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

Кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«28» серпня 2026 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ АВІОНІКИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2026

Харків – 2026 р.

Розробник: Пасічник С. М., доцент каф. 301, канд. техн. наук _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри № 301

Системи управління літальних апаратів
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «27» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри канд. техн. наук, доцент _____ Костянтин ДЕРГАЧОВ
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач гр. 350 _____ Тимофій ДЕРГАЧОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача

ПІБ: Пасічник Сергій Миколайович

Посада: доцент кафедри Систем управління літальних апаратів

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання:

Перелік дисциплін, які викладає:
основи моделювання систем авіоніки; літальний апарат як об’єкт управління; основи моделювання об’єктів автоматизації; теорія автоматичного управління

Напрями наукових досліджень:
раціональне управління в умовах невизначеності

Контактна інформація:
e-mail s.pasichnyk@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна, заочна
Семестр	4, 5 семестри
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	*денна*: 4-й семестр – 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (80 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 16, лабораторні – 32; СРЗ – 70); 5-й семестр – 3 кредити ЄКТС / 90 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 16, практичні – 16, лабораторні – 16; СРЗ – 42) *заочна*: 4-й семестр – 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (10 аудиторних, з яких: лекції 4, практичні 6; СРЗ – 140); 5-й семестр – 3 кредити ЄКТС / 90 годин (6 аудиторних, з яких: лекції – 2, практичні – 4, СРЗ – 84)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні, лабораторні заняття, розрахункові роботи, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, захист лабораторних робіт, захист розрахункових робіт, семестровий контроль – залік (4 семестр), іспит (5 семестр)
Пререквізити	Фізика. Вища математика. Вступ до фаху

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

Мета – ознайомити здобувачів з основними поняттями, визначеннями, ідеями, принципами та методами моделювання систем управління та здійснювати за їх допомогою дослідження динамічних властивостей об’єктів автоматичного управління.

Завдання – отримання навичок побудови вербальної, графічної, математичної, машинної моделей та експериментального дослідження функціональних властивостей об’єктів авіаційних транспортних систем, вирішення задач структурної і параметричної ідентифікації математичної моделі у часовій і частотній областях, формування у здобувачів фахових знань і практичних навичок із застосування законів аеромеханіки та принципів розрахунку і отримання аеродинамічних характеристик літальних апаратів.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми авіоніки та систем керування під час професійної діяльності та у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Спеціальні компетентності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ФК4. Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів.

ФК6. Здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Адаптуватися до змін технологій професійної діяльності, прогнозувати їх вплив на кінцевий результат.

ПРН2. Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв‘язання спеціалізованих задач професійної діяльності.

ПРН4. Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області.

ПРН5. Організовувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв’язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН6. Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності.

ПРН11. Розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проектування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації.

ПРН14. Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів.

ПРН15. Розробляти математичні моделі літальних апаратів як об’єктів керування.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1
Змістовний модуль 1. Підходи, методи та засоби побудови моделей об'єктів управління.

Тема 1. Основні положення моделювання динамічних об'єктів.

Стисла анотація

Етапи розвитку формування модельних уявлень та їхні характеристики. Формування модельних уявлень стосовно автоматичних систем. Положення теорії пізнання. Логічна структура пізнавального процесу. Поняття моделі, властивості моделей, їхня класифікація. Визначення об'єкта керування, об'єкта автоматичного керування, автоматичної системи управління. Місце вимірів в моделюванні, вимірювальні шкали. Класифікація, особливості та характеристики мов моделювання. Одержання інформації. Графічна мова моделювання. Натуральна мова моделювання. Математична мова моделювання Підходи до проектування автоматичних систем за допомогою моделей. Системність як узагальнені властивості матерії. Поняття системи.

***Теми лекційних занять*:**

Тема 1. Предмет вивчення і задачі дисципліни «Літальний апарат як об'єкт управління».

Тема 2. Історія розвитку модельних уявлень.

Тема 3. Основні поняття моделювання ОАУ.

Тема 4. Виміри в моделюванні.

Тема 5. Мови моделювання.

***Теми практичних занять*:**

Тема 1. Графічна лінеаризація статичних характеристик ОАУ.

***Теми лабораторних занять*:**

Тема 1. Вивчення функціональних можливостей лабораторного стенду.

Самостійна робота здобувачів освіти:

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.

Тема 2. Моделювання в процесі проектування систем управління.

Вербальні, графічні, математичні моделі автоматичних систем, їхні властивості та особливості. Відображення характеристик систем управління за допомогою моделей. Наочні та вербальні моделі як інструментальні засоби будування лінійних математичних моделей. Лінеаризація нелінійностей (графічна та аналітична), форми лінійних математичних рівнянь, передаточна функція. Пряме та зворотне перетворення Лапласа безперервних та дискретних систем. Класичний метод моделювання часових характеристик безперервних систем. Операторний метод моделювання часових характеристик безперервних

систем. Атрибути моделі ОАУ, дослідження реакції ОАУ на вхідний вплив за допомогою диференційних рівнянь, використання методу простору станів при моделюванні ОАУ, ідентифікація параметрів математичних моделей, приклади. Особливості цифрових систем керування. Моделі АЦП та ЦАП Схеми автоматизації експериментальних випробувань.

***Теми лекційних занять*:**

Тема 1. Моделі об'єкта автоматичного управління.

Тема 2. Інструментальні засоби побудови лінійних математичних моделей.

Тема 3. Моделювання об'єктів за допомогою лінійних математичних моделей.

Тема 4. Моделювання як експериментальний процес одержання інформації.

***Теми практичних занять*:**

Тема 1. Аналітична лінеаризація нелінійних рівнянь математичної моделі ОАУ.

Тема 2. Форми запису математичної моделі динаміки ОАУ.

Тема 3. Вирішення лінеаризованих рівнянь математичної моделі ОАУ в часовій області.

Тема 4. Вирішення лінеаризованих рівнянь математичної моделі ОАУ в частотній області.

Тема 5. Побудова аналогової моделі стендового ОАУ.

***Теми лабораторних занять*:**

Тема 1. Моделювання динамічних ланок з використанням операційних підсилювачів.

Тема 2. Експериментальне дослідження статичних характеристик стендового ОАУ.

Тема 3. Експериментальне дослідження часових характеристик стендового ОАУ.

Тема 4. Експериментальне дослідження частотних характеристик стендового ОАУ.

Тема 5. Моделювання виконавчих органів ОАУ з використанням електродвигуна СЛ-267.

Тема 6. Експериментальне дослідження аналогової моделі стендового ОАУ методом послідовного інтегрування.

Тема 7. Експериментальне дослідження аналогової моделі стендового ОАУ методом блочного інтегрування.

Самостійна робота здобувачів освіти

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.

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Моделі літального апарату як об’єкта управління.

Тема 3. Особливості моделювання літального апарату як об’єкта управління.

Призначення ланок, зв’язки, вхідні впливи. Глобальні та локальні об’єкти. Поступальний рух. обертальний рух. Інерціальні і земні системи координат. Рухомі системи координат. Координати та швидкості. Кути та кутові швидкості.

***Теми лекційних занять*:**

Тема 1. Загальна структура системи управління літального апарату.

Тема 2. Літальні апарати як об’єкти автоматичного управління.

Тема 3. Векторні рівняння просторового руху літального апарату.

Тема 4. Основні системи координат в динаміці польоту.

Тема 5. Основні пілотажно-навігаційні параметри польоту літального апарату.

***Теми практичних занять*:**

Тема 1. Перетворення систем координат з використанням матриць направляючих косинусів.

***Теми лабораторних занять*:**

Тема 1. Експериментальне дослідження сили аеродинамічного опору тіл різної конфігурації при зміні кута атаки.

***Самостійна робота здобувачів освіти*:**

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.

Тема 4. Динаміка літального апарату як твердого тіла.

Проекції імпульсу на осі зв’язаної системи координат, змінні, управляючі та збурюючі сили. Рівняння кінематики в зв’язаній, швидкісній та траекторній системах координат. Проекції моменту імпульсу на осі зв’язаної системи координат, змінні, управляючі та збурюючі моменти. Рівняння Ейлера, рівняння Пуассона.

***Теми лекційних занять*:**

Тема 1. Рівняння динаміки поступального руху літального апарату як твердого тіла.

Тема 2. Рівняння кінематики поступального руху літального апарату як твердого тіла.

Тема 3. Рівняння динаміки обертального руху літального апарату як твердого тіла.

Тема 4. Рівняння кінематики обертального руху літального апарату як твердого тіла.

***Теми практичних занять*:**

Тема 1. Побудова вербальної моделі ЛА як об’єкта управління.

Тема 2. Побудова графічних моделей ЛА як об’єкта управління.

***Теми лабораторних занять*:**

Тема 1. Експериментальне дослідження сили аеродинамічного опору тіл різної конфігурації при різних швидкостях повітряного потоку.

Тема 2. Експериментальне дослідження аеродинамічних сил профілів крила при зміні кута атаки.

***Самостійна робота здобувачів освіти*:**

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.

Тема 5. Лінеаризовані моделі руху літака.

Поздовжній короткоперіодичний та довгоперіодичний рух. Бічний ізольований рух за креном та рисканням. Вибір опорного руху, розкладення рівнянь в ряд Тейлора. Система диференційних рівнянь повздовжнього руху, керовані, управляючі та збурюючі змінні. Структурні схеми, передавальні функції ЛА за управляючим впливом. Структурні схеми, передавальні функції ЛА за управляючим впливом. Структурні схеми, передаточні функції ЛА по управляючому впливу. Керованість по крену та рисканню.

***Теми лекційних занять*:**

Тема 1. Класифікація видів руху літака.

Тема 2. Методика лінеаризації рівнянь руху літака.

Тема 3. Лінійні рівняння поздовжнього руху.

Тема 4. Рівняння повздовжнього короткоперіодичного руху.

Тема 5. Лінійні рівняння бічного руху.

Тема 6. Математичні моделі ізольованих рухів за креном та рисканням. Структуктурні схеми, передавальні функції ЛА за управляючим впливом. Керованість за креном та рисканням.

***Теми практичних занять*:**

Тема 1. Побудова математичної моделі ізольованого руху ЛА з використанням рівнянь законів збереження.

Тема 2. Побудова математичної моделі ізольованого руху ЛА з використанням рівнянь Лагранжа другого роду.

Тема 3. Отримання лінеаризованих математичних моделей поздовжнього та бічного руху ЛА.

***Теми лабораторних занять*:**

Тема 1. Експериментальне дослідження аналогової моделі поздовжнього руху літака.

Тема 2. Експериментальне дослідження аналогової моделі бічного руху літака.

Тема 3. Експериментальне дослідження аналогової моделі літального апарату як об’єкту автоматичного управління.

Самостійна робота здобувачів освіти:

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.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Курс передбачає виконання індивідуальних розрахункових завдань: «Побудова моделей об'єктів управління» – 4 семестр; «Побудова моделей літального апарату як об'єкту управління» – 5 семестр.

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних занять; індивідуальні консультації (при необхідності); самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники); словесні (пояснення, розповідь, бесіда, навчальна дискусія та ін.), наочні (ілюстрування, демонстрування).

7. Методи контролю

Поточний контроль: опитування на практичних заняттях; захист лабораторних робіт; захист розрахункових робіт; проведення письмових контрольних робіт з окремих розділів; проведення групових та індивідуальних консультацій.

Модульний контроль: складання модульного контролю.

Підсумковий контроль: залік (4 семестр), іспит (5 семестр).

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

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

4 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Активність під час аудиторної роботи	0…1	16	0…16
Виконання і захист практичних робіт	0…5	6	0…30
Виконання і захист лабораторних робіт	0…5	8	0…40
Модульний контроль	0…10	1	0…10
Виконання і захист РР	0…4	1	0…4
Усього за семестр			**0…100**

5 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Активність під час аудиторної роботи	0…1	8	0…8
Виконання і захист практичних робіт	0…6	6	0…36
Виконання і захист лабораторних робіт	0…6	6	0…36
Модульний контроль	0…15	1	0…15
Виконання і захист РР	0…5	1	0…5
Усього за семестр			**0…100**

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

Білет для *іспиту* складається з теоретичних та практичних запитань. Теоретичне запитання – 20 балів, практичне завдання – 40 балів, лабораторне завдання – 40 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

Задовільно (60-74) –слабке володіння теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи із лабораторним стендом та з пакетом комп'ютерного моделювання. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Добре (75-89) –достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи із лабораторним стендом та з пакетом комп'ютерного моделювання. 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) – тверді знання базових понять і принципів, що відносяться до дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи із лабораторним стендом та з пакетом комп'ютерного моделювання. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Пропущені заняття відпрацьовуються під час консультацій за розкладом та за домовленістю 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 Кодексом академічної доброчесності та забезпечення її дотримання Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут». 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 недоброчестності. 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 етики в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут».

10. Методичне забезпечення

Конспект лекцій з дисципліни «Основи моделювання систем авіоніки».

Методичні вказівки і завдання до виконання завдань практичних і лабораторних занять.

Все методичне забезпечення в електронному вигляді розміщене на хмарному сховищі і відкрито для всіх користувачів. Автор розробок – доцент каф. 301 Пасічник С.М. Посилання для ознайомлення і скачування: https://drive.google.com/drive/folders/156OCwJCjUi76YMq48T72rQFlsUhgeGG_?usp=drive_link

Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:
Семестр 4 – https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1254
Семестр 5 – https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3030

11. Рекомендована література

Базова

1. Кулік, А. С. Методи моделлювання об’єктів автоматичного управління [Текст] : навч. посібник / А. С. Кулік, С. М. Пасічник. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Е. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 168 с.

2. Моделювання та оптимізація систем [Текст] : підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Квєтний, О. І. Михальов, А. В. Усов. – Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс», 2017. – 804 с.

3. Онисик, С. Моделювання об’єктів керування. Поняття. Тлумачення. Моделі. Дослідження [Текст] / С. Онисик. – Львів : Львівська політехніка, 2019. – 292 с.

4. Electrical System Elements [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://engineering.nyu.edu/mechatronics/Control_Lab/Criag/Craig_RPI/2002/Week2/Physical_Modeling_Electrical_2002.pdf. – 22.08.2024 р.

5. Raol, J. R. Flight mechanics modeling and analysis [Текст] / J. R. Raol, J. Singh. – Second edition. – Boca Raton, FL : CRC Press, 2023. – 566 p.

6. Стельмашонок, Е. В. Моделювання процесів і систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/174078/tehnika/naturni_metodi_modelyuvannya#55. – 22.08.2024 р.

Допоміжна

1. Раціональне управління працездатністю макетного блока електродвигунів-маховиків [Текст] : монографія / В. Г. Джулгаков, 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. Тягній, В. Г. Основи аеродинаміки та динаміки польоту. Частина І. Аерогідрогазодинаміка [Текст] / В. Г. Тягній, В. В. Ємець. – МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуцьк. льотний коледж. – Харків : ХНУВС, 2023. – 280 с.

3. AIRCRAFT CONTROL SYSTEMS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://webstor.srmist.edu.in/web_assets/srm_mainsite/files/downloads/Aircraft_ctrl_Systems.pdf. – 22.08.2024 р.

4. Кулік, А. С. Моделі плоского руху двоколісного експериментального балансуючого зразка [Текст] / А. С. Кулік, К. Ю. Дергачов, С. М. Пасічник // Проблеми керування та інформатики. – 2022. –№ 4. – С. 18–34.

12. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: http://k301.khai.edu – Кафедра систем управління літальних апаратів.