

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



Олена ГАВРИЛЕНКО

(ініціали та прізвище)

«26» серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Датчики систем автоматизації»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітня програма: Інженерія мобільних додатків

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: Ірина БИЧКОВА, старший викладач кафедри систем управління літальних апаратів (№301)



_____.
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри систем управління літальних апаратів (№301)
Протокол № 1 від "26" серпня 2024 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент



_____.
(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ

(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)	
Кількість кредитів – 7	<p style="text-align: center;">Галузь знань: <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u></p> <p style="text-align: center;">Спеціальність: <u>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</u></p> <p style="text-align: center;">Освітня програма: Інженерія мобільних додатків.</p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова	
Кількість модулів – 3		Навчальний рік:	
Кількість змістовних модулів – 3		2024/2025	
Індивідуальні завдання: 1. РР «Визначення характеристик вимірювального пристрою» – 5 сем. 2. РР «Розрахунок вимірювального пристрою» – 6 сем.		Семестр	
Загальна кількість годин – кількість годин аудиторних занять* / загальна кількість годин 96 / 210		5-й	6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Лекції¹⁾	
Семестр 5		24 год.	16 год.
Аудиторних – 3,5 год.; самостійної роботи здобувача – 4 год.		Практичні¹⁾	
Семестр 6		8 год.	8 год.
Аудиторних – 2,5 год.; самостійної роботи здобувача – 3,2 год.		Лабораторні¹⁾	
	24 год.	16 год.	
	Самостійна робота		
	64 год.	50 год.	
	Вид контролю		
	іспит	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 96 / 114.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння здобувачами основних понять і методів розрахунку вимірювальних пристроїв систем автоматики.

Завдання: формування у здобувачів фахових знань і практичних навичок із теоретичних основ вимірювальних пристроїв параметрів об'єктів, виконаних на різних фізичних принципах, методів математичного опису статичної і динамічної поведінки вимірювачів параметрів об'єктів; вибору і обґрунтування вимірювачів параметрів об'єктів; методів виділення корисної інформації, комплексування та підвищення точності вимірювання різних параметрів технічних систем, принципів побудови та функціонування приладів контролю агрегатів систем управління в галузі промислової автоматизації; методів експериментальних досліджень і випробувань вимірювальних пристроїв.

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність працювати в команді.

Фахові компетентності:

ФК1. Здатність застосовувати знання математики в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

ФК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації із застосуванням інженерії мобільних додатків на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації

із застосуванням інженерії мобільних додатків.

ФК11. Здатність врахувати комерційний та економічний контекст при проектуванні систем автоматизації.

Очікувані результати навчання:

ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН2. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

ПРН6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПРН7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПРН8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації в галузі інженерії мобільних додатків та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

Пререквізити:

Вища математика: диференціальне та інтегральне обчислювання; дії з комплексними числами; дослідження функцій.

Фізика: принципи і закони, що визначають будову і форму руху матерії; електричний струм, закони Ома та Кірхгофа, оптика.

Електроніка та основи схемотехніки: схеми виконання арифметичних операцій на операційному підсилювачі, аналогові компаратори, генератори сигналів та активні фільтри.

Основи метрології: похибки вимірювання, калібрування вимірювальних перетворювачів.

Основи моделювання об'єктів автоматизації (4-й семестр): методи формування і дослідження математичних моделей елементів і систем управління, аналіз експериментальних характеристик.

Кореквізити:

Теорія автоматичного управління. Основи моделювання об'єктів автоматизації (5-й семестр). Мікроконтролери в системах управління (6-й семестр). Дистанційно-керовані приводи систем автоматики.

Постреквізити:

Мікроконтролери в системах управління (7-й семестр). Розробка цифрових систем управління. Проектування систем управління. Виробнича практика. Кваліфікаційна робота бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Класифікація та технічні характеристики датчиків.

Тема 1. Вступ до дисципліни «Датчики систем автоматизації». Предмет вивчення і задачі дисципліни «Датчики систем автоматизації». Основні історичні етапи розвитку і становлення методів та засобів вимірювання фізичних величин, як науки.

Тема 2. Датчики та їх місце у системі управління. Основні поняття та визначення. Модель системи передачі інформації. Канали зв'язку. Одиниці виміру. Контактні і безконтактні датчики. Структурна схема гіпотетичного датчика.

Тема 3. Класифікація та технічні характеристики датчиків. Вимірюється величина. Вимірюваний параметр. Принципи перетворення. Функція перетворення. Чутливість. Метрологічні характеристики датчиків. Основні фактори, які впливають на похибки датчиків. Експлуатаційні характеристики датчиків. Метрологічне забезпечення датчиків. Моделі датчиків. Вербальна модель, графічна модель, математична модель, машинна модель.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Датчики систем управління.

Тема 4. Датчики положення і переміщення. Потенціометричні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічних характеристик, області застосування. Ємнісні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Індуктивні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування.

Тема 5. Датчики температури і тиску. Методи вимірювання температури. Температурні шкали. Термометри опору. Терморезистивні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Термоелектричні ефекти. Ефект Зеєбека. Термоелектричні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Методи вимірювання тиску. Чутливі елементи датчиків тиску. Тензорезистивні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Магніторезистивні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування.

Тема 6. Датчики сили, ваги, моменту. Методи вимірювання сили, ваги і моменти. П'єзоелектричний ефект. Прямий і зворотний ефекти. П'єзоелектричні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики,

області застосування. Магнітострикційні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування.

Тема 7. Датчики прискорення, швидкості, вібрації. Методи вимірювання прискорення і швидкості. Акселерометри, засновані на вимірі переміщень, що стежать акселерометри. Принцип дії, конструктивні особливості, технічних характеристики, області застосування. П'єзоелектричні акселерометри, п'єзорезистивні акселерометри. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування.

Тема 8. Датчики кутового положення і швидкості. Методи вимірювання кутової швидкості і кутового положення. Тахометричні, гіроскопічні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Датчики кутової швидкості.

Тема 9. Оптичні датчики. Світло і його основні властивості. Фоторезистивні, фотодіодні, фототранзисторні, фотоемісійні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Датчики зображення. Волоконно-оптичні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування.

Тема 10. Цифрові, інтелектуальні датчики. Цифрові датчики. Інтелектуальні датчики. Структурні схеми, принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. МЕМС датчики (акселерометри, датчики кутової швидкості). Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 3. Електронні пристрої інформаційних перетворювачів.

Тема 11. Електричні ланки перетворювачів. Аналіз резистивних перетворювачів. Потенціометрична схема. Мостова схема. Лінеаризація характеристик перетворення та компенсація величин що впливають. Залежність чутливості та інших властивостей резистивних перетворювачів від параметрів схеми. Вимірювання параметрів ємнісного датчика. Вимірювання параметрів індуктивного датчика.

Тема 12. Принципи вибору датчиків та перетворювачів. Формування попередньої інформації про вимірювання. Вибір місця вимірювання на об'єкті. Вибір вимірювача з числа відомих за технічними характеристиками. Узгодження датчика з вимірювальною схемою. Точність та системна сумісність вимірювачів.

Тема 13. Аналогові електронні пристрої інформаційних перетворювачів. Інтегрувальні та диференціальні перетворювачі на основі операційного підсилювача. Активні корегувальні ланки (активні фільтри). Диференціальні (віднімальні) та сумуючі ланки. Нелінійні аналогові перетворювачі; простий компаратор, тригер Шміта. Амплітудні модулятори, демодулятори. ШІМ.

Тема 14. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Цифрові сигнали, дискретизація у часі, квантування за рівнем. Схемотехнічні принципи ЦА-перетворювачів. Параметри інтегральних ЦАП. Принципи АЦ-перетворення, помилки АЦП, порівнювальна характеристика методів.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього го	У тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Класифікація та технічні характеристики датчиків.					
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Вступ до дисципліни «Датчики систем автоматизації».	1	1	–	–	–
Тема 2. Датчики та їх місто у складі СУ.	3	1	–	–	2
Тема 3. Класифікація та технічні характеристики датчиків.	3	2	–	–	1
Модульний контроль	1	–	–	–	1
Разом за змістовним модулем 1	8	4	–	–	4
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Датчики систем управління.					
Тема 4. Датчики положення і переміщення.	24	4	2	8	10
Тема 5. Датчики температури і тиску.	12	2	–	–	10
Тема 6. Датчики сили, ваги, моменту.	14	2	2	–	10
Тема 7. Датчики прискорення, швидкості, вібрації.	16	4	–	4	8
Тема 8. Датчики кутового положення і швидкості.	22	4	2	8	8
Тема 9. Оптичні датчики.	8	2	–	–	6
Тема 10. Цифрові, інтелектуальні датчики.	15	2	2	4	7
Модульний контроль	1	–	–	–	1
Разом за змістовним модулем 2	112	20	8	24	60
Модуль 3					
Змістовний модуль 3. Електронні пристрої інформаційних перетворювачів					
Тема 11. Електричні ланки перетворювачів.	22	4	2	4	12
Тема 12. Принципи вибору датчиків та перетворювачів.	22	4	2	4	12
Тема 13. Аналогові електронні пристрої інформаційних перетворювачів.	22	4	2	4	12
Тема 14. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.	23	4	2	4	13
Модульний контроль	1	–	–	–	1
Разом за змістовним модулем 3	90	16	8	16	50
Контрольний захід	–	–	–	–	–
Усього годин	210	40	16	40	114

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	не передбачено	—

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Датчики положення та переміщення. Розрахунок системи вимірювання відстані за допомогою ультразвукового датчика.	2
2	Розрахунок системи управління механічним пристроєм за допомогою датчика моменту.	2
3	Розрахунок системи управління сервоприводом за допомогою датчика кутового положення.	2
4	Нутація, прецесія гіроскопа. Визначення моментів, що діють на гіроскоп.	2
5	Розрахунок електронного блока живлення для мікроконтролера.	2
6	Вибір датчика вологості для систем управління.	2
7	Проектування аналогового операційного підсилювача для вимірювання сигналів.	2
8	Проектування аналогово-цифрового перетворювача для вимірювання аналогового сигналу.	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експериментальне дослідження системи стабілізації рухомого об'єкта з акселерометрами.	4
2	Експериментальне дослідження системи визначення кута нахилу за допомогою гіроскопа.	4
3	Експериментальне дослідження вібрацій за допомогою акселерометра.	4
4	Моніторинг стану лопатей вітроелектростанції.	4
5	Експериментальне дослідження системи вимірювання швидкості обертання за допомогою гіроскопа.	4
6	Експериментальне дослідження системи моніторингу температури та пожежної безпеки промислового обладнання.	4

7	Експериментальне дослідження розімкненої САП. Принцип управління за задавальним впливом.	4
8	Експериментальне дослідження сонячного інвертора	4
9	Експериментальне дослідження системи моніторингу тиску в пневматичній систем	4
10	Експериментальне дослідження аналогового-цифрового конвертера (ADC) для мікроконтролера	4
	Разом	40

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Виконання розрахункової роботи на тему «Розрахунок потенціометричних датчиків»	54
2	Виконання розрахункової роботи на тему «Розрахунок індуктивних датчиків»	60
	Разом	114

9. Теми індивідуальних завдань

1. Виконання розрахункової роботи за темою «Визначення характеристик вимірювального пристрою – 5 семестр.

2. Виконання розрахункової роботи за темою «Розрахунок вимірювального пристрою» – 6 семестр.

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді захисту лабораторних робіт, опитування та тестування на практичних заняттях, захисту індивідуальних розрахункових робіт, відповідно до змістових модулів і тем, фінальний (семестровий) контроль – у вигляді іспитів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Семестр 5

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1-2			
Робота на лекціях	0...0,5	24	0...12
Виконання і захист практичних робіт	0...5	8	0...40
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...5	2	0...10
Захист РР	0...8	1	0...8
Усього за семестр			0...100

Семестр 6

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	16	0...8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	4	0...40
Виконання і захист практичних робіт	0...10	4	0...40
Модульний контроль	0...7	1	0...7
Захист РР	0...5	1	0...5
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з теоретичних та практичних запитань.

Наприклад:

1. Датчики положення: принципи роботи і класифікація. Максимальна кількість балів – 20.
2. Розрахуйте потужність, частоту перемикання, індуктивність, ємність, та напругу вхідного та вихідного сигналів імпульсного перетворювача для пристрою живлення. Максимальна кількість балів – 40.
3. Зібрати схему системи, яка може автоматично виявляти аномалії температури та надсилати сповіщення в разі виявлення пожежі. Максимальна кількість балів – 40.

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60–74 бали):

Здобувач слабо володіє 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. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Добре (75–89 балів):

Здобувач має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою не менше «добре», має практичні навички роботи із лабораторним стендом. 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 балів):

Здобувач твердо знає: базові поняття і принципи, 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. 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.

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 «Датчики систем автоматизації». – 2024 р.
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт.
3. Методичні вказівки і завдання до практичних занять.
4. Методичні вказівки і завдання до виконання розрахункових робіт.
5. Універсальний лабораторний стенд. Технічний опис.

6. НМКД в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301.
<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/13lZvGG913sQ46EYd0mgO5XHgiXyFIUta>
7. Посилання на НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8464> – семестр 5
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8810> – семестр 6

14. Рекомендована література

Базова

1. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Датчики систем автоматизації" для бакалаврів / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", Каф. систем упр. літ. апаратів (№ 301) ; розроб. А. П. Паршин. - Харків, 2020. - 501 с .
2. Інформаційно-вимірювальні пристрої [Текст] : навч. посіб. до практ. робіт / А. П. Паршин, І. В. Бичкова. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 88 с.
3. Колесников, В.В., Шостак, М. В. Автоматизація вимірювань і обробка експериментальних даних [Текст] : навч. Посіб / В. В. Колесников, М. В. Шостак. – Харків : Каразінський університет, 2019. – 234 с.
4. Morris, Alan S. Measurement and Instrumentation: Theory and Application [Текст] : навч.посібник / Alan S. Morris. – Butterworth-Heinemann. – 2015. – 346 pp.

Допоміжна

1. Марченко В.П., Остроумов І.В. Авіоніка : навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с
4. Рогожин В.О., Скрипець А.В., Філяшкін М.К., Мухіна М.П. Автономні системи навігації конкретного типу повітряного судна та їх технічне обслуговування: навч. посібник. – К.: НАУ, 2015. – 308 с.
5. Величко О.М. Основи метрології та метрологічна діяльність: навч. посібник. – К.: 2010. – 228 с
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.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 301: <http://k301.khai.edu>