

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

Кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Олена ГАВРИЛЕНКО
(ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
HABЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ДАТЧИКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології
та робототехніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Інженерія мобільних додатків
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

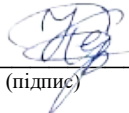
Розробник: Ірина БИЧКОВА, старший викладач каф. 301
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)


(підпис)

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

Протокол № 1 від «28 » серпня 2025 р.

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


(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач групи 361


(підпис)

Олександр ГОРБАЧ
(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Бичкова Ірина Володимирівна

Посада: старший викладач кафедри систем управління літальних апаратів (№301)

Науковий ступінь: –

Вчене звання: –

Перелік дисциплін, які викладає: Дистанційно керовані приводи систем автоматики. авіаційних систем. Приводи систем авіоніки. Інформаційно вимірювальні пристрої авіоніки. Датчики систем автоматизації. Навігаційні прилади авіаційного транспорту.

Напрями наукових досліджень:

Раціональне управління в умовах невизначеності

Контактна інформація:

e-mail: i.bychkova@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	5, 6 (3-й і 4-й для скороченої форми навчання)
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>Семестр 5</u> 4 кредитів ЄКТС / 120 годин (56 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 8, лабораторні – 24; СРЗ – 64). <u>Семестр 6</u> 3 кредити ЄКТС / 90 годин (40 аудиторних, з яких: лекції – 16, практичні – 8, лабораторні – 16; СРЗ – 50).
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні та практичні заняття, виконання розрахункових робіт, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, захист лабораторних робіт, захист розрахункових робіт, семестровий контроль – іспити
Пререквізити	Вища математика. Фізика. Електротехніка. Основи метрології та стандартизації. Електроніка та основи схемотехніки. Основи моделювання об'єктів автоматизації

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

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 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:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

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 спеціальності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

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.

4. Зміст навчальної дисципліни

Семестр 5

МОДУЛЬ 1.

Змістовний модуль 1. Базові напівпровідникові прилади

Тема 1. Вступ до дисципліни «Датчики систем автоматизації».

Стисла анотація.

Предмет вивчення і задачі дисципліни „Датчики систем автоматизації”. Основні історичні етапи розвитку і становлення методів та засобів вимірювання фізичних величин, як науки.

Тема лекції: Вступ до дисципліни «Датчики систем автоматизації».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 2. Датчики та їх місто у складі СУ.

Стисла анотація.

Основні поняття та визначення. Модель системи передачі інформації. Канали зв'язку. Одиниці виміру. Контактні і безконтактні датчики. Структурна схема гіпотетичного датчика.

Теми лекції: Датчики та їх місто у складі СУ.

Розрахункова робота на тему: Визначення характеристик вимірювального пристрою.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 3. Класифікація та технічні характеристики датчиків.

Стисла анотація.

Вимірювана 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.

Теми лекцій: Класифікація та технічні характеристики датчиків.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Модульний контроль. Модульна контрольна робота 1.

Самостійна робота здобувача освіти: підготовка до модульної контрольної роботи 1.

МОДУЛЬ 2.

Змістовий модуль 2. Датчики систем управління.

Тема 4. Датчики систем управління

Стисла анотація.

Потенціометричні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Ємнісні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Індуктивні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування.

Теми лекцій: Датчики положення і переміщення.

Тема практичного заняття: Розрахунок системи вимірювання відстані за допомогою ультразвукового датчика.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 5. Датчики температури і тиску.

Стисла анотація.

Методи вимірювання температури. Температурні шкали. Термометри опору. Терморезистивні датчики. Принцип дії, конструктивні особливості, технічні характеристики, області застосування. Термоелектричні ефекти. Ефект Зеебека. 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 лекцій: Датчики температури і тиску.

Тема лабораторного заняття: Експериментальне дослідження системи моніторингу температури та пожежної безпеки на борту літального апарату.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 6. Датчики сили, ваги, моменту.

Стисла анотація.

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 лекцій: Датчики сили, ваги, моменту.

Практична робота: Розрахунок системи управління механічним пристроєм за допомогою датчика моменту.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 7. Датчики прискорення, швидкості, вібрації.

Стисла анотація.

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

Тема лекції: Датчики прискорення, швидкості, вібрації.

Тема лабораторного заняття: Експериментальне дослідження системи стабілізації вібрацій БПЛА за допомогою акселерометрів.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 8. Датчики кутового положення і швидкості.

Стисла анотація.

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

Тема лекції: Датчики кутового положення і швидкості.

Теми лабораторних занять: Експериментальне дослідження системи визначення кута нахилу за допомогою гіроскопа. Експериментальне дослідження системи вимірювання швидкості обертання за допомогою гіроскопа.

Теми практичних занять: Розрахунок системи управління сервоприводом за допомогою датчика кутового положення. Визначення моментів, що діють на гіроскоп.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи. Виконання розрахункової роботи.

Тема 9. Оптичні датчики.

Стисла анотація.

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

Тема лекції: Оптичні датчики.

Тема лабораторного заняття: Експериментальне дослідження сонячного інвертора.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 10. Цифрові, інтелектуальні датчики.

Стисла анотація.

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.

Тема лекції: Цифрові, інтелектуальні датчики.

Тема практичного заняття: Розрахунок електронного блока живлення для мікроконтролера.

Тема лабораторного заняття: Експериментальне дослідження системи моніторингу тиску в пневматичній системі

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль. Модульна контрольна робота 2.

Самостійна робота здобувача освіти: підготовка до модульної контрольної роботи 2.

Семестр 6.

МОДУЛЬ 3.

Змістовний модуль 3. Електронні пристрої інформаційних перетворювачів.

Тема 11. Електричні ланки перетворювачів.

Стисла анотація.

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 лекції: Електричні ланки перетворювачів.

Тема лабораторного заняття: Дослідження параметрів ємнісного та індуктивного датчика.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 12. Принципи вибору датчиків та перетворювачів.

Стисла анотація.

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 лекції: Принципи вибору датчиків та перетворювачів.

Тема практичного заняття: Вибір датчика вологості для систем

управління та авіоніки.

Тема лабораторного заняття: Дослідження системної сумісності вимірювачів.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 13. Аналогові електронні пристрої інформаційних перетворювачів.

Стисла анотація.

Інтегровальні 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. Широтно-імпульсні модулятори.

Тема лекції: Аналогові електронні пристрої інформаційних перетворювачів.

Тема лабораторного заняття: Дослідження схем фільтрів на операційних підсилювачах.

Розрахункова робота на тему: Розрахунок вимірювального пристрою.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 14. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.

Стисла анотація.

Цифрові сигнали, дискретизація у часі, квантування за рівнем. Схемотехнічні принципи ЦА-перетворювачів. Параметри інтегральних ЦАП. Принципи АЦ-перетворення, помилки АЦП, порівнювальна характеристика методів.

Тема лекції: Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.

Тема практичних занять: Проектування аналогового операційного підсилювача для вимірювання сигналів. Проектування аналогово-цифрового перетворювача для вимірювання аналогового сигналу.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль. Модульна контрольна робота 3.

Самостійна робота здобувача освіти: підготовка до модульної контрольної роботи 3.

5. Індивідуальні завдання

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

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

6. Методи навчання

Словесні: лекція, навчальна дискусія. Практичні: Виконання лабораторних та практичних робіт. Індивідуальні консультації. Виконання розрахункових робіт.

7. Методи контролю

Поточний контроль – відповідно до змістових модулів і тем у вигляді письмового опитування; усного опитування; захисту лабораторних робіт, захисту розрахункових робіт, модульний контроль. Підсумковий (семестровий) контроль – у вигляді іспитів.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

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

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати

максимум 100 балів. Білет для іспиту складається з одного теоретичного питання (30 балів), одного практичного питання (30 балів) та одного лабораторного завдання, яке необхідно виконати на комп'ютері (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 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 зі схемотехніки. 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 «добре», має практичні навички роботи зі схемотехніки. Правильно розв'язує практичні завдання, але 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 «Датчики систем автоматизації». Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи зі схемотехніки. 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. 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, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. 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 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. Конспект лекцій з дисципліни «Датчики систем автоматизації». – 2025 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/13lZvGG913sQ46EYd0mgO5XHgjXyFIUta>
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

11. Рекомендована література

Базова

1. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Інформаційно-вимірювальні пристрої" 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.

12. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: k301.khai.edu.