

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)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ініціали та прізвище)

«26» 08 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи моделювання систем авіоніки
(шифр і назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: 173 «Авіоніка».

Освітня програма: Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів.

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: доцент кафедри систем управління літальних апаратів, к.т.н.
Сергій ПАСІЧНИК

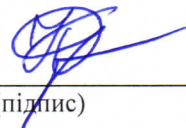


(підпис)

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

Протокол № 1 від “26” серпня 2024 р.

Завідувач кафедри канд. техн. наук, доцент



(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5,5	<p style="text-align: center;">Галузь знань <u>17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»</u></p> <p style="text-align: center;">Спеціальність <u>173 «Авіоніка»</u></p> <p style="text-align: center;">Освітня програма Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів</p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік:
Кількість змістовних модулів – 2		2024/2025
Індивідуальні завдання: 1. «Побудова моделей об'єктів управління» – 4 семестр.		Семестр
Загальна кількість годин – 80/165		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Лекції
Семестр 4		32 год.
Аудиторних – 5 год.; самостійної роботи здобувача – 5,3 год.		Практичні
		16 год.
		Лабораторні¹⁾
	32 год.	
	Самостійна робота	
	85 год.	
	Вид контролю	
	залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить 80/85.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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 автоматичного управління, вирішення задач структурної і параметричної ідентифікації математичної моделі у часовій і частотній областях.

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності:

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.

Фахові компетентності:

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

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

Очікувані результати навчання:

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.

Преквізити:

Фізика: закони Ньютона, закон Ома, закон Фарадея, сила, енергія, закон збереження енергії.

Вища математика: диференціальне та інтегральне обчислювання; дії з комплексними числами в алгебраїчній та показовій формі; дослідження функцій та побудова їх графіків; векторна алгебра.

Вступ до фаху: предмети та об'єкт спеціальності авіоніка, сфера застосування систем авіоніки, принципи управління.

Кореквізити:

Електроніка та основи схемотехніки.

Методи обчислень та моделювання на ЕОМ.

Інформаційно-вимірювальні пристрої систем авіоніки.

Постреквізити:

Теорія автоматичного управління.

Інформаційно-вимірювальні пристрої систем авіоніки.

Приводи систем авіоніки.

Системи управління літальними апаратами.

Основи побудови автономних навігаційних систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Основні положення моделювання динамічних об'єктів.

Тема 1. Предмет вивчення і задачі дисципліни «Основи моделювання ОАУ». Місце дисципліни в навчальному плані.

Тема 2. Історія розвитку модельних уявлень. Етапи розвитку формування модельних уявлень та їхні характеристики. Формування модельних уявлень стосовно автоматичних систем. Положення теорії пізнання. Логічна структура пізнавального процесу. [1, С. 12–39].

Тема 3. Основні поняття моделювання ОАУ. Поняття моделі, властивості моделей, їхня класифікація. Визначення об'єкта керування, об'єкта автоматичного керування, автоматичної системи управління. [1, С. 61–66], [3, С. 9–15].

Тема 4. Виміри в моделюванні. Місце вимірів в моделюванні, вимірювальні шкали. [6].

Тема 5. Мови моделювання. 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. [1, С. 71–76], [2, С. 26–30], [3, С. 30–36].

Модульний контроль.

Змістовний модуль 2. Моделювання в процесі проектування систем управління.

Тема 6. Моделі об'єкта автоматичного 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 будовання лінійних математичних моделей. [1, С. 77–87], [2, С. 765–772].

Тема 7. Інструментальні засоби побудови 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. [1, С. 61–71], [3, С. 125–139], [1 доп, С. 63–70], [4 доп].

Тема 8. Моделювання об'єктів за допомогою лінійних математичних моделей. 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. [2, С. 651–663], [3, С. 162–180].

Тема 9. Моделювання як експериментальний процес одержання інформації. Особливості цифрових систем керування. Моделі АЦП та ЦАП Схеми автоматизації експериментальних випробувань. [4].

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Основні положення моделювання динамічних об'єктів.					
Тема 1. Предмет вивчення і задачі дисципліни «Основи моделювання ОАУ».	2	2	–	–	–
Тема 2. Історія розвитку модельних уявлень.	2	2	–	–	–
Тема 3. Основні поняття моделювання ОАУ.	14	4	–	–	10
Тема 4. Виміри в моделюванні.	15	4	–	–	11
Тема 5. Мови моделювання.	23	4	4	4	11
Модульний контроль.	5				5
Разом за змістовним модулем 1	61	16	4	4	37
Змістовний модуль 2. Моделювання в процесі проектування систем управління.					
Тема 6. Моделі об'єкта автоматичного управління.	23	4	4	4	11
Тема 7. Інструментальні засоби побудови лінійних математичних моделей.	27	4	4	8	11
Тема 8. Моделювання систем за допомогою лінійних математичних моделей.	25	4	2	8	11

Тема 9. Моделювання як експериментальний процес одержання інформації.	25	4	2	8	11
Модульний контроль.	4				4
Разом за змістовним модулем 1	104	16	12	28	48
Разом за модулем 1	165	32	16	32	85

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	не передбачено	–

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Графічна лінеаризація статичних характеристик ОАУ.	2
2	Аналітична лінеаризація нелінійних рівнянь математичної моделі ОАУ.	2
3	Форми запису математичної моделі динаміки ОАУ.	2
4	Вирішення лінеаризованих рівнянь математичної моделі ОАУ в часовій області.	2
5	Вирішення лінеаризованих рівнянь математичної моделі ОАУ в частотній області.	4
6	Побудова аналогової моделі стендового ОАУ.	4
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Вивчення функціональних можливостей лабораторного стенду.	4
2	Моделювання динамічних ланок з використанням операційних підсилювачів.	4
3	Експериментальне дослідження статичних характеристик стендового ОАУ.	4
4	Експериментальне дослідження часових характеристик стендового ОАУ.	4
5	Експериментальне дослідження частотних характеристик стендового ОАУ.	4
6	Експериментальне дослідження аналогової моделі стендового ОАУ методом послідовного інтегрування.	4
7	Експериментальне дослідження аналогової моделі стендового	4

	ОАУ методом блочного інтегрування.	
1	2	3
8	Моделювання виконавчих органів ОАУ з використанням електродвигуна СЛ-267.	4
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Основні поняття моделювання ОАУ.	10
2	Виміри в моделюванні.	11
3	Мови моделювання.	11
4	Моделі об'єкта автоматичного управління.	11
5	Інструментальні засоби побудови лінійних математичних моделей.	11
6	Моделювання систем за допомогою лінійних математичних моделей.	11
7	Моделювання як експериментальний процес одержання інформації.	11
8	Модульний контроль	9
	Разом	85

9. Індивідуальні завдання

1. Виконання розрахункової роботи «Побудова моделей об'єктів управління» – 4 семестр.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, захисту індивідуальних розрахунково-графічних робіт відповідно до змістовних модулів і тем, фінальний контроль – у вигляді іспиту та заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Семестр 4

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна Кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	1	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...5	1	0...5
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	7	0...35
Виконання і захист практичних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Виконання і захист РР	0...4	1	0...4
Усього за семестр			0...100

Білет для заліку складається з теоретичних та практичних запитань.

Наприклад:

1. Принципи моделювання. Максимальна кількість балів – 20.

2. Отримати всі форми лінеаризованої математичної моделі об'єкта моделювання:

1) максимальна відносна похибка $\delta_{\max} = 5\%$;

2) робоча точка р.т.: $\{3,6; 87\}$;

3) діапазон значень вхідного сигналу: $\Delta u_{\text{я}} = 4 \text{ В}$;

4) діапазон значень вихідного сигналу: $\Delta \omega = 60 \text{ рад/с}$;

5) оцінні значення параметрів:

$$a_0 = 0,0012; a_1 = 0,12; a_2 = 0,2; b_0 = 3;$$

б) рівняння лінеаризованої математичної моделі:

$$a_0 \frac{d^2 \omega(t)}{dt^2} + a_1 \frac{d\omega(t)}{dt} + a_2 \omega(t) = b_0 u_{\text{я}}(t);$$

7) масштаб часу $m_t = 1$.

Максимальна кількість балів – 40.

3. Зібрати схему ОАУ. Отримати статичну характеристику за задавальним впливом. Максимальна кількість балів – 40.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60–74). Мати мінімум знань та умінь Захистити всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконати усі модульні завдання, мати не впевнені практичні навички вирішення завдань з побудови моделей об'єктів управління.

Добре (75–89). Твердо знати мінімум, виконати усі завдання. Захистити всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконати усі модульні завдання з оцінкою «добре», мати практичні навички вирішення завдань з побудови моделей об'єктів управління. Правильно вирішувати практичні завдання з графічної лінеаризації статичних характеристик, аналітичної лінеаризації нелінійних рівнянь, аналітично отримувати характеристики об'єктів моделювання, виконувати масштабування лінеаризованих рівнянь математичної моделі.

Відмінно (90–100). Твердо знати базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни. Захистити всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконати усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», мати тверді практичні навички вирішення завдань з побудови моделей об'єктів управління. Вільно користуватися навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміти логічно і чітко скласти свою відповідь, вирішувати практичні та лабораторні завдання.

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

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Основи моделювання об'єктів авіоніки».
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт.
3. Методичні вказівки і завдання до виконання практичних робіт.
4. Робочі зошити для виконання розрахунково-графічних робіт.
5. Універсальний лабораторний стенд на базі аналогової обчислювальної машини МН-7. Технічний опис.
6. Лабораторний стенд «Аеродинамічна труба». Технічний опис.
7. НМКД в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301.
<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/13lZvGG913sQ46EYd0mgO5XHgjXyFlUta>.
8. Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1254>

14. Рекомендована література

Базова

1. Кулік, А. С. Методи моделювання 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. Кветний, 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/Craig/Craig_RPI/2002/Week2/Physical_Modeling_Electrical_2002.pdf. – 6.10.2023 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. – 20.08.2023 р.

Допоміжна

1. Рациональне 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. – 20.08.2023 р.
4. Кулік, А. С. Моделі плоского руху двоколісного експериментального балансуєчого зразка [Текст] / А. С. Кулік, К. Ю. Дергачов, С. М. Пасічник // Проблеми керування та інформатики. – 2022. – № 4. – С. 18–34.

15. Інформаційні ресурси

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