізовані у системі управління польотом. Типова структура та закони управління автопілотів тангажа.

2. Динамічні та характеристики точності автопілотів тангажа. Типова структура та закони управління перевантажувальних автопілотів.

Тема лабораторного заняття:

Дослідження контурів автоматичного управління кутом тангажа і нормальним перевантаженням.

Самостійна робота здобувачів освіти:

Опрацювання матеріалу згідно теми, формування питань до викладача, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 6. Автоматичне управління кутами крену та рискання.

Стисла анотація.

Типова структура, закони керування, динамічні та характеристики точності автопілотів крену. Класифікація курсових автопілотів. Типова структура, закони управління, динамічні та характеристики точності курсових автопілотів перехресної схеми.

Тема лекції:

Автоматичне управління кутами крену та рискання.

Тема лабораторного заняття:

Дослідження контурів автоматичного управління кутами крену і курсу.

Самостійна робота здобувачів освіти:

Опрацювання матеріалу згідно теми, формування питань до викладача, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 7. Вертоліт як об'єкт управління.

Стисла анотація.

Істотні відзнаки від літака в конструктивних особливостях і притаманних тільки йому аеродинамічних і динамічних властивостей. Особливі відзнаки при малих швидкостях польоту і на режимах «висіння».

Тема лекції:

Вертоліт як об'єкт управління.

Тема лабораторного заняття:

Дослідження пілотажних властивостей вертольоту як об'єкта управління.

Самостійна робота здобувачів освіти:

Опрацювання матеріалу згідно теми, формування питань до викладача, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль. Модульна робота 2.

5. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему «Розрахунок структури та параметрів автопілота для літального апарата».

6. Методи навчання

Словесні: пояснення, навчальна дискусія.

Наочні: презентації.

Практичні: виконання лабораторних та розрахункової робіт та індивідуальні консультації.

7. Методи контролю

Поточний контроль – усне опитування, захист лабораторних робіт, захист розрахункової роботи.

Підсумковий (семестровий) контроль – залік.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

8.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	4	0...40
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	3	0...30
Модульний контроль	0...2	1	0...2
Виконання та захист РР	0...14	1	0...14
Усього за семестр 6		0...100	

8.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Загальні тактико-технічні вимоги до систем управління ЛА (СУЛА). Основи теорії, принципи побудови і функціонування, особливості структурно-схемної реалізації і характеристики складових частин СУЛА. Завдання, що вирішуються СУЛА, і їх вплив на стійкість і керованість літаків. Аналізувати закони і алгоритми управління літаками. Досліджувати і аналізувати динамічні характеристики СУЛА. Використовувати технічну реалізацію законів і алгоритмів функціонування систем управління з застосуванням теорії систем управління літальними апаратами і перспективи їх розвитку.

8.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Здобувач слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі лабораторні роботи та виконав усі модульні завдання, має невпевнені практичні навички роботи з інструментами щодо дисципліни. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Добре (75-89). Здобувач має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі лабораторні роботи та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи з пристроями стосовно дисципліни. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

Відмінно (90-100). Здобувач твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни «Системи управління об'єктами авіаційного транспорту». Захистив всі лабораторні роботи та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи з пристроями стосовно дисципліни. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати лабораторне завдання. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

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	Не зараховано

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем

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 недоброочесності. Виявлення ознак академічної недоброочесності 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. Немшилов Ю. О. Моделі систем управління літальними апаратами та методи експериментальних досліджень [Текст]: Навч. посіб. / Ю. О. Немшилов. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", 2019. - 160 с.
2. Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Mentor: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8877>

11. Рекомендована література

Базова

1. Dergachov K., Kulik A. Rational Adaptation of Control Systems for the Autonomous Aircraft Motion //Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries. – IGI Global, 2020. – С. 36-65.
2. Pavithra, A.C., Archana, N.V. (2022). Hybrid Control Design Techniques for Aircraft Yaw and Roll Control System. In: Raj, J.S., Shi, Y., Pelusi, D., Balas, V.E. (eds) Intelligent Sustainable Systems. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 458. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2894-9_34
3. Sushchenko, O., Bezkorovainyi, Y. (2023). Design of Robust Aircraft Control System. In: Ostroumov, I., Zaliskyi, M. (eds) Proceedings of the International Workshop on Advances in Civil Aviation Systems Development. ACASD 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 736. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38082-2_2

4. Dolgov, O.S. (2025). Aircraft Control System Design. In: Pogosyan, M.A. (eds) Aircraft Design. Springer Aerospace Technology. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-4599-2_20
5. Грібов В. М., Марінченко Г. Є., Стрельников В. П., Кожохіна О. В. Надійність систем авіоніки. Підручник. – К.: Альянт, 2021. – 264 с.
6. Бойко С. М., Коваль І. М., Романенко В. Г. Modern aspects of helicopters modernization. Monograph. – Warsaw: iSainsce Sp. z.o.o., 2020. -121p.

Допоміжна

1. Моделювання процесу стабілізації та керованості безпілотного квадрокоптера у польоті / Б. Благітко, І. Заячук, Л. Кіт, Ю. Мочульський // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології: наук. зб. / Центр мат. моделювання ін-ту приклад. пробл. механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України. – К., 2013. – Вип. 18. – С. 21-31.
2. Паршин, А. П. Моделювання відмовостійкого каналу орієнтації безплатформової навігаційної системи в середовищі MATLAB SIMULINK / А. П. Паршин // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: «Інформатика і моделювання» - Харків: НТУ «ХПІ». - 2020, № 3 – С. 30-39.
3. Шен, К.; Юе, К.; Го, Ч.Х.; Ванг, Д. Проектування активної відмовостійкої системи керування для маневрів положення космічного корабля з насиченням приводу та несправностями. Пром Електрон. 2019, 66, 3763–3772.
4. З. Пінг, Т. Ван, Ю. Хуан, Х. Ван, Дж.-Г. Лу та Ю. Лі. Внутрішня модель управління сервосистемою позиціонування PMSM: теорія та експериментальні результати. Транзакції IEEE з промислової інформатики, т. 16, вип. 4, стор. 2202–2211, квітень 2020 р.
5. Ф. Доносо, А. Мора, Р. Карденас, А. Ангуло, Д. Саес, М. Рівера. Оптимізація ефективності системи управління за допомогою модифікований алгоритму. Транзакції IEEE щодо електрифікації транспорту, стор. 1098–1103, 2020 р.
6. А. Кисельов, Г. Катюжно, А. Кузнецов. Виявлення несправностей на основі сигналу та метод керування допуском датчика струму для PMSM Драйв. IEEE Trans. Пром Електрон. 2018, 65, 9646–9657.
7. Ван, Г.; Хао, Х.; Чжао, Н.; Чжан, Г.; Сюй, Д. Стратегія відмовостійкого управління датчиком струму для приводів PMSM без кодувальника. IEEE Трансп. Електрифікація. 2020, 6, 679–689.

12. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри: k301.khai.edu